

## Landbouwcentrum Granen Vlaanderen (LCG) vzw

Graanbericht Nr. 2014.G.03, 21 februari 2014

### ZWAVELBEMESTING IN DE GRAANTEELT

W. Odeurs<sup>1</sup>, en J. Bries<sup>1</sup>  
V. Derycke<sup>2</sup>  
D. Cauffman en K. Vrancken<sup>3</sup>

#### 1 Situering

Zwavel is een hoofdelement in de plantenvoeding. Tarwe heeft een grote behoefte aan zwavel vanaf het begin van de stengelstrekking tot de bloei en neemt in totaal gemiddeld 50 kg SO<sub>3</sub>/ha op. Bovendien resulteert een optimale zwavelvoorziening in een betere N-benutting door het tarwegewas, hierdoor kan een zwaveltekort dan ook resulteren in een belangrijke opbrengstdaling. Behalve op de korrelopbrengst heeft zwavelgebrek, via invloed op zwavelhoudende aminozuren, tevens een zeer ongunstig effect op de bakkwaliteit van tarwe. Om zwavelgebrek te detecteren bestaat dan ook een dubbele norm: enerzijds ligt het zwavelgehalte best hoger dan het kritische zwavelgehalte in de tarwe (1,2 mg S/g), anderzijds ligt de N/S-verhouding in de tarwekorrel best in de buurt van de kritische N/S-verhouding van 17.

De laatste decennia zijn de twee belangrijkste externe zwavelbronnen enorm gedaald, met name de depositie van zwavel op landbouwpercelen en het gebruik van zwavelhoudende NPK-meststoffen. In bepaalde regio's in Europa met weinig depositie worden reeds meerdere jaren symptomen van zwavelgebrek (vrij sterk vergelijkbaar met stikstofgebrek) waargenomen.

De interesse voor de zwaveldynamiek is ondertussen ook in België sterk gestegen, dezelfde zwavelgebreksverschijnselen kunnen zich ook op de Belgische bodems manifesteren. In de praktijk worden de tarwetelers vanuit de handel benaderd om zwavelhoudende producten toe te passen op de tarwe met het oog op het verbeteren van de zwavelvoorziening. In het kader van het LCG-programma werden in 2011, 2012 en 2013 op drie zorgvuldig gekozen locaties in Vlaanderen tarweproefvelden aangelegd om de effecten van zwavelbemesting op opbrengst, kwaliteit en N-benutting in kaart te brengen.

#### 2 Zwavelbemestingsproefvelden 2013

##### 2.1 Perceelsgegevens proefvelden 2013 (Tabel 1)

De proeven in kader van het LCG-programma 2013 lagen aan op een leembodem te Tongeren en op een zandleembodem in Linter en Bottelare. In het voorjaar werd op elk perceel een mineraal stikstofonderzoek uitgevoerd. Op basis van de N-indexmethode van de Bodemkundige Dienst van België werd het stikstofbemestingsadvies berekend. De N-voorraad was op de drie proefvelden beperkt.

Op de proeflocatie Tongeren werd het N-advies van 208 kg N/ha niet volledig ingevuld. Rekening houdende met de nieuwe bemestingsnormen werd de totale minerale N-gift beperkt tot 195 kg/ha (80-55-60).

##### 2.2 Proefopzet (Tabel 2)

Op elk proefveld werden 10 objecten aangelegd, een getuige zonder bemesting (behandeling 1), een getuige zonder zwavelbemesting (behandeling 2) en 8 objecten met zwavelbemesting.

De zwavelbemesting gebeurt aan verschillende dosissen en al dan niet gefractioneerd. De fractionering is functie van de stikstoffractionering op basis van het N-indexsysteem van de Bodemkundige Dienst van België. Twee objecten werden bemest met 35 kg SO<sub>3</sub> per ha bij de eerste fractie (behandeling 3) of tweede fractie (behandeling 5), drie objecten werden bemest met

<sup>1</sup> Bodemkundige Dienst van België vzw, Heverlee

<sup>2</sup> Universiteit Gent en Hogeschool Gent, faculteit Toegepaste Bio-ingenieurswetenschappen, Gent

<sup>3</sup> vzw PIBO Campus en het Provinciaal Instituut voor Biotechnisch Onderwijs (PIBO), Tongeren

70 kg SO<sub>3</sub> per ha bij de eerste fractie (behandeling 4) of de tweede fractie (behandeling 6) of gefractioneerd bij de eerste en tweede fractie (behandeling 7). In deze objecten werd de zwavel toegediend onder vorm van SO<sub>3</sub> door middel van kaliumsulfaat (50 % K<sub>2</sub>O, 45 % SO<sub>3</sub>). Er werd op toegezien dat alle objecten evenveel kalium kregen toegediend. Voor de objecten zonder zwavelbemesting (objecten 1 en 2) en de objecten met een lagere dosis SO<sub>3</sub>, werd een eenzelfde totale kaliumgift voorzien onder vorm van chloorkali (60 % K<sub>2</sub>O).

