

**proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt
in de vollegrond, lelystad-alkmaar**

410

Invloed van stikstofbemesting
op de opbrengst en kwaliteit
van knolselderij - 1982

PROEFSTATION
agv
D

Invloed van stikstofbemesting
op de opbrengst en kwaliteit
van knolselderij - 1982

Interne mededeling 287

Project 62.2.03

PAGV 831

mei 1983

ir P.H.M. Dekker

ing. J.J. Neuvel

ir H.H.H. Titulaer

229 3846

1. Inleiding
2. Materiaal en methode
 - 2.1 Opkweek van de planten
 - 2.2 Proefveld
 - 2.3 Groei van het gewas
 - 2.4 Weersgegevens
 - 2.5 Werkzaamheden
3. Resultaten
 - 3.1 Knolopbrengst
 - 3.2 Opbrengst blad, knol en wortels
 - 3.3 Drogestofgehalte
 - 3.4 Inwendige kwaliteit
 - 3.5 Visuele beoordeling op het veld
 - 3.6 N-mineraal bepaling van de grond
 - 3.7 Bepaling van nitraatgehaltes in het gewas
 - 3.8 Stikstofopname door het gewas
 - 3.9 Resultaten bewaarproef
 - 3.10 Tussentijdse oogsten
4. Samenvatting

Inleiding

Bij de teelt van knolselderij wordt in de praktijk vaak een basisbemesting gegeven van ca. 120 kg N per ha. Tijdens het groeiseizoen wordt gewoonlijk nog twee keer overbemest. Het bezwaar van een zware basisbemesting is dat de planten te veel blad gaan vormen, waardoor de knolvorming te laat op gang komt. De eerste overbemesting vindt in de tweede helft van juli plaats en de tweede in begin september. Per keer wordt een hoeveelheid van 40-60 kg N per ha gestrooid, afhankelijk van grondsoort en gewasontwikkeling. Op lichte grondsoorten komt men op deze wijze op 200 kg en op zwaardere grondsoorten op 280 kg N per ha. Er zijn in Nederland geen proefveldcijfers bekend om de praktijk te kunnen adviseren over de hoogte van de optimale totale stikstofgift en hoe deze gift verdeeld over het groeiseizoen moet worden gegeven. Ook is niet bekend wat het effect van stikstof is op de kwaliteit en de bewaarbaarheid van de knolselderij. Op het PAGV in Lelystad is daarom in 1982 een proef gestart om meer gefundeerd tot een stikstofbemestingsadvies voor knolselderij te komen. Bij de proef zijn tevens het Sprenger Instituut ingeschakeld om de invloed van de N-bemesting op de bewaarbaarheid te onderzoeken en de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer van de Landbouw Hogeschool waar de gewasanalyses zijn uitgevoerd om de invloed van de N-bemesting op nitraatgehalte en op de totale N-opname te bestuderen.

2. Materiaal en methode

2.1. Opkweek van de planten

Het ras Tropa is op 5 maart op het PAGV in Alkmaar onder verwarmd platglas gezaaid. Het zaad had een 1000-korrelgewicht van 0,63 gram. Per raam is 0,7 gram zaad breedwerpig gezaaid. Op 15 maart was de grondtemperatuur 15°C. Op 30 maart kwamen de kiemplantjes boven en werd de plastic bodembedekking verwijderd. De temperatuur van de bodem was nog steeds 15°C. Op 19 april zijn gemiddeld 900 planten per m² geteld. Op plaatsen waar de planten te dik op elkaar stonden is toen gedund. De grondtemperatuur op 19 april was 19°C. Op 25 april werd de verwarming uitgeschakeld. De grondtemperatuur viel toen terug; op 7 mei werd 10°C gemeten. Op 7 mei werden aan de zuidzijde van de bak 600 planten per m² geteld en aan de noordzijde 800 planten per m². Het verschil werd veroorzaakt doordat het bodemprofiel aan de zuidzijde was verstoord door werkzaamheden aan de drainage in de voorafgaande winter. Op 7 mei hadden de planten 3-5 blaadjes gevormd en wogen gemiddeld 0,8 gram. Op 25 mei hadden de planten gemiddeld 3 grote en 4 kleine blaadjes gevormd. Het gemiddeld bovengronds plantgewicht was 3,3 gram. Op 1 juni zijn de planten geplukt. De lengte van de planten was 20-24 cm, ze hadden 7 blaadjes gevormd en het bovengronds plantgewicht was gemiddeld 5,9 gram. Met wortel wogen de planten gemiddeld 6,8 gram. Door regenval kon op 2 juni niet geplant worden. Tot 3 juni zijn de planten daarom, afgedekt met een natte zak en bij 5°C in een koelcel opgeslagen.

2.2 Proefveld

Op 1 juni is op het proefveld met 8 liter/ha Phytosol gespoten tegen wortelvlies en is vervolgens de grondbewerking uitgevoerd. Op 3 juni is de knolselderij met de drie-rijige Accord-plantmachine geplant. De rijenafstand was 50 cm en de afstand in de rij 43 cm. Open plaatsen zijn een week na het planten opgevuld, zodat uniform een plantdichtheid van 46.000 planten per ha is gerealiseerd. In het najaar van 1981 is de fosfaat- en kalibemesting gegeven; 211 kg P₂O₅ per ha en 211 kg K₂O per ha in de vorm van 0-25-25. De voorvrucht was wintertarwe en de voor-voorvrucht zomergerst. Tegen onkruid is op 15 juni met 1,5 kg/ha Linuron gespoten. Na het uitplanten en na de twee stikstofverbemestingen is het gehele proefveld beregend, in totaal is vier keer beregend en wel op 4 juni, 27 juli, 3 augustus en 13 september. Per keer is ongeveer 15 mm beregend. Op 16 juli, 30 juli, 12 augustus, 26 augustus en 22 september is met 2,5 kg/ha Manebfentin tegen bladvlekkenziekte gespoten. Een aantasting door bladvlekkenziekte heeft zich niet voorgedaan. Op 30 juli is de bespuiting gecombineerd met 0,5 kg/ha

