



Zwavelbemesting in zetmeelaardappelen 2003

Op dalgrond

Ing. J.G.M. Paauw

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door:

Hoofd Productschap Akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS Den Haag

PPO intern projectnummer: 510258

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden.....	9
2.1 Uitdrukkingsvormen zwavel.....	9
2.2 Proefopzet	9
2.3 Waarnemingen.....	10
3 Analyses	11
3.1 Grond- en gewasanalyse.....	11
3.2 Waarnemingen.....	12
4 Resultaten.....	15
4.1 Opbrengst per ha	15
4.2 Onderwatergewicht.....	15
4.3 Uitbetalingsgewicht.....	15
4.4 Analyse knolmonsters	16

Samenvatting

Op een dalgrond in de Krim is in 2003 een zwavelproef aangelegd in drie aardappelzetmeelrassen: Seresta, Mercatoer en Karnico. De depositie van zwavel in dit gebied is ongeveer 25 kg SO₃ per ha per jaar. Kort voor het poten zijn drie zwaveltrappen aangelegd: 0 (S1), 75 (S2) en 150 kg (S3) SO₃ per ha.

In het voorjaar en gedurende de groei is op verschillende momenten (mei) het zwavelgehalte in de grond bepaald. De verschillen tussen de zwaveltrappen waren aan het begin nog vrij groot. Eind juni zijn deze verschillen veel kleiner geworden. En daarna stegen ze weer. Het hele groeiseizoen blijven de verschillen tussen de zwaveltrappen zichtbaar. Aan het gewas waren geen verschillen te onderscheiden.

Eind juni is ook het nitraatgehalte in de bladstelen gemeten. Bij de rassen Seresta en Mercator gaf een hogere zwaveltrap een daling van het nitraatgehalte in de bladstelen. Bij Karnico bleef het redelijk constant. Dit kan een raseigenschap zijn, maar lijkt niet erg logisch. Het lijkt aannemelijk dat een groter aanbod van zwavel het nitraatgehalte in de bladstelen verlaagt.

Bij Seresta zijn eind juni stengels getrokken van een aantal planten, waarin S en NO₃ is bepaald. Hieruit kwam naar voren dat de planten bij S2 en S3 een hoger gewicht hadden dan bij S1. Het nitraatgehalte van S2 en S3 was echter iets lager dan van S1, terwijl het zwavelgehalte weer hoger was dan die van S1. Het lagere nitraatgehalte kan veroorzaakt zijn door het hogere aanbod van zwavel bij S2 en S3. Daarnaast was er bij S2 en S3 meer gewas geproduceerd, zodat er sprake is van enige verdunning.

Aan de hand van de gemeten gehalten in de stengelmonsters van Seresta (gewicht, NO₃ en S) kan er niets gezegd worden over het niveau van het zwavelgehalte. Allereerst is het niet duidelijk in hoeverre het zwavelgehalte verandert tijdens de groei (bron NMI). Daarnaast is het niet bekend of er verschillen in zwavelgehalten tussen de rassen bestaan (bron NMI).

Tijdens de groei is de grondbedekking gemeten met de crop scan. Het verschil in grondbedekking tussen de objecten was erg klein. Alleen bij het ras Mercator waren er een paar betrouwbare verschillen.

Uit de resultaten komt naar voren dat de invloed van zwavel in 2003 beperkt is geweest. Bij de rassen Karnico en Mercator is er geen invloed geweest van zwavel op de opbrengst, het onderwatergewicht en het uitbetalingsgewicht. Bij Seresta werd alleen het uitbetalingsgewicht beïnvloed door zwavel. Hierbij was 150 kg SO₃ per ha nodig om het uitbetalingsgewicht betrouwbaar te verhogen ten opzichte van 0 kg SO₃ per ha (S1).