**Tabel 1: Proefomstandigheden op de zwavelbemestingsproefvelden 2013**

	<b>Linters</b>	<b>Bottelare</b>	<b>Tongeren</b>
<b>Proefveldgegevens</b>			
Proefnemer (*)	BDB <sup>1</sup>	UGent en HoGent <sup>2</sup>	PIBO <sup>3</sup>
Grondsoort	zandleem	zandleem	leem
Voorvrucht	cichorei	snijmaïs	tarwe
Zaaidatum	30 november 2012	14 oktober 2012	22 oktober 2012
Variëteit	Sahara	Tabasco	Sahara
<b>N-reserve (kg NO<sub>3</sub>-N/ha)</b>			
Staalnamedatum	5 maart 2013	21 februari 2013	1 februari 2013
0 – 30 cm	6	5	11
30 – 60 cm	8	3	8
60 – 90 cm	13	10	33
0 – 90 cm	27	18	52
N-index	117	107	140
	zeer laag	zeer laag	lager dan normaal
<b>N-advies (kg N/ha)</b>			
	204 (85-57-62)	208 (79-61-68)	208 (85-56-67)
Eerste fractie (F1)	22 maart 2013	10 april 2013	28 maart 2013
Tweede fractie (F2)	25 april 2013	8 mei 2013	3 mei 2013
Derde fractie (F3)	27 mei 2013	4 juni 2013	5 juni 2013
<b>Toepassing zwavelhoudende middelen</b>			
Eerste behandeling EPSO Top	25 april 2013	29 april 2013	3 mei 2013
Tweede behandeling EPSO Top	5 juni 2013	29 mei 2013	5 juni 2013
Eerste behandeling Yara Sulfan	22 maart 2013	10 april 2013	28 maart 2013
Tweede behandeling Yara Sulfan	27 mei 2013	4 juni 2013	5 juni 2013
(*) Proefnemer: <sup>1</sup> Bodemkundige Dienst van België, Heverlee			
<sup>2</sup> Universiteit Gent en Hogeschool Gent – Proefhoeve Bottelare, Bottelare			
<sup>3</sup> vzw PIBO Campus en het Provinciaal Instituut voor Biotechnisch Onderwijs (PIBO), Tongeren			

Met de steun van K+S Benelux werd een bijkomend object aangelegd: EPSO Top (MgSO<sub>4</sub>-7H<sub>2</sub>O; 16 % MgO, 32 % SO<sub>3</sub>) werd tweemaal toegepast, in het stadium einde uitstoeling en in het laatste bladstadium, telkens aan 15 kg per ha (behandeling 8).

Yara Sulfan (24 % N, 15 % SO<sub>3</sub>) werd bij één object éénmalig toegediend, gelijktijdig met de eerste stikstof fractie (behandeling 9). Het tweede object behandeld met Yara Sulfan werd tweemaal behandeld, namelijk bij de eerste en de derde stikstof fractie (behandeling 10).

**Tabel 2: Overzicht minerale N- en SO<sub>3</sub>-bemesting zwavelbemestingsproefvelden 2013**

Object		Linter						Bottelare						Tongeren					
		kg N/ha			kg SO <sub>3</sub> /ha			kg N/ha			kg SO <sub>3</sub> /ha			kg N/ha			kg SO <sub>3</sub> /ha		
behandeling	omschrijving	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
1	Nulbemesting, geen N, geen SO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Geen SO <sub>3</sub> , N volgens advies	85	57	62	0	0	0	79	61	68	0	0	0	80	55	60	0	0	0
3	35 kg SO <sub>3</sub> /ha bij F1, N volgens advies	85	57	62	35	0	0	79	61	68	35	0	0	80	55	60	35	0	0
4	70 kg SO <sub>3</sub> /ha bij F1, N volgens advies	85	57	62	70	0	0	79	61	68	70	0	0	80	55	60	70	0	0
5	35 kg SO <sub>3</sub> /ha bij F2, N volgens advies	85	57	62	0	35	0	79	61	68	0	35	0	80	55	60	0	35	0
6	70 kg SO <sub>3</sub> /ha bij F2, N volgens advies	85	57	62	0	70	0	79	61	68	0	70	0	80	55	60	0	70	0
7	35 kg SO <sub>3</sub> /ha bij F1 en F2, N volgens advies	85	57	62	35	35	0	79	61	68	35	35	0	80	55	60	35	35	0
8	EPSO Top, N volgens advies	85	57	62	0	0	0	79	61	68	0	0	0	80	55	60	0	0	0
9	Yara Sulfan bij F1, N volgens advies	<b>85</b>	57	62	<b>53</b>	0	0	<b>79</b>	61	68	<b>49</b>	0	0	<b>80</b>	55	60	<b>50</b>	0	0
10	Yara Sulfan bij F1 en F3, N volgens advies	<b>85</b>	57	<b>62</b>	<b>53</b>	0	<b>39</b>	<b>79</b>	61	<b>68</b>	<b>49</b>	0	<b>43</b>	<b>80</b>	55	<b>60</b>	<b>50</b>	0	<b>38</b>

