

J. P. N. L. Roorda van Eysinga

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

Bemesting van kropsla onder glas met bloedmeel en kalkammonsalpeter

with a summary

Fertilization of lettuce grown in glasshouses with
dried blood and nitrochalk

mit einer Zusammenfassung

Düngung von Kopfsalat in Gewächshäusern mit
Blutmehl und Kalkammonsalpeter



1966 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*

Wageningen

Ten tijde van het onderzoek was de auteur werkzaam op het proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk.

Dit verslag verschijnt tevens als Publikatie van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk, No. 110.

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen 1966.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke ander wijze ook, zonder voorafgaande toestemming van de uitgevers.

No part of this book may be reproduced and/or published in any form by print, photoprint, microfilm or by any other means without written permission from the publishers.

Inhoud

1	INLEIDING	1
2	OPZET VAN DE PROEVEN	2
3	BESPREKING VAN DE RESULTATEN	6
3.1	Invloed van de stikstofmeststoffen op de opbrengst	6
3.2	Verband tussen de reactie van het gewas en het stikstofgehalte van de grond	10
3.3	Stikstofgehalte in de grond aan het eind van de proef	11
3.4	Gewasanalyse	12
	SAMENVATTING	16
	SUMMARY	17
	ZUSAMMENFASSUNG	17
	LITERATUUR	18

1 Inleiding

In 1959 werden door schrijver stikstofbemestingsproeven met kropsla onder glas geteeld, genomen in het Noordlimburgse tuinbouwgebied (ROORDA VAN EYSINGA 1961). De teeltomstandigheden zijn sindsdien aanzienlijk gewijzigd, te weten door toediening van koolzuur, verschuiving van de teelt in het voorjaar naar een gedurende het gehele winterhalfjaar, toenemend gebruik van verwarmde kassen en van beregeningsinstallaties met als gevolg dat vaker en meer water wordt gegeven, en verandering in het rassensortiment. De nieuwe teeltomstandigheden maakten het wenselijk de stikstofbemesting van sla opnieuw onder de loep te nemen, waarbij tevens de proeven in tegenstelling tot het vroegere onderzoek over het gehele land verspreid zijn aangelegd.

Behalve de bestudering van de vraag hoeveel stikstof nodig is bij een bepaalde waarde van N-water in de grond, is de mogelijkheid aangegrepen de meststoffen bloedmeel en kalkamonsalpeter nogmaals en nu op wat grotere schaal met elkaar te vergelijken.

2 Opzet van de proeven

De proeven zijn in warenhuizen op tuindersbedrijven uitgevoerd en omvatten vijf stikstoftrappen in viervoud. De stikstofgiften die ongeveer overeenkomen met hoeveelheden van 0, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$ en 2 kg stikstof per are zijn per vakje of pootje gegeven. Een vakje of pootje is de ruimte begrensd door vier stijlen met een oppervlakte van bijna 10 m². De stikstof is als kalkamonsalpeter (22 % stikstof) of als bloedmeel (12,7 % stikstof) gegeven; hiertoe zijn de vakjes of pootjes in de richting van de nok middendoor gedeeld; de ene helft kreeg kalkamonsalpeter, de andere bloedmeel met een gelijke hoeveelheid stikstof (split-plot). Het bloedmeel was gedroogd bloed afkomstig uit Argentinië.

Behalve met stikstof is alleen dubbelsuperfosfaat gemest in een hoeveelheid aan de fosfaattoestand van de grond van het desbetreffende proefveld aangepast. De meststoffen zijn volgens plaatselijke gewoonten ingewerkt (ingespit, ingeharkt of gefreesd). De overige cultuurmaatregelen, onder meer de rassenkeuze, zijn aan het inzicht van de proefveldhouder overgelaten. Elk proefveld is steeds in éénmaal oogst, waarbij per veldje gewicht en aantal van de slakroppen zijn bepaald.

Grondmonsters zijn vooraf genomen van elk van de 20 vakjes of pootjes, waaruit het proefveld was samengesteld. Deze monsters zijn op N-water, K-water en gloei-rest(-extract) onderzocht. Uit deze monsters zijn mengmonsters samengesteld, die uitvoeriger zijn onderzocht ter karakterisering van de grond van het proefveld (zie tabel 1).

Na de oogst van de sla zijn mengmonsters van de herhalingen van elk van de tien objecten genomen. Deze monsters zijn op N-water onderzocht (zie tabel 4). De grondmonsters zijn steeds op een diepte van 0-25 cm genomen. Voor de bepaling van N-water is, evenals voor enkele andere bepalingen in een waterig extract, uitgegaan van vooraf bij 50°C gedroogde grond, die met water gedurende 15 minuten is geschud in een verhouding van 1 : 5. In water oplosbare minerale stikstof in het extract wordt hierbij na destillatie bij aanwezigheid van ferro- en zilversulfaat opgevangen in boorzuur en met zwavelzuur titrimetrisch bepaald (DEN DEKKER en VAN DIJK).

Tijdens de oogst zijn nog ringmonsters genomen op een diepte van 15 à 20 cm. Met behulp van deze monsters zijn het volumegewicht en het A-cijfer (g vocht per 100 g droge grond) aan het eind van de teelt bepaald.

Gewasmonsters zijn bij de oogst per object genomen. Hiertoe zijn van elk veldje twee gehele krippen gesneden, zodat elk mengmonster uit acht krippen per object bestond. In deze monsters is het percentage droge stof, terwijl na drogen en malen

de gehalten aan totale en aan nitraatstikstof zijn bepaald. De totale stikstof is volgens Kjeldahl bepaald en berekend op de droge stof. Voor de nitraatbepaling is het monster gedurende een half uur met water geëxtraheerd, waarna het nitraat met xylanol werd overgedestilleerd en in loog opgevangen. Het gehalte wordt uitgedrukt als % nitraatstikstof in de droge stof.