Pirimor tegen bladluizen. Op 17 augustus en op 1 september is met 0,5 liter/ha Phosdrin tegen wantsen gespoten. De bespuiting op 26 augustus tegen bladvlekkenziekte is gecombineerd met 2 kg/ha Maneltraborium om boriumgebrek te voorkomen. De proef was aangelegd op kavel V2. De stikstofbemestingen zijn uitgevoerd volgens proefveldschema. Op 27 april is de N-basisbemesting gegeven met de Nordsten-nokkenradzaaimachine, (vier meter breed). De stikstofoverbemestingen zijn met de hand gegeven op 27 juli en op 10 september. De proef is aangelegd in drie herhalingen. Per herhaling waren 20 objecten opgenomen, die volledig waren geward. De bruto veldjesgrootte was $12 \times 4 = 48 \text{ m}^2$. Buiten de proef waren vijf extra veldjes opgenomen met verschillende N-giften waarin tussentijds geoogst kon worden.

2.3 Groei van het gewas

Waarschijnlijk als gevolg van een niet uniforme grondbewerking waren er in de maanden juni en juli een aantal rijen te herkennen met een wat mindere stand. De richting van de rijen was dwars over alle veldjes, zodat geen ernstige verstoring van het proefveld optrad. Echter ook binnen de rijen was een aanzienlijke spreiding in plantgrootte. Een dergelijke spreiding wordt ook in de praktijk vaak aangetroffen. In vergelijking met in Alkmaar uitgeplante planten was de aanslag in Lelystad iets minder vlot, maar dit leverde geen problemen op. Op 16 augustus is opgetekend dat de rijen elkaar wel raakten, maar dat nog geen volledige bodembedekking is bereikt. Op het moment van de tweede stikstofoverbemesting op 10 september valt het op dat de oudste bladeren zijn gaan strijken en een enkel oud blad geel begint te worden. Door de bespuitingen hebben zich geen problemen voorgedaan met luizen of wantsen of veroorzaakt door bladvlekkenziekte. Wel openbaarde zich reeds augustus/september een wratachtig verschijnsel op de wortels, net onder de knol. Deze woekeringen werden naar de oogst toe duidelijker, ongeveer de helft van de planten was zichtbaar behebt met deze kwaal. Bovengronds waren geen symptomen te zien. Door de Plantenziektkundige Dienst in Wageningen kon geen oorzaak worden opgegeven. Later bleek dat de planten uitgeplant in Alkmaar van hetzelfde opkweekmateriaal dezelfde symptomen vertoonden. Het verschijnsel is niet opgelost. Bij de beoordeling van de opbrengsten is er van uitgegaan dat het verschijnsel de groei van het gewas niet heeft beïnvloed; de opbrengst was immers hoog. Er was geen interactie met de stikstofbemesting. Wel werd afgezien om een volledige bewaarproef uit te voeren. Evenals op vele andere plaatsen in Nederland werd ook op het proefveld bij de oogst een aantasting geconstateerd van de rouwmug. Volgens de PD doet deze mug geen schade, ze parasiteert op dood organisch materiaal.

2.4 Weersgegevens

In tabel 1 zijn de weersgegevens per decade vermeld, zoals ze op het PAGV zijn vastgesteld. Volstaan is hier met het vermelden van de gemiddelde maximum- en minimum temperatuur en de hoeveelheid neerslag.

Tabel 1. Maximum- en minimum temperatuur in °C en neerslag in mm,
PAGV - Lelystad 1982.

	juni			juli			augustus			september			oktober		
	C°			C°			C°			C°			C°		
	max.	min.	mm	max.	min.	mm	max.	min.	mm	max.	min.	mm	max.	min.	mm
I	24	13	8	22	13	4	25	16	23	21	11	3	15	11	16
II	17	11	12	24	14	15	21	13	26	22	12	4	15	10	45
III	19	13	66	22	14	3	19	11	29	19	12	26	14	9	13
Mnd	20	12	86	23	14	22	22	13	78	20	12	33	15	10	74

2.5 Werkzaamheden

Op 18 februari is het proefveld bemonsterd voor bepaling van het N-mineraal gehalte. Bemonsterd is de laag 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. Op 11 mei is dit herhaald voor het nul-object en het object met de hoogste stikstofgift. Op de tijdstippen van de overbestedingen en bij de oogst resp. op 26 juli, 8 september en 2 november zijn vier objecten bemonsterd, nl. de objecten 0, 120, 240 en 360 kg N per ha gegeven als basisbesteding en zonder overbestedingen. De analyses zijn uitgevoerd op het Bedrijfslaboratorium te Oosterbeek. Gedurende het groeiseizoen is op gezette tijden een waardering gegeven voor de zichtbare reactie op de stikstofgiften. Door het rooien van minimaal 5 planten per veldje is van de extra veldjes buiten de proef het groeiverloop vervolgd. De planten werden steeds zorgvuldig met een riek opgerooid en na wassen gesplitst in blad-, knol- en wortelgedeelte. Bepaald zijn de opbrengsten vers gewicht en de drogestofgehaltes. De monsters werden 48 uur gedroogd bij 70°C. Het proefveld is op 27, 28 en 29 oktober geoogst. Per dag is één herhaling geoogst. Dwars over het netto veldje zijn van iedere rij planten de middelste drie knollen geoogst. In totaal werden zo 66 knollen per veldje geoogst. De planten werden met een mes rondom los gesneden, uit de grond getrokken en ontdaan van wortels en blad. De knollen werden in de schuur gesorteerd op een rechthoekige zeefmaat van 10 cm doorsnede en per sortering geteld en gewogen. Per oogstdag is aan de hand van een monster over alle objecten het percentage grondtarra

bepaald. Van ieder veldje zijn tien knollen apart gehouden voor beoordeling van de inwendige kwaliteit. De kwaliteitsbeoordeling is voor alle veldjes gelijktijdig uitgevoerd op 1 november door een groepje van vier personen bestaande uit Dekker, Neuvel en De Kraker van het PAGV en Pelleboer van het Sprenger Instituut.