**Cijfers in vet en schuin:** N en SO<sub>3</sub> toegediend onder vorm van Yara Sulfan

## 2.3 Proefresultaten en bespreking

### a. Opbrengstresultaten (Tabel 3)

Op de drie proeflocaties werd van de nulbemeste objecten significant minder geoogst dan van de bemeste objecten. De niet bemeste objecten realiseerden een korrelopbrengst bij 15 % vocht van net geen 3 ton/ha tot 7,6 ton/ha. In Bottelare werd door N-bemesting meer dan dubbel zoveel geoogst. Het effect van zwavelbemesting op de korrelopbrengst was nergens significant, op één object op één locatie na. De gefractioneerde toediening van 70 kg SO<sub>3</sub>/ha bood op elke locatie een voordeel.

In **Linter** zorgde enkel stikstof voor een significante meerproductie. De productie verschilde niet in functie van de zwavelbemesting.

In **Bottelare** waren, zonder statistische significantie, enkele effecten waar te nemen. Objecten 3 t.e.m. 10 (behalve object 5) produceerden gemiddeld meer dan object 2, welk niet met zwavel werd bemest, wat duidde op een positieve invloed van zwavelbemesting op de korrelopbrengst. Bijkomend leek een dosiseffect te spelen. Vergelijking van de korrelopbrengst van object 3 en 4 en object 5 en 6 toonde telkens dat de hogere dosis van 70 kg SO<sub>3</sub>/ha resulteerde in de hogere korrelopbrengst. Eveneens leek het tijdstip van de zwaveltoediening de productie te beïnvloeden. Vergelijking van object 3 en 5 en object 4 en 6, toonde dat de zwavelbemesting bij de eerste fractie leidde tot de hogere korrelopbrengst. Naast dosis en tijdstip leek ook fractionering een zekere invloed te hebben. Vergelijking van object 7 (70 kg SO<sub>3</sub>/ha gefractioneerd) met object 4 en 6 toonde dat het meest geoogst werd na fractionering van de zwavelbemesting. De objecten behandeld met de commerciële producten EPSO Top of Yara Sulfan waren het meest productief, hiervan werd meer dan 8 ton/ha geoogst.

In **Tongeren** werd het meest geoogst wanneer bij de eerste stikstoffractie 70 kg SO<sub>3</sub>/ha werd toegediend (object 4). De opbrengst van deze behandeling verschilde statistisch significant van de producties van de overige bemeste objecten.

### b. Kwaliteitsanalyses (Tabel 4)

Het eiwitgehalte werd zoals verwacht, gunstig beïnvloed door de N-bemesting. Het verschil in eiwitgehalte tussen het niet bemeste en de bemeste objecten was echter niet altijd statistisch significant. Een effect van zwavelbemesting op N-opname en eiwitgehalte kon niet worden vastgesteld. In Tongeren resulteerde de hogere zwaveldosis toegediend bij de tweede stikstoffractie in een hoger eiwitgehalte. Enkel dit object en op deze locatie werd een statistisch hoger eiwitgehalte na zwavelbemesting waargenomen.

Het zwavelgehalte lag op alle locaties op een hoger niveau dan vorig jaar. Een duidelijk effect van zwavelbemesting op het zwavelgehalte bleek echter niet. De N/S-verhouding was gunstiger dan bij de oogst van 2012. De waarden zaten zeer dicht bij de optimale verhouding van 17.

In **Linter** resulteerde zwavelbemesting niet in significant hogere zwavelgehalten in de tarwekorrel. De hoogste zwavelgehalten werden gemeten bij objecten 5 en 7, namelijk 1,19 mg S/g DS.