Tabel 1 Overzicht van de analyses van grondmonsters van de proefvelden

Proefveld	Plaats	Grondsoort	Nieuwe benaming volgens Stiboka	pH-water	pH-KCl	CaCO ₃ %
A	Loosduinen	duinzand <i>dune sand</i>	vlakvaaggrond	7,6	6,5	1,1
B	Heerde	pleistoceen zand <i>pleistocene sand</i>	veldpodzolgrond	6,3	5,4	0,0
C	Leidschendam	oud duinzand <i>old dune sand</i>	vlakvaaggrond	7,1	6,5	0,2
D	Berkel	humeuze oude zeeklei <i>humous old marine clay</i>	leekeerdgrond	6,9	6,6	0,3
E	Berkel	venige oude zeeklei <i>peaty old marine clay</i>	plaseerdgrond	6,9	6,6	0,2
F	Dubbeldam	jonge estuariumklei <i>young estuary clay</i>	poldervaaggrond	7,5	7,2	10,5
G	De Lier	lichte jonge zeeklei (opgevaren) <i>textured young marine clay (artificially raised)</i>	tuineerdgrond	7,3	6,9	2,4
H	De Lier	jonge zeeklei <i>young marine clay</i>	poidervaaggrond	7,4	7,1	4,9
K	Roelofarendsveen	oude zeeklei <i>old marine clay</i>	leekeerdgrond	8,0	7,3	4,1
L	's-Gravenzande	slibhoudend duinzand <i>silty dune sand</i>	vlakvaaggrond	7,5	6,7	0,5
M	Rotterdam	meermolm <i>detritus</i>	koopveengrond	6,8	6,4	0,2
N	Rotterdam	slibhoudend veen <i>silty peat</i>	koopveengrond	6,9	6,1	0,2
O	Loosduinen	slibhoudend duinzand (vergraven) <i>silty dune sand (reworked)</i>	vlakvaaggrond	6,8	6,3	0,3
P	Vleuten	rivierklei <i>river clay</i>	poldervaaggrond	7,3	6,7	6,3
R	Breda	dekzand <i>cover sand</i>	enkeerdgrond	6,3	5,5	0,0
S	Venlo	lichte rivierleem <i>light textured river loam</i>	beekeerdgrond	6,4	5,5	0,0

trial	location	soil type	pH-water	pH-KCl	CaCO ₃ %
-------	----------	-----------	----------	--------	---------------------

Table 1 Survey of the results of soil analysis of the trials

Tabelle 1 Zusammenstellung der Bodenanalysen der Versuchspartzen

Or- gani- sche stof %	Afslib- baar < 16 μ %	Grof zand > 105 μ %	NaCl $\frac{1}{1000}$ %	Gloeie- rest (-ex- tract) %	N- water $\frac{1}{1000}$ %	N- totaal %	P- water mg P_2O_5 per 100 g grond	P-AL mg P_2O_5 per 100 g grond	K- water mg K_2O per 100 g grond	dpm in Morgan's extract (1:2½)			
										Mg	Fe	Al	Mn
3,7	3	90	8	0,05	1,7	0,14	3,3	144	8	83	1,4	0,7	15
5,4	7	64	5	0,04	1,1	0,20	3,2	76	7	50	8,3	4,1	7
5,2	6	59	8	0,08	1,2	0,20	1,9	162	6	97	2,1	1,8	6
14,3	49	12	12	0,14	6,3	0,60	3,9	261	14	205	2,1	1,2	21
20,2	40	21	18	0,21	10,5	0,81	2,8	190	15	245	3,5	1,5	29
7,4	31	9	26	0,25	6,6	0,26	2,9	110	13	172	0,7	0,2	17
5,5	18	52	11	0,12	0,9	0,18	6,8	199	12	90	0,8	0,6	14
5,9	30	6	15	0,26	7,5	0,25	1,8	91	13	187	1,6	0,6	30
5,6	24	27	6	0,06	1,7	0,20	0,1	25	2	75	2,3	0,9	12
1,9	12	82	6	0,08	1,8	0,07	4,4	92	12	79	1,5	1,1	5
39,5	20	21	44	0,27	4,1	0,52	4,2	320	23	414	2,1	1,6	7
29,5	34	15	31	0,14	4,6	1,05	1,9	217	9	319	5,9	4,2	5
4,9	8	86	10	0,07	1,9	0,15	4,1	107	9	73	1,4	1,6	3
9,3	29	29	16	0,20	10,5	0,34	5,0	190	13	176	1,1	0,3	18
5,3	9	47	9	0,09	1,4	0,19	3,0	104	12	55	2,3	5,4	3
6,6	12	67	9	0,07	2,6	0,21	5,3	117	5	84	3,1	3,5	8

or- ganic matter %	per- centage sepe- rate < 16 μ %	coarse sand > 105 μ %	residu (ex- tract) on igni- tion %	N- water $\frac{1}{1000}$ %	N- total %	P- water mg P_2O_5 per 100 g soil	P-AL mg P_2O_5 per 100 g soil	K- water mg K_2O per 100 g soil	ppm in Morgan's extract (1:2½)			
									Mg	Fe	Al	Mn

3 Bespreking van de resultaten

3.1 Invloed van de stikstofmeststoffen op de opbrengst

Gemiddeld kropgewicht

In tabel 2 zijn de gemiddelde kropgewichten onder invloed van de verschillende stikstofgiften opgenomen. De gift naar 7½ kg kalkamonsalpeter per are blijkt in deze serie het vaakst optimaal te zijn geweest, in tegenstelling tot de in 1959 genomen proeven toen 2 à 4 kg kalkamonsalpeter per are gemiddeld de beste resultaten gaf.