Bij een lager aanbod van zwavel was het zwavelgehalte in de knol ook lager. Het zwavelgehalte verhogen met een hoge zwavelgift (S3) heeft niet geleid tot een hoger zwavelgehalte in de knol. Zwavel heeft geen invloed gehad op het N-gehalte van de knol.

In hoeverre het droge, warme en zonnige jaar van 2003 invloed heeft gehad op de resultaten, is moeilijk aan te geven. Daarom is voorzetting van dit onderzoek zeker gewenst.

1 Inleiding

De depositie van zwavel wordt steeds minder. Door schonere technieken en een betere reiniging stoot de industrie steeds minder zwavel uit. Zwavel is een mineraal welke een plant in meer of mindere mate nodig heeft voor de groei. Door de al jaren dalende depositie wordt een keer het moment bereikt dat er een tekort optreedt. Het is niet duidelijk wanneer dat moment is bereikt. Dit moment verschilt per gewas en ras. Daarnaast is het herkennen van het gebrek belangrijk en vaak te moeilijk, omdat het lijkt op stikstofgebrek. Maar de vraag komt ook naar voren of er opbrengstschade op kan treden zonder dat er sprake is van een zichtbaar gebrek.

Onderzoek van het HLB (2001 en 2002) heeft laten zien dat zetmeelaardappelen (ras Seresta) een opbrengstverhoging gaf van ongeveer 4 ton per hectare als gekozen werd voor zwavelhoudende meststoffen.

Het is echter onvoldoende bekend op welke wijze zwavel de aardappelopbrengst beïnvloedt, hoeveel zwavel er nodig is, of er rasverschillen zijn e.d.. Ook de deskundigen zijn het niet eens over de rol van zwavel op de opbrengst. Via onderzoek moet hierop een antwoord worden gegeven.

Het doel van het onderzoek is nagaan of een zwavelbemesting in zetmeelaardappelen effect heeft op de opbrengst en de kwaliteit. Dit onderzoek is uitgevoerd in 3 rassen om rasverschillen naar voren te halen.

PPO is projectleider van dit onderzoek. HLB voert het onderzoek uit op een locatie in het dalgrondgebied. Het BLGG en het NMI maken gebruik van de resultaten als controle op het zwaveladvies wat ze reeds in concept ontwikkeld hebben. Als tegenprestatie financieren ze de analyse van een aantal monsters.

Van zwavel is de bestaande kennis verwoord in het rapport "Het belang van magnesium-, mangaan- en zwavelbemesting". Hierin zijn ook recente proeven beschreven van zwavel in koolzaad en wintertarwe. Het HLB heeft onderzoek gedaan met zwavel in zetmeelaardappelen (Seresta). De resultaten hiervan zijn niet in dit rapport opgenomen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Uitdrukkingsvormen zwavel

In de literatuur en in de praktijk wordt zwavel op twee wijzen uitgedrukt:

- S
- SO₃

Het S-gehalte is ééenvoudig om te rekenen naar SO₃-gehalte: SO₃ = S x 2,5. In meststoffen is dit betrouwbaar om te rekenen. Maar bij gewasanalyses kan deze omrekening niet. Want als er op S geanalyseerd wordt, wil het niet zeggen dat er dan ook 2,5 keer zoveel SO₃ in zit. Zwavel kan in meerdere vormen in de plant aanwezig zijn. Bij het meten van het S-gehalte is de verhouding met SO₃ niet automatisch 2,5.

In meststoffen wordt het zwavelgehalte uitgedrukt in SO₃. BLGG drukt de zwavelvoorraad en het zwavelleverend vermogen van de grond uit in S. Maar bij de advisering gebruikt BLGG weer SO₃. De praktijk kan dan het zwaveladvies van BLGG omrekenen naar kilogrammen meststof per ha. Maar omdat er met verschillende eenheden gewerkt wordt, bestaat de kans dat cijfers foutief worden afgelezen, zodat er teveel of te weinig wordt gegeven.