In **Bottelare** werden de laagste zwavelgehalten gemeten. Maar de effecten van dosis en tijdstip van zwavelbemesting, welke werden waargenomen op de korrelopbrengst, leken ook te spelen voor het zwavelgehalte. Het effect van dosis bleek door vergelijking van object 3 en 4 en object 5 en 6. Het effect van toedieningstijdstip bleek uit vergelijking van object 3 en 5 en object 4 en 6. Na toediening van 35 kg SO<sub>3</sub>/ha bij de eerste stikstofgift werd een zwavelgehalte van 0,94 mg S/g DS gemeten terwijl na toediening van dezelfde hoeveelheid bij de tweede stikstoffractie een zwavelgehalte van 1,05 mg S/g DS werd gemeten. Zwavelbemesting bij de tweede stikstoffractie (object 5 en 6) resulteerde op deze locatie in een statistisch significant hoger zwavelgehalte in de tarwekorrel, ongeacht de dosis.

In **Tongeren** lag het zwavelgehalte in de tarwekorrels hoger dan op de overige proeflocaties. In zekere mate leek ook op deze locatie een effect van toedieningstijdstip te spelen. Vergelijking van object 3 en 5 toonde bij een dosis van 35 kg SO<sub>3</sub>/ha een duidelijk hoger zwavelgehalte in de tarwekorrel wanneer toegediend bij de tweede stikstoffractie. Deze laatste behandeling zorgde tevens voor een significant hoger zwavelgehalte dan zonder zwavelbemesting.

**Tabel 3: Opbrengstresultaten (relatief) zwavelbemestingsproefvelden 2013**

Behandeling	Linter		Bottelare		Tongeren	
	korrelopbrengst bij 15% vocht	hectolitergewicht	korrelopbrengst bij 15% vocht	hectolitergewicht	korrelopbrengst bij 15% vocht	hectolitergewicht
1	64,1	98,0	38,5	93,4	60,5	95,3
2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	(= 11981 kg/ha)	(=79,0 kg/hl)	(= 7767 kg/ha)	(=73,3 kg/hl)	(= 11276 kg/ha)	(=78,7 kg/hl)
3	96,2	100,1	101,0	98,9	100,7	98,7
4	99,3	99,1	101,8	96,6	107,8	99,3
5	100,7	99,6	98,2	97,4	103,3	100,0
6	98,1	99,4	101,6	96,0	101,4	98,6
7	101,8	99,0	102,9	97,2	100,8	98,4
8	99,8	100,3	104,0	97,4	99,8	100,1
9	98,1	99,9	105,1	98,0	100,2	100,0
10	99,9	99,6	107,4	98,2	99,9	99,5

**Tabel 4: Resultaten kwaliteitsanalyses zwavelbemestingsproefvelden 2013**

Behandeling	Linter			Bottelare			Tongeren		
	eiwitgehalte (%)	zwavelgehalte (mg S/g)	N/S-verhouding	eiwitgehalte (%)	zwavelgehalte (mg S/g)	N/S-verhouding	eiwitgehalte (%)	zwavelgehalte (mg S/g)	N/S-verhouding
1	8,5 a	1,04 a	14,2 a	7,9 a	1,05 bc	13,2 a	8,6 a	1,19 a	12,8 a
2	<b>10,3 b</b>	<b>1,12 ab</b>	<b>16,0 a</b>	<b>8,5 ab</b>	<b>0,90 a</b>	<b>16,6 c</b>	<b>11,2 bcd</b>	<b>1,21 a</b>	<b>16,3 b</b>
3	9,6 ab	1,11 ab	15,2 a	8,5 ab	0,94 ab	16,0 bc	11,0 bc	1,20 a	16,1 b
4	9,7 ab	1,14 ab	14,9 a	8,4 ab	1,03 abc	14,2 abc	11,4 de	1,26 ab	15,9 b
5	10,0 b	1,19 b	14,9 a	8,6 ab	1,05 bc	14,5 abc	11,4 cde	1,32 b	15,2 b
6	10,0 b	1,12 ab	15,8 a	8,4 ab	1,11 c	13,6 ab	11,6 e	1,29 ab	16,0 b
7	9,4 ab	1,19 b	14,0 a	8,2 ab	0,98 abc	14,7 abc	11,3 bcde	1,22 ab	16,2 b
8	9,7 ab	1,16 b	14,7 a	8,4 ab	1,04 bc	14,2 abc	11,0 bc	1,20 a	16,1 b
9	10,1 b	1,15 ab	15,4 a	8,8 b	1,02 abc	15,2 abc	10,9 b	1,23 ab	15,6 b
10	9,6 ab	1,13 ab	15,0 a	8,9 b	1,02 abc	15,4 abc	11,0 bc	1,24 ab	15,6 b
P-waarde	0,278	0,218	0,437	0,328	0,052	0,120	< 0,001	0,171	0,002

### c. Zwavelvoorraad in de bodem (Tabel 5)

Bij het bepalen van de nitraatstikstofvoorraad in de bodem in het voorjaar en bij de oogst werd ook bepaald hoeveel  $\text{SO}_4\text{-S}$  per bodemlaag voorradig was. In het voorjaar bleek nog heel wat  $\text{SO}_4\text{-S}$  in de bodemlaag 0-90 cm voorradig te zijn.