Tabel 2 *Invloed van kalkamonsalpeter en bloedmeel op het gemiddelde kropgewicht van sla in grammen*

Proefveld	0 N	Kalkamonsalpeter per are				Bloedmeel per are			
		2½ kg	5 kg	7½ kg	10 kg	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg
A	101	113	115	108	117	111	105	111	108
B	156	178	188	184	200	167	180	187	186
C	140	138	145	149	144	142	145	150	146
D	149	148	152	143	150	151	150	152	154
E	146	139	137	137	134	143	139	142	142
F	166	166	156	173	160	165	165	157	160
G	155	175	168	182	178	164	159	166	150
H	96	94	97	93	88	96	96	95	98
K	108	124	124	118	123	119	121	116	119
L	123	132	133	136	133	132	142	132	139
M	165	170	162	169	163	160	166	162	169
N	98	106	104	107	103	106	103	105	100
O	140	140	143	147	138	131	147	130	149
P	130	131	130	133	118	134	132	130	125
R	193	225	231	224	221	214	215	212	211
S	153	146	153	161	158	153	153	156	155

trial	0 N	nitrochalk per are				dried blood per are			
		2½ kg	5 kg	7½ kg	10 kg	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg

Table 2 *Influence of nitrochalk and dried blood on mean head weight of lettuce in grams*

Tabelle 2 *Einfluss von Kalkamonsalpeter und Blutmehl auf das Durchschnittssalatkopfgewicht in Grammen*

- Bij wiskundige bewerking is de invloed van de stikstoftrappen aangetoond:
- als positief lineair effect op de proefvelden B en R (zeer betrouwbaar *); C, K, L, S (betrouwbaar) en A (bijna betrouwbaar);
 - als negatief lineair effect op proefveld P (betrouwbaar) en
 - als kwadratisch effect op de proefvelden B en R (zeer betrouwbaar) en K, N en P (betrouwbaar).

Gevonden werd dat kalkamonsalpeter betrouwbaar beter was dan bloedmeel op drie proefvelden, te weten G en R (zeer betrouwbaar) en B (betrouwbaar) en dat bloedmeel (bijna betrouwbaar) beter was dan kalkamonsalpeter op proefveld L.

Relatieve opbrengst bij bemesting met kalkamonsalpeter

Om de resultaten van de proefvelden onderling te kunnen vergelijken is de relatieve opbrengst per proefveld bepaald. Deze is berekend door het gemiddelde kroggewicht van het 0-object uit te drukken in dat van het object met de zwaarste sla, waarbij het laatste op 100 is gesteld. In het ene geval dat het 0-object de zwaarste sla opleverde is het gemiddelde kroggewicht van het 0-object uitgedrukt in dat van het kroggewicht over de overige objecten. Een relatieve opbrengst boven 100 duidt zodoende aan dat de stikstofbemesting een opbrengstdaling veroorzaakte.

De op deze wijze verkregen cijfers van de relatieve opbrengst zijn met N-water, bepaald in vóór de aanvang van de teelt genomen grondmonsters, in verband gebracht (zie fig. 1). Behalve de gegevens van dit onderzoek zijn ook de op dezelfde wijze berekende gegevens van het onderzoek van 1959 in de figuur weergegeven. Uit de figuur blijkt dat er een redelijk verband bestaat tussen de relatieve opbrengst en N-water voor de aanvang van de proef. De reactie van het gewas in de serie 1963/'64 komt goed overeen met die uit 1959. Door het tekenen van de regressielijn is verder af te lezen, bij welke waarde van N-water de relatieve opbrengst gelijk is aan 100. Omdat een relatieve opbrengst boven 100 betekent dat door bemesting met stikstof een opbrengstdepressie is verkregen geeft het bijbehorende cijfer voor N-water (= 9) de grenswaarde aan, waarboven stikstofbemesting achterwege moet blijven.

Vergelijking van kalkamonsalpeter en bloedmeel ten aanzien van de opbrengst

Men krijgt uit een oppervlakkige beschouwing van de gegevens in tabel 2 reeds de indruk dat kalkamonsalpeter iets beter heeft gewerkt dan bloedmeel. Op 9 van de 15 proefvelden lag de maximale opbrengst voor kalkamonsalpeter hoger dan voor bloedmeel.

Duidelijker wordt het beeld nog, wanneer de opbrengsten van de 0-objecten op

*) Wiskundig betrouwbaar betekent met onbetrouwbaarheidsdrempel $P = 0,05$, zeer betrouwbaar met $P = 0,01$, bijna betrouwbaar met $P = 0,1$.