Op 1 november zijn van 4 objecten per veldje 20 planten geoogst voor een bewaarproef op het Sprenger Instituut. Het betrof de objecten die alleen een basisbemesting hebben gehad van resp. 60, 180 en 300 kg N/ha en object dat 60 kg N/ha als basis heeft gehad en tweemaal een overbemesting van 60 kg N/ha.

Op 2 november zijn van alle veldjes 5 planten zorgvuldig opgerooid met zoveel mogelijk wortels in tact. Op 3 november zijn deze planten schoongespoeld en gesplitst naar blad, knol en wortels. Op 4 november zijn ze gewogen en is van een goed mengmonster het drogestofgehalte per veldje bepaald. Gedroogd is bij 70°C. Door de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer van de L.H. in Wageningen is in de drogestofmonsters het nitraatgehalte en het gehalte aan N-totaal bepaald.

3. Resultaten

3.1 Knolopbrengst

Per veldje zijn 66 knollen met de hand geoogst. In tabel 2 is per veldje het gemiddeld knolgewicht zonder grondtarra weergegeven van alle geoogste knollen en dat van de knollen dikker dan 10 cm. Gemiddeld over alle objecten was 4% van het aantal knollen kleiner dan 10 cm \emptyset . Tussen de objecten was hierin geen verschil. Wanneer alle 20 objecten gelijktijdig zonder verdere groepsindeling wiskundig worden verwerkt dan blijkt dat er betrouwbare verschillen in opbrengst voorkomen, maar dat deze verschillen niet groot zijn. De objecten A en C verschillen het meest in gemiddeld knolgewicht. Het gemiddeld knolgewicht van alle geoogste knollen van object A is 968 gram en dat van object C 1147 gram, dit is een verschil van 159 gram. Alle verschillen groter dan 145 gram zijn wiskundig betrouwbaar.

Tabel 2. Gemiddeld knolgewicht bij de eind oogst, gewicht in gram zonder grondtarra. Totaal 46.000 knollen per ha.

		object N kg/ha			alle knollen				knollen 10 cm \emptyset			
	totaal	27/4	27/7	10/9	I	II	III	gem.	I	II	III	gem.
A	0	-	-	-	930	968	1005	968	966	1000	1016	994
B	60	60	-	-	940	1044	1022	1002	984	1073	1071	1043
C	120	-	60	60	1115	1118	1147	1127	1124	1118	1156	1133
D	120	60	-	60	1037	1058	1061	1052	1047	1084	1061	1064
E	120	60	60	-	1104	1031	1100	1078	1113	1047	1110	1090
F	120	120	-	-	966	996	1009	990	984	1020	1030	1011
G	180	60	60	60	1010	1106	1156	1091	1041	1106	1194	1114
H	180	120	-	60	1005	1146	1104	1085	1026	1155	1104	1095
J	180	120	60	-	1089	1083	1083	1085	1098	1091	1124	1104
K	180	180	-	-	961	971	1054	995	1070	987	1087	1048
L	240	120	60	60	1020	1019	1094	1044	1038	1028	1106	1057
M	240	180	-	60	1141	1022	1097	1087	1141	1061	1157	1120
N	240	180	60	-	941	1018	1050	1003	987	1018	1075	1027
O	240	240	-	-	931	1051	1063	1015	985	1068	1083	1045
P	300	180	60	60	1014	1074	1136	1075	1038	1146	1155	1113
R	300	240	-	60	1121	1050	1053	1075	1139	1098	1060	1099
S	300	240	60	-	1007	1052	1085	1048	1040	1059	1103	1067
T	300	300	-	-	989	984	988	987	1033	1001	1005	1014
U	360	120	120	120	1070	1127	1113	1103	1091	1127	1144	1121
W	360	360	-	-	947	981	1032	987	998	1036	1054	1029
gem.totaal					1017	1045	1073	1045	1047	1066	1095	1069

Wanneer de objecten A,B,U en W buiten beschouwing worden gelaten dan is een andere presentatie mogelijk. Het is dan ook mogelijk om het effect van de stikstofdeling wiskundig te toetsen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 3. In deze tabel is de deling weergegeven als resp. D1, D2, D3 en D4. De verklaring van deze codering is:

	basisgift	juli-2	sept-1
D1 =	totaal - 120	60	60
D2 =	totaal - 60	0	60
D3 =	totaal - 60	60	0
D4 =	totaal	0	0

Tabel 3. Invloed van stikstofdeling op gemiddeld knolgewicht.