Uit de survey, uitgevoerd in 2010, bleek op 25 leempercelen gemiddeld 80 kg  $\text{SO}_4\text{-S/ha}$  in de bodemlaag 0-90 cm te zitten. Op de 13 bemonsterde zandleempercelen bleek gemiddeld 92 kg  $\text{SO}_4\text{-S/ha}$  in het bodemprofiel tot 90 cm te zitten. Vergelijking van de gemeten zwavelvoorraden in de bodem in 2013 met deze resultaten toonde aan dat de proefvelden een ruime zwavelvoorraad hadden.

**Tabel 5: Overzicht gemiddeld  $\text{SO}_4\text{-S}$ -gehalte (kg S/ha) op geselecteerde percelen uit survey 2010**

Bodemtype	kg $\text{SO}_4\text{-S/ha}$				Aantal percelen
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm	
alle bodemtypen	19	30	38	87	67
leem	13	30	37	80	25
klei	25	33	35	93	17
zand	23	25	39	87	12
zandleem	17	31	44	92	13

### 2.4 Besluit

Op alle proefvelden bleek het effect van N-bemesting op de opbrengst. Na zwavelbemesting daarentegen kon geen statistisch significante productiewinst worden vastgesteld. In Tongeren werd van de met zwavel bemeste objecten gemiddeld wat meer geoogst maar niet statistisch significant. In Bottelare waren de meest duidelijke tendensen waar te nemen. Op deze locatie bleek zonder statistische significantie, een effect van dosis, tijdstip en fractionering. Het leek dat de hogere dosis van 70 kg  $\text{SO}_3$  resulteerde in de hoogste productie, dat deze dosis het beste resultaat gaf wanneer het gefractioneerd werd toegepast en dat wanneer de zwavelbemesting in één fractie gebeurde, de beste oogst werd behaald na toepassing bij de eerste stikstof fractie. Gemiddeld werd in 2013 door de met zwavelbemeste objecten een meerproductie van 1% gerealiseerd. De gefractioneerde toediening van 70 kg  $\text{SO}_3\text{/ha}$  bood op elke locatie een voordeel.

De stikstofopname werd niet of nauwelijks beïnvloed door de zwavelbemesting.

De zwavelgehalten in de tarwekorrel waren algemeen gunstiger dan vorig jaar en bijgevolg ook de N/S-verhouding in de tarwekorrel. Ze werden echter niet altijd éénduidig beïnvloed door de zwavelbemesting. Toch lag het zwavelgehalte van de met zwavel bemeste objecten doorgaans in meer of mindere mate hoger dan het object zonder zwavelbemesting. Ook voor deze parameter bleken in Bottelare de meest duidelijke tendensen te voorschijn te komen. Het zwavelgehalte werd positief beïnvloed door een hogere dosis  $\text{SO}_3$  en een later toedieningstijdstip (tweede stikstof fractie). In Tongeren bleek het effect van dosis niet bij elk tijdstip van bemesting maar ook daar was een zekere meerwaarde van zwaveltoediening bij de tweede stikstof fractie waar te nemen in vergelijking met zwaveltoediening bij de eerste stikstof fractie.

De zwavelvoorraad op de proefvelden was zeer ruim wat mede de zwakke zwavelrespons kan verklaren.

### 3 Overzicht resultaten 3 jaar proefveldwerking

#### 3.1 Proefopzet

Sinds 2011 werden 3 opeenvolgende jaren jaarlijks 3 proefvelden omtrent zwavelbemesting aangelegd. De proefvelden werden telkens aangelegd door UGent en HoGent, PIBO Campus en de Bodemkundige Dienst, die het project ook coördineerde. De proeven aangelegd door de Bodemkundige Dienst en Universiteit Gent en Hogeschool Gent werden steeds aangelegd op een zandleembodem, en PIBO Campus voerde de proeven uit op een leembodem.

Alle proeven omvatten steeds dezelfde 10 objecten zoals aangegeven in Tabel 2. De stikstofbemesting werd volgens goede landbouwkundige praktijken afgestemd op het stikstofadvies op basis van het N-indexmethode van de Bodemkundige Dienst van België.