Fig. 1 Verband tussen relatieve opbrengst en N-water, bepaald in grondmonsters, genomen voor de aanvang van de proeven

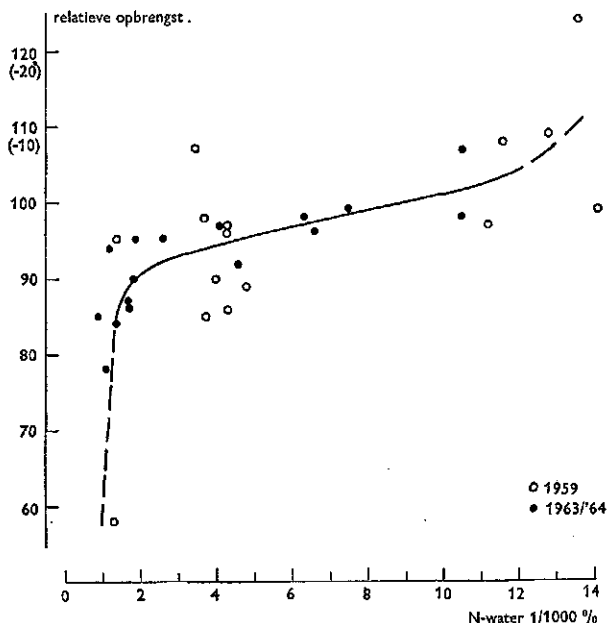


Fig. 1 Relation between relative yield and 'N-water' (water soluble nitrogen) estimated in soil samples taken before starting the experiments

Abb. 1 Beziehung zwischen Relativertrag und 'N-water' (wasserlöslicher Stickstoff) bestimmt in Bodenproben, genommen vor Beginn des Versuchs

100 worden gesteld en die van de andere objecten hierin worden uitgedrukt. De opbrengst is dan gemiddeld over de met kalkamonsalpeter bemeste objecten van alle proefvelden 105,2 tegenover 100 voor onbemest en 103,9 voor bloedmeel (zie ook tabel 3). Dit wil zeggen dat gemiddeld over het gehele materiaal kalkammonsalpeter 1,3 % meer heeft opgebracht dan bloedmeel.

Voor een verklaring van het feit dat kalkammonsalpeter op enkele proefvelden en bloedmeel op andere het gunstigst heeft gewerkt, menen wij twee situaties te moeten onderscheiden, te weten respectievelijk een lage en een hoge stikstoftoestand van de grond bij het begin van de proef. Worden de gegevens van de proefvelden met laag N-water (2,6 en lager) bij elkaar geplaatst en de opbrengst van de onbemeste objecten weer op 100 gesteld, dan geven de kalkamonsalpeter-objecten gemiddeld een opbrengst van 110,0 en die met bloedmeel van 106,9, dat is dus 3,1 % hoger ten gunste van kalkammonsalpeter. Gedetailleerde gegevens zijn in tabel 3 opgenomen. Hetzelfde is voor proefvelden met hoge stikstoftoestand van de grond (N-water 6,3-10,5) bij het begin van de proef uitgevoerd. De objecten met kalkammonsalpeter gaven in deze groep gemiddeld een opbrengst van 97,4 tegenover 99,3 met bloedmeel, waarbij onbemest op 100 is gesteld.

Tabel 3 Opbrengst aan sla in relatieve cijfers (gem. kroppgewicht bij 0 N = 100) gemiddeld over proefvelden met resp. lage en hoge stikstoftoestand van de grond bij het begin van de proef

Uitgangs- toestand N-water	Aantal proef- velden	Bemesting in kg per are									
		kalkammonsalpeter					bloedmeel				
		2½	5	7½	10	gem.	5	10	15	20	gem.
0,9- 2,6	9	108	110	111	111	110	105	108	107	108	107
6,3-10,5	5	99	98	99	94	97	100	99	99	99	99
Totaal	16	105	105	106	105	105	103	105	104	104	104
		2½	5	7½	10	mean	5	10	15	20	mean
		nitrochalk					dried blood				
'N-water' initial state	number of trials	fertilization in kg per are									

Table 3 Yield of lettuce in relative figures (mean head weight at 0 N = 100) as an average of experimental fields with low and high nitrogen content in soil respectively before starting culture

Tabelle 3 Relativertrag von Kopfsalat (Durchschnittskopfgewicht bei 0 N = 100) als Durchschnitt der Parzellenversuche mit niedrigem bzw. hohem Stickstoffgehalt des Bodens beim Anfang des Versuches

Het feit dat kalkammonsalpeter bij lage stikstoftoestand van de grond gunstiger werkt dan bloedmeel, moet daaraan worden toegeschreven dat de planten op met kalkammonsalpeter bemeste grond na het uitpoten een snellere begingroei zullen vertonen dan die welke eerst één à twee weken moeten wachten alvorens bloedmeel voldoende voor de plant opneembare stikstof heeft geleverd.

Bij de groep van proefvelden met hoge stikstoftoestand van de grond is de lagere opbrengst door kalkammonsalpeter in vergelijking met bloedmeel te verklaren uit een hogere zoutconcentratie in deze gronden door bemesting met kalkammonsalpeter, een stijging die niet of in mindere mate door bemesting met bloedmeel wordt veroorzaakt. De groei zal door de toegenomen zoutconcentratie zijn belemmerd.

Na het vorige onderzoek (ROORDA VAN EYSINGA 1961) werd het gebruik van bloedmeel afgewezen op grond van bijkomende overwegingen zoals de kwalijke reuk en de te hoge prijs en niet van opbrengstverschillen omdat deze niet werden vastgesteld. Uit het recente onderzoek volgt dat, in vergelijking met kalkammonsalpeter, gemiddeld ook op een zij het geringe opbrengstdaling bij gebruik van bloedmeel moet worden gerekend. Hoewel de opbrengstverlaging mogelijk door bepaalde maatregelen zoals vroegtijdige toediening van bloedmeel, is op te heffen, menen wij dat het gebruik van bloedmeel moet worden ontraden.