Knolgewicht in gram

N-totaal	alle geoogste knollen					knollen 10 cm Ø				
	D1	D2	D3	D4	gem.	D1	D2	D3	D4	gem.
120	1127	1052	1078	990	1062	1133	1064	1090	1011	1075
180	1091	1085	1085	995	1064	1114	1095	1104	1048	1090
240	1044	1087	1030	1015	1037	1057	1120	1027	1045	1062
300	1075	1075	1048	987	1046	1113	1099	1067	1013	1073
gem.	1084	1075	1054	997	1052	1104	1094	1072	1029	1075
Tukey (T 0,05) =			43			41				

Uit de resultaten vermeld in tabel 3 blijkt dat de deling van de stikstofgift tot een verhoging van de opbrengst heeft geleid. Het object D4, alle stikstof als basisbemesting gegeven, heeft een betrouwbaar lagere opbrengst. Het verschil in gemiddeld knolgewicht tussen de objecten D1 en D4 is 87 gram. Bij 46.000 planten per ha komt dit overeen met een opbrengstverhoging van 4 ton knollen per ha. De relatieve opbrengstverhoging door de stikstof op twee momenten als overbemesting te geven is 9%. Het verschil in opbrengst tussen de objecten D2 en D3 met die van D1 is niet betrouwbaar, evenmin het verschil tussen die van D2 en die van D3. Het is heel opmerkelijk dat de hoogte van de basisgift geen enkele invloed heeft gehad op de kg-opbrengst van de knollen.

3.2 Opbrengst blad, knol en wortels

Op 2 november zijn per veldje 5 planten zorgvuldig opgerooid en gesplitst naar blad, steel en wortels. In tabel 4 zijn de gemiddelde resultaten van de drie herhalingen weergegeven. Door het verschil in oogstdatum met de hoofdoogst is het knolgewicht hier iets hoger. Alleen ten aanzien van de bladproduktie is object A betrouwbaar achter gebleven. De overige plantedelen verschillen niet significant van elkaar in opbrengst.

Gerekend naar 46.000 planten per ha werd gemiddeld over het gehele proefveld bij de oogst op 2 november bijna 51 ton knol per ha geoogst, bijna 39 ton blad en 8 ton wortels.

Tabel 4. Resultaten gewasanalyse. Oogst 2 november. Kg per 5 planten.

	object N kg/ha			blad	knol	wortels	totaal 5 planten
	totaal	27/4	27/7				
A	-	-	-	2,73	5,19	0,88	8,79
B	60	60	-	3,51	5,47	0,92	9,89
C	120	-	60	4,51	6,31	0,89	11,71
D	120	60	-	4,22	5,68	0,92	10,82
E	120	60	60	4,08	5,87	0,96	10,92
F	120	120	-	3,91	5,43	0,98	10,32
G	180	60	60	4,31	5,83	1,00	11,14
H	180	120	-	3,75	5,78	0,78	10,31
J	180	120	60	4,24	5,67	0,76	10,67
K	180	180	-	4,24	5,41	1,02	10,67
L	240	120	60	4,25	4,94	0,95	10,15
M	240	180	-	4,05	5,65	0,81	10,51
N	240	180	60	4,70	5,48	0,86	11,04
O	240	240	-	4,45	5,44	1,03	10,91
P	300	180	60	4,94	5,87	0,86	11,67
R	300	240	-	4,74	5,53	0,95	11,23
S	300	240	60	4,30	4,89	0,81	9,99
T	300	300	-	4,72	5,50	0,87	11,09
U	360	120	120	3,88	5,51	0,75	10,14
W	360	360	-	4,66	5,13	0,84	10,62
gem.totaal				4,21	5,53	0,89	10,63
Tukey T (0,05) =				1,56	-	-	-

3.3 Drogestofgehalte

Van de vijf planten per veldje die op 2 november zo zorgvuldig mogelijk zijn opgerooid zijn na schoonspoelen en wegen de drogestofgehaltes bepaald van blad, knol en wortels afzonderlijk. De monsters zijn 48 uur gedroogd bij 70°C. In tabel 5 zijn de gemiddelde resultaten weergegeven van de drie herhalingen.

Tabel 5. Drogestofgehaltenes van de afzonderlijke plantedelen.

	object N kg/ha			blad	knol	wortels
	totaal	27/4	27/7			
A	-	-	-	11,1	10,0	12,8
B	60	60	-	10,3	9,6	12,4
C	120	-	60	9,8	10,3	11,9
D	120	60	-	10,1	10,1	12,4
E	120	60	60	10,0	9,8	11,8
F	120	120	-	10,3	8,7	12,4
G	180	60	60	9,6	9,1	11,6
H	180	120	-	9,4	9,3	10,9
J	180	120	60	9,3	9,7	10,9
K	180	180	-	9,6	9,2	11,2
L	240	120	60	9,6	9,3	11,4
M	240	180	-	9,6	9,3	11,4
N	240	180	60	9,3	10,0	11,6
O	240	240	-	10,1	9,6	11,6
P	300	180	60	9,3	9,3	10,5
R	300	240	-	9,0	9,4	11,7
S	300	240	60	9,3	8,7	10,8
T	300	300	-	9,4	10,0	11,1
U	360	120	120	9,6	9,3	11,0
W	360	360	-	9,0	8,7	10,7
gem.totaal				9,7	9,5	11,5
Tukey T (0,05) =				1,1	-	2,3

Alleen tussen de resultaten van blad en wortelgedeelte bestaan verschillen die significant zijn. Het gemiddeld drogestofgehalte van de knollen is 9,5%. Er kan geen uitspraak worden gedaan over een eventuele invloed van de stikstofbemesting op het drogestofgehalte van de knollen. De spreiding tussen de herhalingen was groot. Gezien over alle objecten varieerde het drogestofgehalte van de knollen van 7,5% voor de tweede herhaling van object S tot 11,0% voor de eerste herhaling van object B en de tweede herhaling voor object N.

Het object A (geen stikstofbemesting) had het hoogste drogestofgehalte in het blad en in het wortelgedeelte. Tussen de objecten die wel een stikstofbemesting hebben gehad bestaan geen betrouwbare verschillen in drogestofgehalte. Ook hier bestond een tamelijk grote spreiding tussen de herhalingen.