In dit rapport komen beide uitdrukkingsvormen van zwavel terug. Bij de analyse van plantedelen is opdracht gegeven het S-gehalte te bepalen. De resultaten hiervan worden dan ook in S weergegeven. Bij de objectkeuze is gewerkt met zwavelgiften in SO₃. Dit is dan herkenbaar voor de praktijk.

2.2 Proefopzet

In zetmeelaardappelen is de proef aangelegd in drie zetmeelrassen:

- Seresta
- Mercator
- Karnico

Dit zijn drie vrij veel geteelde rassen en zijn dus bekend bij de telers. De proef is aangelegd op een dalgrond met 10-11 procent organische stof. Het zwavelgehalte van de grond (0-25 cm) was 50 kg SO₃ per ha (23 april). De voorvrucht was suikerbieten. Bij het planten waren de aardappelen iets voorgekiemd. De zwaveltrappen zijn aangelegd kort voordat de grond gecultiveerd is als groundbewerking voor het poten. Er zijn drie zwaveltrappen aangelegd: 0, 75 en 150 kg SO₃ per hectare (tabel 1). De verschillen in zwavelgift zijn aangebracht door te kiezen tussen kalkammonsalpeter (27% N en 0% SO₃) en ammoniumsulfaat (21 % N en 60% SO₃). In tabel 1 is weergegeven hoe de bemesting per ras en zwaveltrap is ingevuld en uitgevoerd.

Tabel 1. **Bemestingsgegevens per ras.**

Ras	Kg N/ha	Zwaveltrap	Kg SO ₃ per ha	Ammonium-sulfaat kg/ha	KAS kg/ha
Seresta	215	S1	0	0	796
Seresta	215	S2	75	125	699
Seresta	215	S3	150	250	602
Mercator	190	S1	0	0	704
Mercator	190	S2	75	125	606
Mercator	190	S3	150	250	509
Karnico	170	S1	0	0	630
Karnico	170	S2	75	125	532
Karnico	170	S3	150	250	435

De stikstofbemesting was per ras verschillend. Er is rekening gehouden met de optimale N-gift voor dat ras in relatie tot de opbrengst en het onderwatergewicht.

2.3 Waarnemingen

Gedurende het groeiseizoen zijn er waarnemingen en analyses uitgevoerd om de effecten van de zwaveltrappen binnen het ras en tussen de rassen te meten. In tabel 2 is dit beschreven.

Tabel 2. **Waarnemingen tijdens de groei.**

Activiteit	Waarneming	Opm.	Tweede helft van de maand:						
			april	mei	juni	juli	augustus	september	oktober
grondbemonstering	N en S	1)	3	3	3	3	3	3	3
oogst bovengrondse delen	N en S	2)			3				
bladstelen	N en S	3)			9				
cropscan	grondbedekking			1	1	1	1	1	
oogst knollen	N en S	4)							3
	opbrengst								45
	owg								45

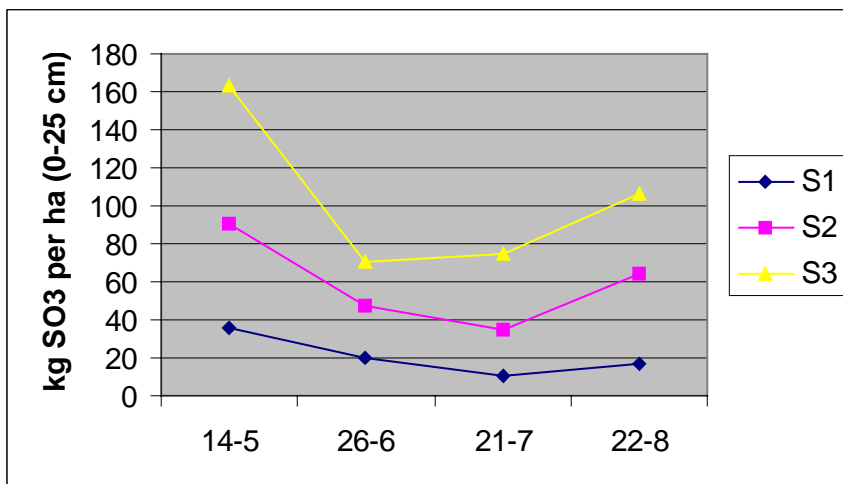
1. Grondmonsternamen in de Seresta veldjes ter bepaling van N en SO₃ gehalte.
2. Bij de eerste oogst wordt per object een mengmonster gemaakt van de stengels van 2 planten per veldje van alleen de Seresta veldjes. Deze worden geanalyseerd op droge stof, N en SO₃.
3. Van elk veldje worden 12 bladstelen verzameld. De bladstelen van de verschillende herhalingen worden bij elkaar gevoegd. Hiervan wordt de minerale samenstelling bepaald.
4. De verwerking van de eindoogst vindt op de gebruikelijke manier plaats. Dus wassen en onderwaterwegen.