Invloed van de rassen

Bij het onderzoek in 1959 werd een aanwijzing verkregen dat het ras Meikoningin een iets grotere en Proeftuins Blackpool een geringere stikstofbehoefte heeft. Meikoningin kwam in de hier besproken proeven niet meer voor. Naast Proeftuins Blackpool waren de meest geteelde rassen: Vitesse en Deciso. Er werd geen verschil in reactie op stikstof tussen deze rassen gevonden.

3.2 Verband tussen de reactie van het gewas en het stikstofgehalte van de grond

De voor de verschillende proefvelden gevonden optimale giften kalkammonsalpeter zijn in figuur 2 uitgezet tegen N-water bepaald in voor de proef genomen grondmonsters. Ter vergelijking zijn ook de gegevens uit het onderzoek van 1959 in Noord-Limburg, in deze figuur opgenomen. Enkele punten in de figuur zijn van een pijltje naar boven of naar beneden voorzien, waarmee wordt aangeduid dat een zwaardere bemesting dan de hoogste gift resp. een lager stikstofaanbod uit de grond (bijv. door doorspoelen) dan de 0-gift waarschijnlijk een nog betere opbrengst zou hebben gegeven.

Fig. 2 Optimale stikstofgift in kg kalkammonsalpeter per are op basis van N-water

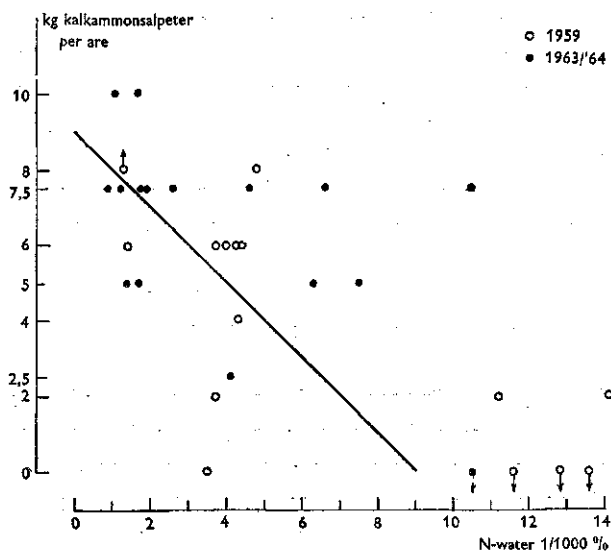


Fig. 2 Optimal application of Nitrochalk on 'N-water' base
Abb. 2 Optimale Stickstoffdüngung auf Grund von 'N-water'

Voor de gegevens van 1959, voor die van 1963/'64 en ook voor het gehele materiaal geldt dat de correlatie tussen optimale stikstofgift en N-water slechts matig is (correlatiecoëfficiënten resp. $r = -0,84^{**}$, $r = -0,50^*$ en $r = -0,67^{**}$). Als gevolg hiervan is het moeilijk de lijn die de optimale bemesting op grond van N-water aangeeft nauwkeurig vast te stellen. Een verdere moeilijkheid is dat een aantal van de bij de 0-gift behorende punten naar beneden moet worden verplaatst. Houdt men hiermede rekening en voorts met het feit dat volgens de bewerking van de relatieve opbrengst boven N-water 9 de bemesting achterwege moet blijven en dat een bemesting met 1 kg kalkammonsalpeter per are gemiddeld over alle trappen en alle proefvelden N-water één eenheid doet stijgen, dan geeft de getekende lijn de meest waarschijnlijke optimale bemesting op basis van N-water weer.

Het gehalte aan organische stof heeft mogelijk invloed op de waardering van N-water. Het is bij dit onderzoek niet mogelijk gebleken een correctie voor het organische-stofgehalte toe te passen. Omdat slechts een enkele sterk venige grond in het onderzoek is betrokken geweest, is nader onderzoek speciaal voor dergelijke gronden gewenst.

Bij de publikatie van de gegevens uit 1959 (ROORDA VAN EYSINGA 1961) is uiteengezet dat de sla in een deel van de proeven in 1959 te droog was geteeld. Achteraf bezien moeten wij deze mening bevestigen en menen wij dat door de invoering van regeninstallaties (omstreeks 1954-1960) die leidde tot een ruimere vochtvoorziening, een zwaardere bemesting nodig en mogelijk is geworden. De stikstofbemesting zal onder (te) droge omstandigheden lager moeten worden gekozen dan onder vochtige. Op voor droogte gevoelige gronden, dus vooral op hoge zandgronden moet daarom met een zware stikstofbemesting voorzichtigheid worden betracht.

3.3 Stikstofgehalte in de grond aan het eind van de proef

Terstond na de oogst zijn grondmonsters per object genomen, waarin N-water is bepaald. In tabel 4 zijn de resultaten van dit onderzoek weergegeven, met dien verstande dat de getallen voor N-water van de bemeste objecten zijn vermindert met die van de onbemeste. De tabel geeft dus de stijging van N-water onder invloed van de meststoffen.

De waarde van N-water op de niet met stikstof bemeste objecten is vrijwel niet veranderd in vergelijking met die in de vooraf genomen monsters. Opneming van stikstof door het gewas zou een daling hebben kunnen veroorzaken, stikstofmineralisatie een stijging. In 10 van de 16 gevallen werd een geringe stijging, in 6 een geringe daling waargenomen.

Een indruk van de mineralisatie van stikstof uit bloedmeel is te verkrijgen door de stijging van N-water op de kalkammonsalpeter-objecten te vergelijken met de toeneming op die met bloedmeel. Aan het eind van de slateelt werd in vergelijking met kalkammonsalpeter 72 % van de stikstof uit bloedmeel in de grond als N-water teruggevonden.