Wanneer een berekening wordt opgezet met het gemiddeld plantgewicht vermeld in tabel 4 en de drogestofgehaltenes van de plantedelen zoals die in tabel 5 is weergegeven dan is gemiddeld voor het gehele proefveld 9,7 ton drogestof per ha geproduceerd.

3.4 Inwendige kwaliteit

Van ieder veldje zijn 10 knollen doorgesneden en beoordeeld op de inwendige kwaliteit. Deze beoordeling is gelijktijdig voor alle veldjes uitgevoerd op 1 november. Er is een waarderingscijfer gegeven voor de hardheid van het vruchtvlees en geteld is hoeveel knollen inwendige holtes hadden of bijna hol waren en hoe vaak knollen met gering inwendig rot aanwezig waren. Ook op het optreden van kleine roestbruine vlekjes van enkele mm's groot is gelet. Het aantal knollen met één of meerdere van deze vlekjes is geteld. In tabel 6 zijn de gemiddelde resultaten van de drie herhalingen weergegeven.

Tabel 6. Beoordeling inwendige kwaliteit bij de oogst.

	object N kg/ha			% aantal knollen				waardering vastheid vruchtvlees	
	totaal	27/4	27/7	10/9	hol	hol	rot		vlekjes
A	-	-	-	-	13	20	3	17	7
B	60	60	-	-	10	10	0	13	7
C	120	-	60	60	30	3	10	23	6
D	120	60	-	60	17	13	3	3	7
E	120	60	60	-	23	7	7	3	6
F	120	120	-	-	23	13	0	7	7
G	180	60	60	60	33	10	7	7	6
H	180	120	-	60	7	7	0	13	7
J	180	120	60	-	17	23	0	10	6
K	180	180	-	-	13	0	3	13	7
L	240	120	60	60	13	10	3	3	7
M	240	180	-	60	10	10	0	10	7
N	240	180	60	-	17	10	7	3	7
O	240	240	-	-	20	3	7	7	7
P	300	180	60	60	20	13	0	7	7
R	300	240	-	60	13	20	7	7	6
S	300	240	60	-	10	17	7	13	7
T	300	300	-	-	10	13	7	13	6
U	360	120	120	120	20	3	3	10	7
W	360	360	-	-	10	0	10	13	7

Tussen de objecten komen geen duidelijke verschillen naar voren. Gemiddeld over alle objecten heeft 17% van de knollen een kleine inwendige holte en 10% een iets voze bijna hol plek, ongeveer 4% van de knollen had een geringe inwendige rotte plek en bij ongeveer 10% van de knollen werden één of meerdere roestbruine stipjes in het vruchtvlees aangetroffen. De oorzaak van deze stipjes is niet bekend. Gelet op de resultaten van de rassenproef in 1981 lijkt het erop dat het een rasgebonden gebreksverschijnsel is. De stikstofbemesting heeft geen aanwijsbare invloed gehad op de vastheid van het vruchtvlees. Bij 14 van de 20 objecten is de vastheid met een 7 gewaardeerd en 6 maal met een 6.

3.5 Visuele beoordeling op het veld

Met regelmatige tussenpozen is de bovengrondse reactie van de selderijplanten op de verschillende stikstofgiften en de wijze van stikstofdelingen met een waarderingscijfer vastgelegd.

Gedurende de maanden juni en juli en een groot gedeelte van de maand augustus waren de veldjes niet van elkaar te onderscheiden. Op 25 augustus begonnen de 3 veldjes van object A (geen N-bemesting) zich af te tekenen door een lichtere bladkleur. Op 6 september waren er reeds meerdere veldjes die zich aftekenden. In tabel 7 zijn gemiddeld over de drie herhalingen de waarderingscijfers vermeld van de beoordelingen op 6 en op 23 september en van die op 4 en op 26 oktober.

Tabel 7. Beoordeling van bovengrondse gewasgroei in een waarderingscijfer.

Obj.Tot.	N in kg/ha			6/9	23/9	4/10	26/10
	27/4	27/7	10/9				
A -	-	-	-	5	2	3	2
B 60	60	-	-	6	3	4	4
C 120	-	60	60	6	5	6	7
D 120	60	-	60	6	5	5	6
E 120	60	60	-	7	5	6	5
F 120	120	-	-	7	5	5	5
G 180	60	60	60	7	6	7	7
H 180	120	-	60	7	5	6	7
J 180	120	60	-	7	6	6	7
K 180	180	-	-	7	7	6	6
L 240	120	60	60	7	7	7	7
M 240	180	-	60	7	6	7	7
N 240	180	60	-	7	7	7	7
O 240	240	-	-	7	7	7	7

Vervolg tabel 7.

P 300	180	60	60	7	7	3	8
R 300	240	-	60	7	7	8	8
S 300	240	60	-	7	7	7	7
T 300	300	-	-	7	7	7	7
U 360	120	120	120	7	7	8	7
W 360	360	-	-	7	7	8	8

Uit deze beoordelingen komt duidelijk naar voren dat in de loop van september en oktober de verschillende stikstofbemestingsobjecten van elkaar zijn gaan verschillen. Op 6 september kwamen de veldjes naar voren die geen of op dat moment nog slechts 60 kg N per ha hadden gehad. Op 23 september vertoonden de objecten A en B al heel duidelijk N-gebreksverschijnselen, terwijl ook de objecten met in totaal 120 kg N per ha duidelijk lichter van kleur waren. De objecten met in totaal 180 kg N per ha waren op 23 september ook te onderscheiden van die welke meer stikstof hadden gekregen. Op 4 oktober werd min of meer hetzelfde beeld vastgelegd. Op deze datum maar ook net voor de oogst op 26 oktober vielen de objecten P, R, U en W op door een iets meer donkere bladkleur.