Daarnaast zijn er ook visuele waarnemingen gedaan, welke in hoofdstuk 3 zijn beschreven.

3 Analyses

3.1 Grond- en gewasanalyse

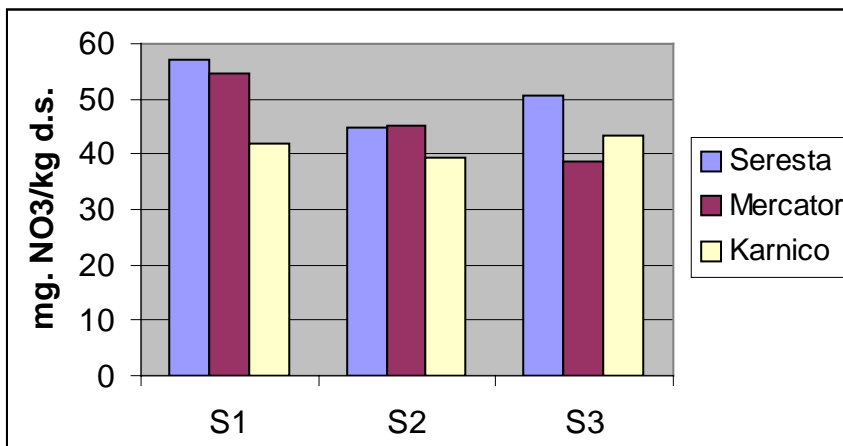
Tijdens het groeiseizoen is op 4 momenten het zwavelgehalte bepaald in de grond (0-25 cm).
Figuur 1 geeft het verloop weer van het zwavelgehalte per zwaveltrap in het ras Seresta.



Figuur 1. Verloop zwavelgehalte per zwaveltrap in Seresta.

Figuur 1 laat zien dat in het voorjaar (mei) het verschil in zwavelgehalte tussen de zwaveltrappen nog vrij groot is. Eind juni zijn deze verschillen veel kleiner geworden. En daarna stijgen ze weer. Het hele groeiseizoen blijven de verschillen tussen de zwaveltrappen zichtbaar. Er hebben zich geen onverklaarbare sprongen in het zwavelgehalte voor gedaan, zodat dit een betrouwbaar uitgangspunt vormt voor de bespreking van de resultaten.

Op 26 juni is, naast de grond monsternamen, ook het nitraatgehalte bepaald in de bladstelen. Dit is onderzocht per ras en per zwaveltrap. Het doel hiervan was om te kijken naar de invloed van het zwavelaanbod op de stikstofvoorziening van het gewas. Figuur 2 geeft hiervan de resultaten weer.



Figuur 2. Het nitraatgehalte in de bladstelen per ras en per zwaveltrap.