Tabel 4 *Verskil in N-water tussen onbemeste en bemeste objecten in grondmonsters na de oogst genomen*

Proef- veld	Verskil ten opzichte van onbemest										N-water 0-veldjes (na oogst)
	kalkammonsalpeter					bloedmeel					
	2½ kg	5 kg	7½ kg	10 kg	som	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg	som	
A	1,0	1,7	2,6	2,5	7,8	0,9	3,2	2,3	4,7	11,1	1,7
B	1,3	3,3	5,9	8,4	18,9	0,5	1,6	3,8	5,6	11,5	1,2
C	3,9	8,5	9,5	12,5	34,4	2,7	5,7	8,5	8,5	25,4	2,5
D	3,5	5,5	9,5	12,5	31,0	1,5	4,5	7,5	8,5	22,0	10,5
E	1,5	3,5	6,5	7,5	19,0	1,5	2,5	4,5	8,5	17,0	11,5
F	2,4	8,8	11,8	19,8	42,8	2,2	4,8	6,8	8,8	22,6	7,2
G	2,2	3,3	5,1	6,5	17,1	1,0	2,2	3,0	6,3	12,5	1,2
H	1,9	4,9	5,9	8,9	21,6	0,9	3,9	7,9	7,9	20,6	9,1
K	1,4	4,9	7,8	10,0	24,1	1,3	3,6	6,6	9,0	20,5	2,0
L	1,6	4,7	5,9	11,7	23,9	1,4	3,2	6,4	8,7	19,7	1,3
M	5,0	7,0	6,0	11,0	29,0	4,0	1,0	6,0	6,0	17,0	10,0
N	8,1	14,1	15,1	23,1	60,4	6,1	7,1	13,1	20,1	46,4	6,9
O	1,4	2,6	3,2	3,6	10,8	1,1	2,6	4,9	4,8	13,4	1,5
P	6,0	8,0	11,0	13,0	38,0	5,0	9,0	10,0	10,0	34,0	10,0
R	0,7	1,8	5,4	4,9	12,8	0,3	1,3	4,1	7,2	12,9	0,8
S	1,0	2,8	5,3	5,4	14,5	0,5	1,3	1,9	2,7	6,4	1,9
	2½ kg	5 kg	7½ kg	10 kg	total	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg	total	
	nitrochalk					dried blood					
trial	difference compared with unfertilized										'N-water' 0-plots (after harvest)

Tabel 4 *Differences in 'N-water' in soil samples after the harvest between fertilized and unfertilized treatments*

Tabelle 4 *Unterschied in 'N-water' zwischen gedüngten und ungedüngten Bodenproben nach der Ernte*

3.4 Gewasanalyse

Chemisch gewasonderzoek is in het bijzonder toegepast om door middel van stikstofbepalingen als maat voor de stikstofvoorziening van het gewas inzicht te krijgen in bij groei en opbrengst waargenomen verschillen. Hierbij is ook getracht gebruik te maken van de door de VAN BURG (1962) ingevoerde 'nitrochoor'. Gewasonderzoek gaf echter weinig resultaat, omdat de verschillen in stikstof-, evenals in drogestofgehalte tussen de behandelingen van een proefveld afwezig of zeer gering waren.

Het droge-stofgehalte bedroeg gemiddeld 4,05 %; het laagste gehalte per object was 3,0 %, het hoogste 6,1 % op vers gewicht. Het verschil in droge-stofgehalte tussen de proefvelden is groot. Maar een invloed van de meststofsoorten of -trappen werd niet gevonden, in tegenstelling tot het onderzoek in 1959 toen op sommige

proefvelden een geringe stijging van het droge-stofgehalte door de bemestings-trappen werd gevonden. Het lijkt aannemelijk dat het vochtregime (drogere teelt in 1959) hier van invloed is geweest. Bij droge teelt zal eerder groeiremming door verzouting met kunstmest optreden met als gevolg een hoger droge-stofgehalte.

Het totale gehalte aan stikstof liep uiteen van 4,48 tot 5,93 %, het gehalte aan nitraatstikstof van 0,77 tot 2,40 % in de droge stof. De verschillen tussen de proefvelden zijn groot, die onder invloed van de bemestingstrappen gering. Dit geldt vooral voor het totale gehalte aan stikstof. Het gehalte aan nitraatstikstof op onbemeste veldjes was gemiddeld 5 % lager dan op bemeste (zie ook fig. 3).

Voor de variatie in de stikstofgehalten tussen de proefvelden werd getracht een verklaring te vinden door te zoeken naar correlaties met bodem- en gewasfactoren. Dit bleek slechts gedeeltelijk mogelijk omdat de resultaten van het grondonderzoek onderling te sterk waren gecorreleerd. Een hoge correlatie ($r = 0,77^{**}$) werd bijvoorbeeld gevonden tussen het gehalte aan afslibbare delen en N-water in de vooraf genomen grondmonsters. Dit kan aan een geringere uitspoeling van stikstof op zwaardere gronden worden toegeschreven. Tussen de bepalingen in het gewas werden ook hoge correlaties gevonden. Zo kan worden genoemd het negatieve verband tussen het totale gehalte aan stikstof en dat aan droge stof ($r = -0,74^{**}$).