Bij de beoordeling op 6 september is het effect van de 1^e overbemesting af te lezen. De objecten C, E en G die een overbemesting hebben gehad, zijn een punt hoger gewaardeerd dan A, B en D. De waardering van object C wijkt echter niet af van die van B en D. Ook die van E en G wijkt niet af van die van F en H. De overbemesting van 60 kg N per ha heeft niet tot een hogere waarderingcijfer geleid dan wanneer de stikstof in één keer als basisbemesting is gegeven. Bij de hogere N-giften heeft de 1^e overbemesting geen merkbare invloed gehad.

Ook op 23 september is bij de lage stikstofregimes het effect van de 2^e overbemesting duidelijk zichtbaar, maar ook hier gaat op dat vooral de totale hoeveelheid stikstof van belang is. Bij de beoordeling op 26 oktober vlak voor de eind-oogst blijkt dat een tweevoudige deling van de stikstof gemiddeld 1 punt hoger is gewaardeerd dan alle stikstof in één keer als basisbemesting gegeven. Het verschil in beoordeling is vooral te wijten aan een kleurverschil van het blad en niet aan de vorming van meer bladmassa. Bij de veldbeoordelingen is de knol-groei niet mee beoordeeld.

3.6 N-mineraal bepaling van de grond

Op 18 februari, 11 mei, 26 juli, 8 september en 2 november zijn grondmonsters gestoken van de bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm voor bepaling van het N-mineraal gehalte. De bepalingen zijn verricht door het Bedrijfslaboratorium te

Oosterbeek. In tabel 8 zijn de resultaten weergegeven in mg N per kg droge grond. Bemonsterd zijn alleen de objecten die 0, 120, 240 of 360 kg N per ha als basisbemesting hebben gehad en geen overbestedingen.

In tabel 9 zijn deze gehalten omgerekend naar kg N per ha; volumegewicht 1,33.

Tabel 8. Resultaten bodemanalyses in mg N per kg droge grond

Datum	Object											
	A			F			O			W		
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
18 februari	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 mei	8	6	6	-	-	-	-	-	-	138	14	12
26 juli	19	19	8	32	16	9	48	21	11	53	20	12
8 september	2	4	6	4	4	5	12	9	8	19	13	8
2 november	1	2	2	2	1	2	3	4	5	10	10	8

Tabel 9. Kg N per ha in de bodemlaag 0-90 cm als N-mineraal

Datum	A	F	O	W
18 februari	44	-	-	-
11 mei	80	-	-	656
26 juli	184	228	320	340
8 september	48	52	116	160
2 november	20	20	48	112

Uit de analyses blijkt heel duidelijk dat bij de eind oogst er geen stikstof meer beschikbaar was voor de knolselderijplanten op de objecten A en F. Dit correspondeert met de waarderingscijfers die in tabel 7 zijn gegeven. Ook het feit dat de planten van object A pas eind augustus lichter van kleur werden, is verklaarbaar met de bodemanalyses.

3.7 Bepaling van nitraatgehalte in het gewas

Door de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer van de L.H. zijn in de drogestof monsters (hoofdstuk 3.3) nitraat-gehalten bepaald. In tabel 10 zijn de resulta-

ten per object weergegeven. De nitraatgehaltenes in de drogestof zijn weergegeven in mmol NO₃⁻ per kg drogestof en de nitraat-gehaltenes in het verse produkt als mgram NO₃⁻ per kg vers.

Tabel 10. Nitraatgehaltenes droog en vers

		N in kg/ha			droog mmol NO ₃ ⁻ /kg			vers mgram NO ₃ ⁻ /kg		
		totaal	27/4	27/7	10/9	blad	knol	wortels	blad	knol
A	-	-	-	-	2	1	1	16	4	11
B	60	60	-	-	49	7	21	303	48	144
C	120	-	60	60	57	13	43	347	85	314
D	120	60	-	60	45	7	27	284	45	209
E	120	60	60	-	55	12	34	341	73	255
F	120	120	-	-	82	8	24	529	43	172
G	180	60	60	60	118	16	85	704	97	611
H	180	120	-	60	108	33	98	630	201	666
J	180	120	60	-	121	43	81	703	266	548
K	180	180	-	-	146	32	81	864	191	571
L	240	120	60	60	304	47	105	1826	274	736
M	240	180	-	60	235	44	119	1405	252	835
N	240	180	60	-	198	56	145	1143	352	1045
O	240	240	-	-	167	45	90	1051	290	641
P	300	180	60	6	310	71	172	1782	416	1136
R	300	240	-	60	233	53	157	1309	311	1131
S	300	240	60	-	284	60	141	1626	339	946
T	300	300	-	-	326	78	160	1901	483	1098
U	360	120	120	120	405	83	168	2420	494	1169
W	360	360	-	-	290	61	148	1621	338	992

De nitraatgehaltenes bij knolselderij zijn niet hoog te noemen. In het blad wordt het hoogste nitraatgehalte gemeten, maar zelfs bij de hoogste N-gift blijft dit beneden de 2500 ppm vers. Het nitraatgehalte in de knol komt niet uit boven de 500 ppm vers.

De stikstofbemesting heeft een duidelijke invloed op het nitraatgehalte. De deling van de stikstof heeft geen betrouwbare invloed gehad. In tabel 11 zijn daarom de nitraatgehaltenes weergegeven in relatie tot de totale N-gift.