Uit figuur 2 is af te lezen dat de rassen Seresta en Mercator bij S1 een hoger nitraatgehalte hadden dan Karnico. Bij S2 en S3 waren de zwavelgehaltenes van Seresta en Mercator duidelijk lager dan bij S1 en waren redelijk vergelijkbaar met die van Karnico. Seresta en Mercator lieten een daling van het nitraatgehalte zien bij een oplopende zwaveltrap, terwijl dat bij Karnico redelijk constant bleef. Een hogere zwaveltrap gaf dus bij Seresta en Mercator een verlaging van het nitraatgehalte in de bladstelen. Dit kan een raseigenschap zijn, maar lijkt niet erg logisch. Daar het mineraal op stikstof lijkt, is het aannemelijk dat een groter aanbod van zwavel het nitraatgehalte in de bladstelen verlaagd.

Op 26 juni zijn er alleen in het ras Seresta stengels geoogst om verschil in ontwikkeling te meten. Deze stengels zijn niet alleen gewogen maar ook geanalyseerd op stikstof en zwavel. In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 3. **Analyse stengelmonsters Seresta op 26 juni.**

Waarneming	S1	S2	S3
Gewicht 10 planten (kg)	12,9	13,5	13,7
NO ₃ (gr NO ₃ /kg d.s.)	53,8	49,0	51,8
S (gr S/kg d.s.)	2,5	3,4	3,4

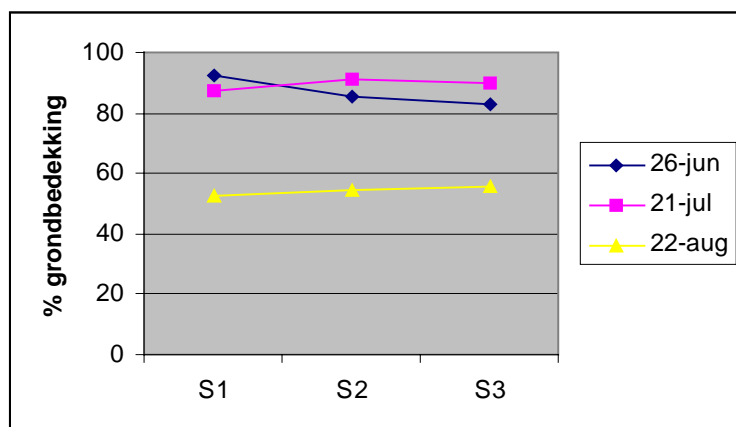
Uit tabel 3 blijkt dat de planten bij S2 en S3 een hoger gewicht hadden dan bij S1. Het nitraatgehalte van S2 en S3 was echter iets lager dan van S1, terwijl het zwavelgehalte weer hoger was dan die van S1. Het lagere nitraatgehalte kan veroorzaakt zijn door het hogere aanbod van zwavel bij S2 en S3. Daarnaast was er bij S2 en S3 meer gewas geproduceerd, zodat er sprake is van enige verdunning.

De resultaten van tabel 3 kunnen vergeleken worden met die van figuur 2. In figuur 2 (bladstelen) had Seresta op 26 juni in S1 het hoogste nitraatgehalte: duidelijk hoger dan in S2 en S3. Deze resultaten komen overeen met de resultaten van tabel 3.

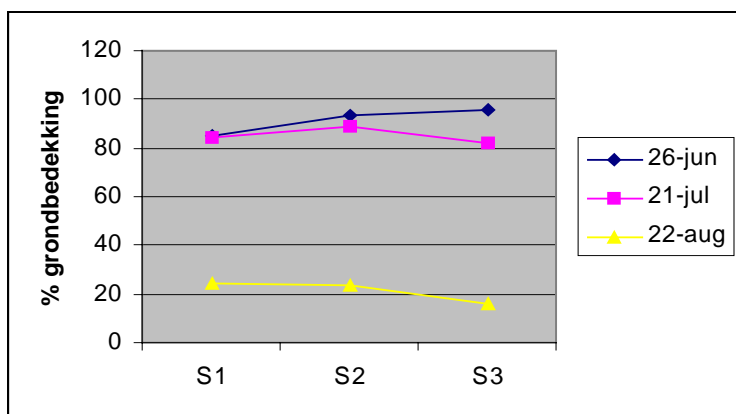
Aan de hand van de gemeten gehaltenes in de stengelmonsters kan er niets gezegd worden over het niveau van het zwavelgehalte. Allereerst is het niet duidelijk in hoeverre het zwavelgehalte verandert tijdens de groei (bron NMI). Daarnaast is het niet bekend of er verschillen in zwavelgehaltenes tussen de rassen bestaat (bron NMI).