Voor een overzicht van de proefomstandigheden op de zwavelbemestingsproefvelden en de stikstof- en zwavelbemesting van 2011 en 2012 wordt verwezen naar de naslagwerken "Landbouwcentrum Granen Vlaanderen – Granen oogst 2011" en "Landbouwcentrum Granen Vlaanderen – Granen oogst 2012". De proefveldomstandigheden en de minerale bemesting van 2013 zijn eerder vermeld in Tabel 1 en Tabel 2.

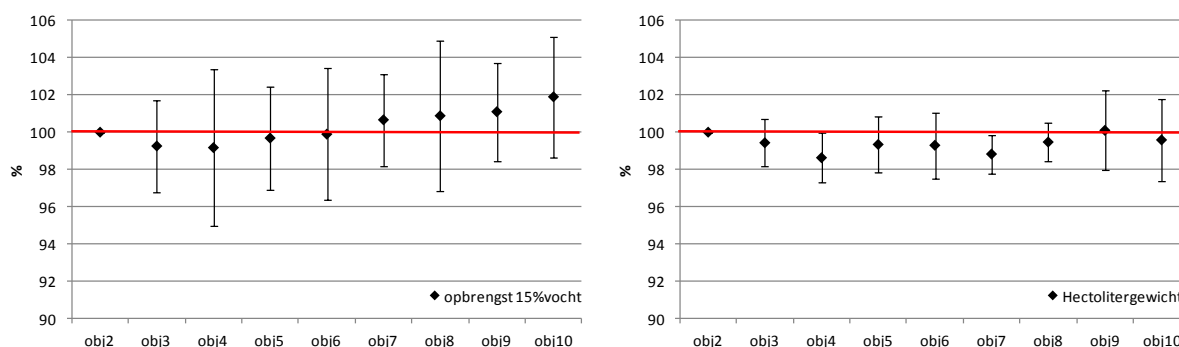
#### 3.2 Proefresultaten en bespreking

##### a. Opbrengstresultaten

Zoals waargenomen bij de oogst 2013 was ook de voorgaande jaren het effect van zwavelbemesting op de productie meestal niet eenduidig over de locaties heen. De statistische verwerking van de proefveldresultaten van de afgelopen 3 jaar toont dan ook sterke invloeden van jaar en locatie. Een statistisch onderbouwde bespreking zou bijgevolg neerkomen op een statistische vergelijking per jaar en per locatie zoals voorgaande jaren reeds werd getoond.

Vergelijking van de gemiddelde opbrengsten (relatief t.o.v. behandeling 2 (N volgens advies, geen  $\text{SO}_3$ )) met de standaarddeviatie toont de variabiliteit van de resultaten. Figuur 1 toont door de aangeduide standaarddeviatie dat van alle zwavelbemeste objecten zowel eens meer als minder werd geoogst dan van object 2 zonder zwavelbemesting.

Zwavelbemesting door middel van  $\text{SO}_3$ -toediening resulteerde gemiddeld in 1 % meerproductie wanneer 70 kg  $\text{SO}_3$  per ha gefractioneerd werd toegediend bij de eerste en tweede stikstofgift. Ook een tweeledige bladbehandeling met EPSO Top, telkens aan 15 kg per ha, leidde tot een gemiddelde meeropbrengst van 1%. Gebruik van Yara Sulfan zorgde gemiddeld voor 1 en 2 % meeropbrengst naargelang enkel de eerste fractie of ook de laatste stikstoffractie werden ingevuld met dit product. Het hectolitergewicht werd gemiddeld minder gunstig beïnvloed door zwavelbemesting. De gemiddelde verschillen bleven echter beperkt tot 1 %.