Het verband tussen de gehalten in grond en in gewas wordt in fig. 3 geïllustreerd. Daarin zijn tegen elkaar uitgezet het gehalte aan nitraatstikstof in de slakrop en de bijbehorende waarde van N-water in het direct na de oogst genomen grondmonster. De gegevens hebben op met kalkammonsalpeter bemeste objecten betrekking; die

Fig. 3 Verband tussen nitraatstikstof (% N op droge stof) in sla en N-water bij oogst

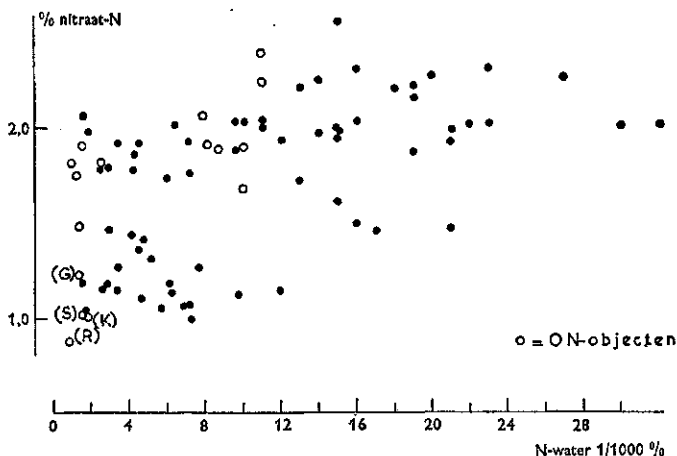


Fig. 3 Relation between nitrate-nitrogen (% N on dry weight) in lettuce and 'N-water' in soil after harvesting

Abb. 3 Beziehung zwischen Nitratstickstoffgehalt (% N auf Trockensubstanz) in Salatköpfe und 'N-water' im Boden nach der Ernte

voor bloedmeel zijn weggelaten om het aantal punten te beperken en omdat deze geen beter inzicht verschaffen. De gegevens van de niet met stikstof bemeste objecten zijn apart aangegeven. In het algemeen liggen de punten betreffende de bemeste objecten van een proefveld in horizontale richting rechts van het bijbehorende open cirkeltje dat het onbemeste object aangeeft. Door de stikstofbemesting stijgt N-water, afhankelijk van het volumegewicht van de grond, in meer of mindere mate terwijl het gehalte aan nitraatstikstof in het gewas slechts weinig (gemiddeld 5 %) toeneemt. Vooral de proefvelden G, K, R en S vertonen een laag nitraatgehalte in het gewas. Mogelijk is de oogstdatum er oorzaak van dat het nitraatgehalte in het gewas zowel op bemeste als onbemeste objecten van de proefvelden R en S laag ligt (zie fig. 4). De proefvelden K en G gaven van alle proefvelden het hoogste droge stofgehalte te zien. Het is daardoor mogelijk de punten van deze beide proefvelden beter bij de overige te doen aansluiten door het gehalte aan nitraatstikstof niet uit te drukken op de droge stof maar op het verse gewicht. Na deze bewerking was het niet meer mogelijk nog verband tussen de stikstofgehalten in grond en gewas te leggen.

De invloed van de oogstdatum is in fig. 4 weergegeven. In deze figuur is het gehalte aan nitraatstikstof in het gewas tegen de oogstdatum uitgezet. Gebruikt is het gehalte in het gewas van de 'optimale' objecten, dit wil zeggen van de objecten met de zwaarste sla per proefveld. Dit is gedaan in de verwachting dat hier maximale opbrengst en optimaal nitraatgehalte samengaan zonder een voor het gewas 'nutteloze' ophoping van nitraat. Omdat de bemestingstrappen geen of weinig in-

Fig. 4 Verband tussen nitraatstikstofgehalte (% N op droge stof) in slakroppen van de veldjes met hoogste opbrengst en oogstdatum

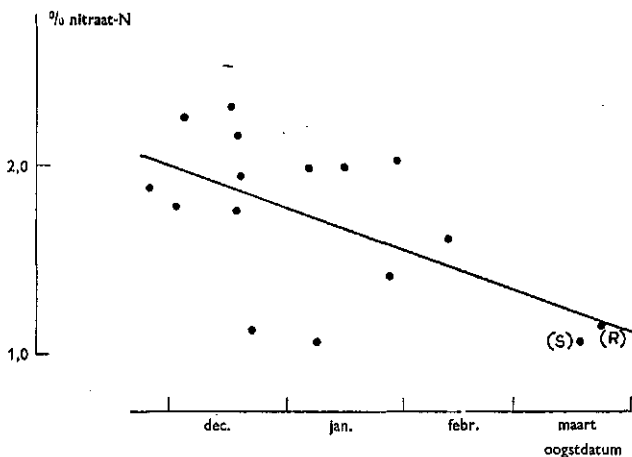


Fig. 4 Relation between content of nitrate nitrogen (% N on dry weight) of lettuce on plots with the highest yield and date of harvest