3.2 Waarnemingen

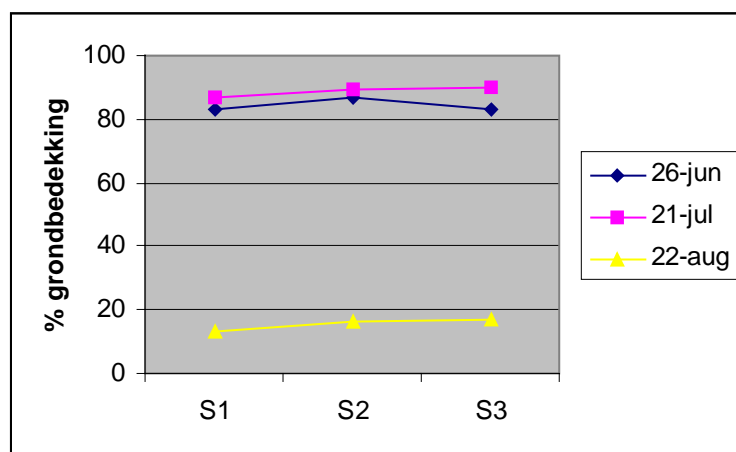
Tijdens de groei zijn er verschillende waarnemingen gedaan. Zo is op drie tijdstippen de grondbedekking gemeten met de crop scan. In de figuren 4 t/m 6 is dit weergegeven voor respectievelijk Karnico, Mercator en Seresta.



Figuur 4. **Grondbedekking met groen loof in Karnico.**



Figuur 5. **Grondbedekking met groen loof in Mercator.**



Figuur 6. **Grondbedekking met groen loof in Seresta.**

Het verschil in grondbedekking tussen de objecten is erg klein. Alleen bij het ras Mercator zijn er een paar betrouwbare verschillen. Op 26 juni had S1 van Mercator een betrouwbaar lagere grondbedekking dan S2 en S3. Op 3 juli waren S1 en S3 betrouwbaar minder dan S2 en op 3 augustus was S3 betrouwbaar minder dan S1 en S2. Gedurende het groeiseizoen is het beeld niet constant geweest, zodat moeilijk is aan te geven welk object bij Mercator nu het beste was. Bij beide andere rassen waren er geen betrouwbare verschillen tussen de zwaveltrappen.

4 Resultaten

Zoals uit de figuren 4 t/m 6 blijkt, is de proef gelijkmatig afgestorven. Op 18 september is deze dood gespoten. Bij de oogst en verwerking is het volgende bepaald:

- opbrengst per ha
- onderwatergewicht
- uitbetalingsgewicht per ha.

4.1 Opbrengst per ha

In tabel 4 zijn de opbrengstresultaten van de proef weergegeven. Wanneer het verschil tussen de zwaveltrappen binnen één ras groter is dan de vermelde lsd-waarde, is dit verschil betrouwbaar. Ofwel, het verschil is veroorzaakt door de zwavelbemesting.

Tabel 4. **De invloed van zwavel op de opbrengst (ton per ha).**

Ras/trap	S1	S2	S3	lsd
Karnico	39,0	40,0	41,5	4,1
Mercator	38,4	41,4	39,4	4,1
Seresta	40,8	41,9	44,6	4,1

Bij de rassen Karnico, Mercator en Seresta is er in 2003 geen invloed geweest van de zwavelgift op de kg opbrengst. Omdat de zwavel als bodemmeststof is gegeven, kan het droge jaar invloed hebben gehad op de opname van zwavel en daarmee op de opbrengst per zwaveltrap.