**Figuur 1: Relatieve vergelijking van de gemiddelde korrelopbrengst en hectolitergewicht (2011-2013).**

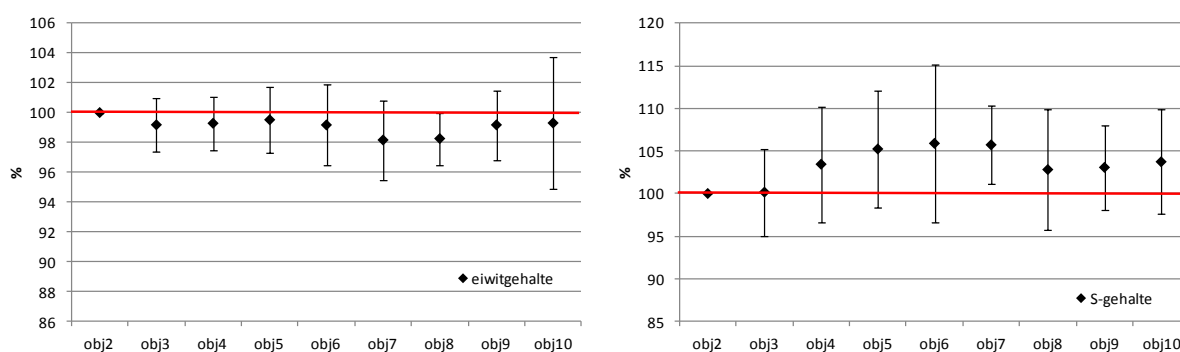
##### b. Kwaliteitsanalyses

Vergelijking van het gemiddelde eiwitgehalte (Figuur 2) toont dat het eiwitgehalte weinig werd beïnvloed door de zwavelbemesting. Gemiddeld lag het eiwitgehalte na zwavelbemesting 1 % lager. De standaarddeviaties duiden echter opnieuw op de waargenomen variabiliteit. Een bepaalde behandeling was bijgevolg niet consequent gunstig of niet gunstig voor het eiwitgehalte.

Het zwavelgehalte in de tarwekorrel steeg de afgelopen 3 proefjaren met gemiddeld 4 % na zwaveltoepassing. De grootste gemiddelde stijging van het zwavelgehalte werd vastgesteld bij behandeling 6 (70 kg  $\text{SO}_3$ /ha bij F2) en behandeling 7 (35 kg  $\text{SO}_3$ /ha bij F1 en F2). Deze

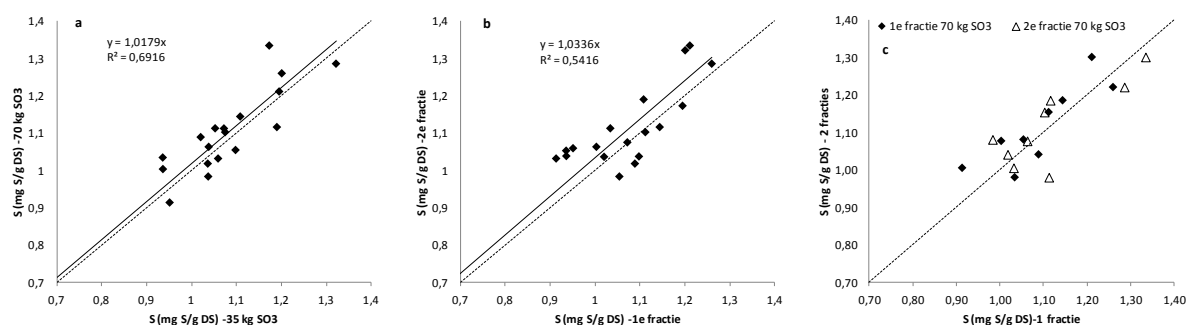
behandelingen resulteerden in een gemiddelde stijging van het zwavelgehalte van 6 %. Opvallend is de beduidend kleinere standaarddeviatie op de metingen van behandeling 7. Dit duidt erop dat de resultaten van behandeling 7 meer consistent waren over de 9 proefvelden heen. Op slechts 1 van de 9 proefvelden werd na gefractioneerde toediening van 70 kg SO<sub>3</sub>/ha een lager zwavelgehalte gemeten dan in het object zonder zwavelbemesting. Op de overige 8 proefvelden werd steeds een hoger zwavelgehalte (al dan niet statistisch significant) gemeten bij behandeling 7. Bovendien moet bij het ene proefveld de kanttekening gemaakt worden dat op het object zonder zwavelbemesting het hoogste zwavelgehalte werd gemeten en dat van de zwavelbemeste objecten (onderlinge vergelijking van objecten 3 t.e.m. 10) object 7 het hoogste zwavelgehalte bevatte.

Toepassing van de commerciële producten EPSO Top of Yara Sulfan zorgde voor een gemiddelde stijging van het zwavelgehalte van 3 tot 4 %.



**Figuur 2: Relatieve vergelijking van het gemiddelde eiwit- en zwavelgehalte (2011- 2013).**

Net zoals werd waargenomen bij de oogst in 2013 te Bottelare toont ook Figuur 2 een zekere trend van het zwavelgehalte in functie van de dosis zwavel, het toedieningstijdstip en in mindere mate in functie van de fractionering. Deze effecten worden verduidelijkt in Figuur 3.



**Figuur 3: Vergelijking gemiddelde zwavelgehalte in de korrel (mg S/g DS) (2011-2013) in functie van de dosis SO<sub>3</sub> (a), in functie van het toepassingstijdstip (b) en in functie van het al dan niet fractioneren van een dosis van 70 kg SO<sub>3</sub>/ha (c).**

Figuur 3.a toont dat het gros van de puntenwolk boven de bissectrice ligt, wat erop duidt dat bij een dosis van 70 kg SO<sub>3</sub>/ha hogere S-gehalten in de tarwekorrel werden gemeten dan bij een dosis van 35 kg SO<sub>3</sub>/ha. In Figuur 3.b ligt de puntenwolk ten voordele van de 2<sup>e</sup> fractie. Dit duidt erop dat wanneer eenzelfde hoeveelheid SO<sub>3</sub> wordt toegediend, dit een hoger zwavelgehalte in de tarwekorrel geeft wanneer de toepassing gebeurt bij de tweede stikstoffractie dan wanneer het bij de eerste stikstoffractie gebeurt.