Tabel 11. Nitraatgehalte in mgm NO_3^- per kg vers produkt

N-gift		gehele plant			
totale kg/ha	aantal objecten	blad	knol	wortels	gewogen gemiddeld
0	1	16	4	11	9
60	1	303	48	144	148
120	4	375	62	237	197
180	4	725	189	599	431
240	4	1356	292	814	772
300	4	1654	387	1078	981
360	2	2021	416	1081	1128
Toets Tukey T(0,05)					
Traject 120 t/m 300 kg N/ha		404	137	237	

3.8 Stikstof-opname door het gewas

Door de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer van de L.H. zijn behalve de nitraatanalyses ook bepalingen N-totaal uitgevoerd. In tabel 12 zijn de analyse-resultaten weergegeven als % N in de drogestof (gedroogd bij 70°C). Door gebruik te maken van de opbrengstgegevens van tabel 4 en de bijbehorende drogestofgehalten van tabel 5 kan worden berekend wat de stikstofonttrekking per 5 planten is geweest. Deze onttrekking is in tabel 12 weergegeven als gram N-totaal.

Tabel 12. % N in de drogestof en hoeveelheid N-totaal in gram per 5 planten

Object	% N-totaal in drogestof			N-totaal in gram per 5 pl.			
	blad	knol	wortel	blad	knol	wortel	plant totaal
A	1,6	1,6	1,4	4,7	8,1	1,5	14,3
B	1,9	2,1	1,2	6,7	10,9	1,2	18,9
C	2,0	2,1	1,4	8,8	13,7	1,4	24,0
D	2,0	2,2	1,3	8,4	12,2	1,5	22,2
E	2,2	2,2	1,4	8,8	12,7	1,6	23,2
F	2,0	2,3	1,3	8,2	10,7	1,6	20,4
G	2,3	2,3	1,5	9,4	12,0	1,7	23,1
H	2,3	2,4	1,5	8,0	12,9	1,2	22,1
J	2,3	2,4	1,5	9,1	13,2	1,3	23,6
K	2,2	2,5	1,7	8,8	12,0	1,9	22,7

Vervolg tabel 12.

L	2,5	2,6	1,7	10,0	11,6	1,9	23,4
M	2,4	2,6	1,6	9,2	13,5	1,5	24,3
N	2,5	2,4	1,5	10,9	13,0	1,5	25,3
O	2,3	2,4	1,7	10,1	12,4	1,9	24,6
P	2,5	2,5	1,7	11,4	13,6	1,6	26,5
R	2,6	2,4	1,6	10,9	12,5	1,8	25,2
S	2,5	2,6	1,9	9,4	10,8	1,6	21,2
T	2,5	2,4	1,8	11,2	13,1	1,7	26,1
U	2,7	2,6	1,8	10,0	13,4	1,5	25,0
W	2,5	2,7	1,8	10,6	12,0	1,6	24,2

Het stikstofgehalte in de drogestof van de planten van object A is duidelijk het laagst. Dit object had op het veld ook duidelijk zichtbare N-gebreksverschijnselen. Met oplopende N-gift neemt het stikstofgehalte in de drogestof toe. de deling van de N-gift heeft geen invloed gehad op het N-gehalte. Het stikstofgehalte in de wortel is duidelijk lager dan dat in blad en knol.

De stikstofonttrekking door het gewas is bij object A betrouwbaar lager dan die bij de andere objecten. De hoeveelheid N-totaal van object B is betrouwbaar lager dan die van de objecten P en T. De overige objecten verschillen niet betrouwbaar van elkaar in de hoeveelheid stikstof die door de planten is opgenomen. Ook is er geen betrouwbare invloed van een gedeelde N-gift op de totale hoeveelheid opgenomen stikstof.

In tabel 13 zijn de resultaten van het % N in de drogestof en de stikstofonttrekking door het gewas daarom nog eens weergegeven in relatie tot de totale N-gift.

Tabel 13. % N in de drogestof en N-onttrekking door het gewas

totale N-gift		% N in de drogestof			geschatte N-onttr. in kg/ha		
kg/ha	aantal objecten	blad	knol	wortels	N-totaal	N-NO ₃	NN-organisch
0	1	1,56	1,58	1,37	132	0	132
60	1	1,87	2,09	1,13	174	3	171
120	4	2,05	2,19	1,34	206	5	201
180	4	2,25	2,39	1,54	211	9	202
240	4	2,39	2,49	1,62	224	17	205
300	4	2,53	2,47	1,75	227	22	205
360	2	2,60	2,67	1,78	226	24	202
Toets Tukey T(0,05)							
Traject 120 t/m 300 kg N/ha		0,16	0,23	0,16	23	n.b.	n.b.

Het blijkt dat van 0 naar 120 kg N per ha er beduidend meer stikstof door het gewas wordt vastgelegd. Bij een stikstofgift van meer dan 120 kg/ha neemt de totale N-hoeveelheid in het gewas nog wel iets toe, maar dit wordt volledig veroorzaakt door de ophoping van nitraat. Van de extra gegeven stikstof boven een gift van 120 kg N/ha wordt globaal 10% opgenomen door de planten in de vorm van nitraat.

Opvallend is dat ondanks een N-min. voorraad van 44 kg per ha in februari en van 80 kg in mei de planten van het nul-object in staat zijn geweest om 132 kg N per ha vast te leggen. Een sterke mineralisatie als gevolg van de hoge temperatuur in 1982 en de kunstmatige beregening zullen hier aan hebben bijgedragen.

3.9 Resultaten bewaarproef

Van de objecten B,G,K en T zijn per veldje 20 knollen ongeveer vier maanden bewaard bij 1°C en ca. 80% R.V. Deze bewaring is uitgevoerd op het Sprenger Instituut (proj. SI 247). Na de bewaring zijn de knollen beoordeeld op stevigheid en mate van rot aantasting en het gewichtsverlies is bepaald. De resultaten zijn vermeld in tabel 14.