4.2 Onderwatergewicht

Bij zetmeelaardappelen is het onderwatergewicht belangrijk voor het uitbetalingsgewicht. Zie tabel 5.

Tabel 5. **De invloed van zwavel op het onderwatergewicht.**

Ras/trap	S1	S2	S3	lsd
Karnico	511	507	505	17
Mercator	498	490	492	17
Seresta	504	503	508	17

Binnen alle drie rassen is er in 2003 geen invloed geweest van de zwavelgift op het onderwatergewicht.

4.3 Uitbetalingsgewicht

Het uitbetalingsgewicht wordt berekend uit de opbrengst en het onderwatergewicht. De resultaten hiervan staan in tabel 6.

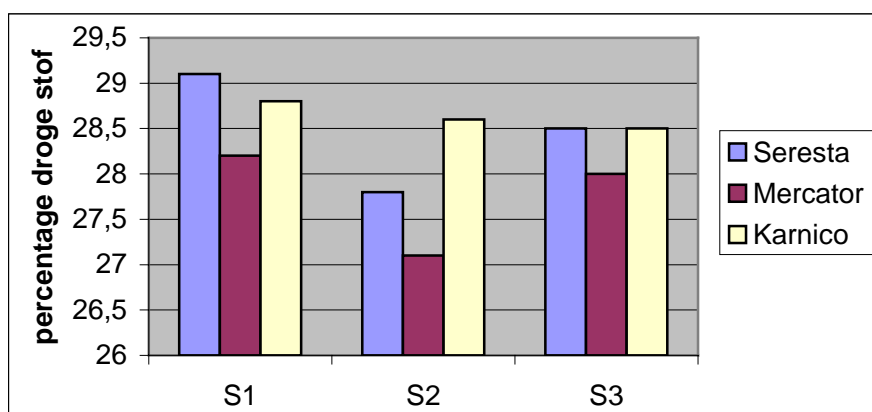
Tabel 6. **De invloed van zwavel op het uitbetalingsgewicht.**

Ras/trap	S1	S2	S3	lsd
Karnico	53,4	54,3	56,1	4,8
Mercator	50,9	53,8	51,5	4,8
Seresta	54,7	56,1	60,7	4,8

Bij de rassen Karnico en Mercator is het uitbetalingsgewicht niet beïnvloed door de zwavelgift. Bij Seresta was er een betrouwbaar verschil tussen S1 en S3.

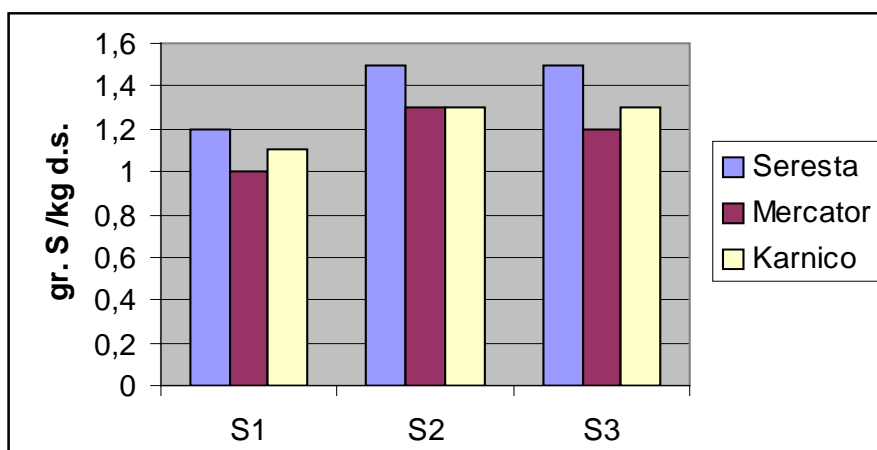
4.4 Analyse knolmonsters

Bij de eindogst zijn knolmonsters geanalyseerd op droge stof, stikstof en zwavel. De resultaten hiervan staan in de figuren 7, 8 en 9.