### 3.3 Besluit 2012-2013

De zwavelbemesting toonde de afgelopen drie jaren op de proefvelden zeer wisselende resultaten en al te vaak zonder statistisch significante waarde. Toch kan gesteld worden dat zwavelbemesting een bescheiden gunstig effect had op de korrelopbrengst. Dit bleek vooral na toepassing van de commerciële producten EPSO Top of Yara Sulfan.

Een verbeterde stikstofbenutting na zwavelbemesting kon niet worden aangetoond. Het eiwitgehalte werd niet consequent begunstigd door toepassing van zwavel.



De grootste invloed van de zwavelbemesting bleek waarneembaar op het zwavelgehalte. Gemiddeld nam het zwavelgehalte in de tarwekorrel met 4 % toe na zwaveltoediening. De grootste gemiddelde stijging van 6 % werd waargenomen na toediening van 70 kg SO<sub>3</sub>/ ha bij de tweede stikstof fractie of gefractioneerd over de eerste en tweede stikstof fractie. De commerciële toepassingen resulteerden in gemiddelde stijgingen van 3 tot 4 %. Het zwavelgehalte leek positief beïnvloed te worden door een hogere dosis en zwaveltoediening bij de tweede stikstof fractie of gefractioneerd over de twee eerste stikstof giften. Een hoger zwavelgehalte in de tarwekorrel zal zeker een positief effect hebben op de bakkwaliteit. Voor commerciële producten bedoeld voor een verbeterde chlorofylwerking of fotosynthese die ook zwavel bevatten en het zwavelgehalte kunnen verhogen, is dit zeker een bijkomend positief effect.

Het zwavelgehalte ondervond een duidelijk jaareffect. De hoogste waarden werden gemeten in 2013 en de in de literatuur voorgestelde drempelwaarde van 1,2 mg S/g DS werd bereikt. In 2013 werden ook de beste opbrengsten geoogst, terwijl de voorgaande jaren met lagere S-gehalten minder werd geoogst. Dit duidt toch op een zeker verband tussen de opbrengstmogelijkheden en de S-opname. Mogelijk situeert de drempelwaarde voor zwavelgebrek zich rond een andere waarde aangezien de eerste proefjaren enkel een kleinere productie maar geen visueel zwavelgebrek kon worden vastgesteld ondanks het feit dat het zwavelgehalte beneden de voorgestelde drempelwaarde lag.

De vrij beperkte zwavelrespons op de proefvelden zou kort door de bocht tot de conclusie kunnen leiden dat er geen zwavelgebrek voorkomt op de Vlaamse tarwepercelen. Dit moet echter genuanceerd worden. De zwavelaanvoer voor de bodems is gemiddeld wel degelijk sterk verminderd zoals door tal van metingen en in tal van publicaties wordt aangetoond. Op gronden met een ruime teeltrotatie en een regelmatige aanvoer van dierlijke mest zal het fenomeen van zwavelgebrek zich echter minder snel manifesteren. De resultaten uit de survey van 2010 en de gemeten voorraden in 2013 ondersteunen dit en tonen aan dat de situatie in Vlaanderen dikwijls een ander verhaal is dan bijvoorbeeld bij zeer enge teeltrotaties of nagenoeg monocultuur granen in bepaalde regio's in Frankrijk. Indien in de teeltrotatie sulfaathoudende meststoffen worden gebruikt, zoals bijvoorbeeld Patentkali voor de aardappelen, zal het risico op zwaveltekort in de tarwe kleiner zijn.

Zwavelbemesting biedt dus wel degelijk mogelijkheden tot een grotere korrelopbrengst, een hoger zwavelgehalte en een betere bakkwaliteit, maar de impact ervan wordt bepaald door de bodemgesteldheid van het perceel. Op goed onderhouden gronden met een ruime mineralisatiecapaciteit, een ruime teeltrotatie en een regelmatige aanvoer van dierlijke mest is het effect op korrelopbrengst momenteel nog ondergeschikt aan het effect op het zwavelgehalte in de tarwekorrel.

---

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen, in eigen vorm of wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Het Landbouwcentrum Granen Vlaanderen is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die zouden kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens uit deze opgave.*

---

Project met financiële steun van de Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij,  
Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling Granen