Abb. 4 Beziehung zwischen Nitratsstickstoffgehalt (% N auf Trockensubstanz) in Salatköpfe von Optimalparzellen und Erntetag

vloed hebben op de gehalten in het gewas, maakt het weinig uit of deze gegevens dan wel die van de objecten zonder stikstofbemesting worden gebruikt. Uit de figuur is af te lezen dat de sla op de proefvelden R en S (oogstdatum eind maart) een laag gehalte aan nitraatstikstof had. Voor het verband tussen oogstdatum en gehalte aan nitraatstikstof is bij rechtlijnige vereffening als correlatiecoëfficiënt $r = -0,59^*$ berekend. Het gevonden verband tussen nitraatstikstof en oogstdatum moet met enige twijfel worden bekeken, omdat het vooral op de extreme gegevens van de proefvelden R en S berust. Dat aan dit verband toch reële betekenis wordt toegekend vindt zijn motivering in de volgende feiten. Wordt het gehalte aan nitraatstikstof niet in procenten in droge stof maar in vers gewicht uitgedrukt, dan wordt de relatie vrijwel niet beïnvloed. De ligging van de regressielijn blijft ongeveer gelijk en de correlatiecoëfficiënt is in dit geval eveneens $r = -0,59^*$. Voor een reële betekenis van de gevonden relatie tussen nitraatstikstof en oogstdatum kan verder worden aangevoerd dat volgens MULDER (1956) een verhoging van het gehalte aan nitraatstikstofgehalte in het gewas zal optreden door beperking van de nitraatreductie onder lichtarme omstandigheden, zoals die omstreeks de jaarwisseling optreden.

Uit het voorgaande is te verwachten (en het werd ook gevonden) dat het gehalte aan eiwitstikstof op de eind april geogoste proefvelden R en S (resp. 4,52 en 4,54 % stikstof in de droge stof) hoger lag dan op enig ander proefveld. Het gehalte aan eiwitstikstof werd verkregen door het totale gehalte aan stikstof te verminderen met dat aan nitraatstikstof.

Samenvatting

Een beschrijving wordt gegeven van stikstofbemestingsproeven bij onder glas geteelde kropsla. Zestien proefvelden waren aangelegd op tuindersbedrijven op verschillende grondsoorten. Elk proefveld omvatte vijf stikstoftrappen in viervoud, terwijl kalkammonsalpeter en bloedmeel als stikstofmeststof werden vergeleken.

Bij laag niveau van in water oplosbare stikstof in de grond gaf kalkammonsalpeter een enkele procenten zwaardere sla dan bloedmeel; bij hoog stikstofniveau was overmaat stikstof in de vorm van bloedmeel minder schadelijk dan kalkammonsalpeter.

De optimale stikstofbemesting van kropsla met kalkammonsalpeter op basis van het stikstofgehalte van de grond (N-water) werd vastgesteld.

Beoordeeld aan het stikstofgehalte van de grond (N-water) na de oogst, werd van de stikstof uit bloedmeel 72 % teruggevonden in vergelijking met die uit kalkammonsalpeter.

Waarschijnlijk heeft in de winter geoogste sla een hoger nitraatgehalte en misschien ook een lager eiwitgehalte dan in het voorjaar geoogste.

Summary

There is dealt with experiments on nitrogen fertilization of cabbage lettuce grown under glass. The 16 experimental fields were laid on growers' nurseries on different soil types. On each field five increasing applications of nitrogen were given in four-fold. As nitrogen fertilizer nitrochalk and dried blood were compared.

At a low nitrogen level in the soil nitrochalk gave a somewhat heavier head-weight than did dried blood. At a high nitrogen level in the soil dried blood was superior to nitrochalk, but here the omission of nitrogen was best.

An advice for fertilization of lettuce with nitrochalk, based on 'N-water' figures, is given.

According to the nitrogen content of the soil after cultivation estimated as 'N-water' (water soluble nitrogen), the effect of nitrogen in dried blood was 72 % in comparison with the nitrogen in nitrochalk.

Lettuce harvested in winter probably contains more nitrate and perhaps less protein than lettuce harvested in spring.

Zusammenfassung

Eine Beschreibung wird gegeben von Stickstoffdüngungsversuchen zu Kopfsalat unter Glas angebaut. Die 16 Parzellenversuche lagen auf Praxisbetrieben auf verschiedenen Bodenarten. Jeder Parzellenversuch umfasste in vierfacher Wiederholung fünf gesteigerten Stickstoffgaben, wobei als Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter und Blutmehl verglichen worden sind.

Bei niedrigem Stickstoffgehalt im Boden war bei der Düngung mit Kalkammonsalpeter das Kopfgewicht einige Prozente höher als mit Blutmehl. Bei hohem Stickstoffgehalt im Boden war Blutmehl besser als Kalkammonsalpeter, aber ohne Stickstoffdüngung wurde das beste Resultat erhalten.

Die optimale Düngung für Kopfsalat mit Kalkammonsalpeter auf Grund des Stickstoffgehaltes im Boden ('N-water') wurde ausgewertet.

Beobachtet am Stickstoffgehalt im Boden beim Ende des Anbaus, bestimmt als 'N-water' (wasserlöslicher Stickstoff) war die Wirkung von Stickstoff aus Blutmehl 72 % im Vergleich zu Stickstoff aus Kalkammonsalpeter.

Wahrscheinlich enthält Kopfsalat im Winter geerntet einen höheren Nitratgehalt und vielleicht auch einen niedrigeren Eiweißgehalt als Kopfsalat im Frühjahr geerntet.

Literatuur

- BURG, P. F. J. VAN 1962 Interne stikstofbalans, productie van droge stof en veroudering bij gras. Diss. Wageningen, tevens Versl. Landbk. Onderz. 68.12: 1-131.
- DEKKER, P. A. DEN, en 1963 Voorschriften analysemethoden. Proefsta. Groenten-Fruitt. P. A. VAN DIJK Glas, Naaldwijk. Intern rapport.
- MULDER, E. G. 1956 Stikstof in de plant. Meded. Dir. Tuinb. 19: 673-690.
- ROORDA VAN EYSINGA, 1961 Bemesting met stikstof van kropsla geteeld in het voorjaar J. P. N. L. onder glas. Versl. Landbk. Onderz. 68.3: 1-32.