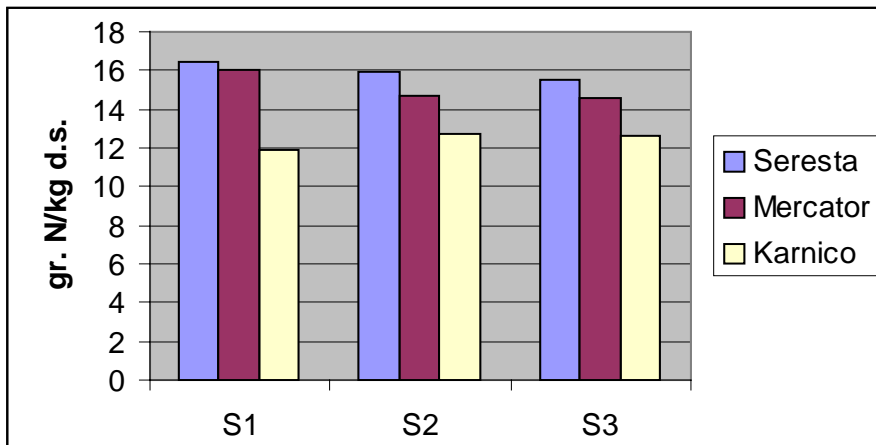
Figuur 7. De invloed van zwavel op het droge stofgehalte van de knol.

Figuur 7 laat zien dat bij Karnico het droge stofgehalte van de knol niet beïnvloed is door zwavel. Bij Seresta en Mercator is dat wel het geval. Met name S2 wijkt hierbij sterk af. Waarom het droge stofgehalte bij deze zwaveltrap duidelijk lager is als bij de beide andere is duidelijk.



Figuur 8. De invloed van zwavel op het zwavelgehalte van de knol.

Uit figuur 8 komt naar voren dat een lager zwavelaanbod (S1) leidt tot een lager zwavelgehalte in de knol. Dit geldt voor alle drie rassen. Tussen S2 en S3 is het verschil minimaal. Ofwel, de hogere zwaveltrap van S3 heeft het zwavelgehalte in de knol niet meer verhoogd ten opzichte van het zwavelgehalte bij S2. Het zwavelgehalte in de knol varieert enigszins tussen de rassen. Seresta heeft bij alle zwaveltrappen het hoogste zwavelgehalte.



Figuur 9. De invloed van zwavel op het stikstofgehalte van de knol.

De invloed van zwavel op het N-gehalte van de knol is nihil. Het meest duidelijk is het feit dat het gehalte wordt beïnvloed door het ras. Karnico heeft hierbij het laagste en Seresta en hoogst N-gehalte.

Aan de hand van deze resultaten moet geconstateerd worden dat zwavel dit groeiseizoen geen invloed heeft gehad op de opbrengst en het financiële resultaat. Hoewel er tussen de rassen verschillen waren in zwavelgehalte van de grond, heeft dit geen invloed gehad op de groei van het gewas. Hetzelfde geldt voor de verschillen in nitraatgehalte van de bladstelen. Bij Seresta hadden S2 en S3 op 26 juni een hoger gewicht aan stengels en een hoger zwavelgehalte in die stengels. Ook dat heeft het uiteindelijke resultaat niet beïnvloed.

De invloed van zwavel op het droge stofgehalte is niet duidelijk omdat de resultaten bij S2 niet verklaarbaar zijn.

Bij een lager aanbod van zwavel is het zwavelgehalte in de knol ook lager. Het zwavelgehalte verhogen met een hoge zwavelgift (S3) heeft niet geleid tot een hoger zwavelgehalte in de knol ten opzicht van S2. Zwavel heeft geen invloed gehad op het N-gehalte van de knol.