Tabel 14. Bewaarresultaten Sprenger Instituut

Object	N in kg/ha			Verlies gew. %	Volledig vrij van rot % van aantal knollen	Stevigheid	
	Totaal	27/4	27/7				10/9
B	60	60	-	-	9,0	80	goed
G	180	60	60	60	10,5	72	goed
K	180	180	-	-	8,9	85	goed
T	300	300	-	-	12,7	84	goed

Geconcludeerd kan worden dat de stikstofbemesting geen duidelijke invloed heeft gehad op de bewaarkwaliteit van de knolselderij. Evenals bij de beoordeling bij de oogst waren er geen verschillen in stevigheid en voosheid van de knollen, ook kwamen er geen verschillen in bewaarverlies naar voren. De aantasting van de knollen door de rouwmug heeft geen grote problemen opgeleverd. De wortelpruik was sterk verpulverd en ging soms een beetje in rot over.

3.10 Tussentijdse oogsten

Buiten de proef waren 5 extra veldjes opgenomen om tussentijdse oogsten te kunnen uitvoeren. Deze veldjes verschillen van elkaar in stikstofbemesting. Er is geen overbemesting uitgevoerd. De stikstoftrappen varieerden van 60 naar 300 kg

N gift per ha, steeds met trappen van 60 kg. Per oogsttijdstip zijn steeds 5 willekeurige planten per veldje geoogst en na wassen gesplitst naar blad, knol en wortels. Van de plantedelen is ook het drogestofgehalte bepaald door drogen bij 70°C. Tussen de objecten kwamen geen duidelijke verschillen naar voren, zodat volstaan is met het weergeven van de gemiddelde resultaten.

Zie tabel 15. De gemiddelde proefveldresultaten van de in de proef opgenomen objecten die op 27, 28, 29 oktober en op 2 november zijn uitgevoerd, zijn ook opgenomen.

Tabel 15. Groeiverloop in gram per plant en percentage drogestof

Datum	Totale plant gram	Knol gram	Blad gram	Wortels gram	% drogestof		
					Knol	Blad	Wortels
2 juni	7	-	6	1	-	-	-
27 juli	132	30	75	27	13	15	13
19 augustus	486	125	257	104	12	14	14
9 september	1053	364	565	124	11	14	13
22 september	1545	673	656	216	10	12	12
6 oktober	2012	869	918	225	10	11	12
12 oktober	-	775	-	-	9	-	-
20 oktober	1994	854	903	237	11	12	12
28 oktober	-	1045	-	-	-	-	-
2 november	2126	1106	842	178	10	10	12
17 november	2266	1270	780	216	10	11	12

Op het moment van de 1^e overbemesting op 27 juli begon de knolvorming. Op 10 september is de 2^e overbemesting in de proef uitgevoerd; op dat moment was 1/3 deel van de knolopbrengst gerealiseerd.

4. Samenvatting

In 1982 is op het PAGV in Lelystad een stikstoftrappenproef uitgevoerd met het knolselderijras Tropa. In deze proef is de invloed van de stikstofbemesting en die van de deling van deze bemesting op de opbrengst en kwaliteit onderzocht. De planten van deze proef zijn opgekweekt op het PAGV in Alkmaar en zijn op 3 juni in Lelystad met de drie-rijige Accordmachine geplant naar 46.000 planten per ha. De voorvrucht op het perceel was wintertarwe en de voor-voorvrucht zomergerst. Op 18 februari werd in de bodemlaag 0-90 cm 44 N min. per ha bepaald. Door de warme zomer en mogelijk ook door de beregening trad er een sterke mineralisatie op. Op 26 juli werd op de veldjes zonder N-bemesting in de laag 0-90 cm 184 kg N min. per ha bepaald.

Tijdens het groeiseizoen is door middel van tussentijdse oogsten het groeiverloop vervolgd en is de zichtbare invloed van de verschillende stikstofgiften op de loofontwikkeling met waarderingscijfers vastgelegd. Op + 28 oktober is de proef met de hand geoogst. Doot de deling van de stikstofgift werd de knolopbrengst met 9% verhoogd. Er was geen betrouwbaar verschil tussen een éénmaal en een tweemaal gedeelde N-gift. De grootte van de stikstofbasisbemesting had geen invloed op de knolopbrengst.

Op 2 november zijn per veldje 5 planten zo zorgvuldig mogelijk opgerooid en na wassen gesplitst in blad, knol en wortels. Bepaald zijn de versgewichten en de drogestofgehaltes van deze plantedelen. Het object zonder N-bemesting bleef sterk achter in bladproductie. De drogestofgehaltes van blad, knol en wortel van dit object waren hoger dan die van de andere objecten. De spreiding in drogestofgehaltes van de herhalingen binnen één object waren soms tamelijk groot.

Door de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer van de L.H. zijn in de drogestofmonsters de gehalten aan N-totaal en N-nitraat bepaald. Uit de resultaten hiervan blijkt dat de stikstofbemesting een duidelijke invloed heeft gehad op het nitraatgehalte en het totale stikstofgehalte bij de drie verschillende plantedelen. De deling van de stikstofbemesting had hierop geen invloed. Berekend kan worden dat de totale stikstofopname door het gewas varieerde van 132 kg N per ha voor het object zonder bemesting tot 227 kg N per ha voor het object met de hoogste stikstofbemesting. Bij een gift van 120 kg stikstof per ha was volgens berekening 206 kg N per ha door het gewas opgenomen; verdere verhoging van de bemesting leidde tot een verhoogde stikstofopname die volledig verklaard wordt door de nitraataccumulatie.

De stikstofbemesting en de deling van de stikstofgiften heeft in deze proef geen invloed gehad op de kwaliteit van de knollen beoordeeld bij de oogst en na vier maanden bewaring. De bewaarproef met vier van de in totaal twintig in de proef opgenomen objecten is uitgevoerd op het Sprenger Instituut.

