

2.2 Zwavelbemesting in de graanteelt

W. Odeurs¹ en J. Bries¹
G. Verlinden²
D. Cauffman³

2.2.1 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 SO₃/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 doet men er ook goed aan de N/S verhouding in de buurt van de kritische N/S verhouding (N/S = 17) te houden.

De laatste 30 jaar 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. Een tiental jaar geleden bleek uit een doctoraatsonderzoek (G. Verlinden) op de Bodemkundige Dienst dat de zwavelstatus van Belgische akkerbouwpercelen op dat moment nog geen problemen opleverde voor de teelt van tarwe. Met de invoering van de NEC-richtlijn (NEC: National Emission Ceilings) op 27 november 2001 worden de lidstaten van de Europese Unie absolute emissieplafonds voor de NO_x, SO₂, VOS (vluchtige organische stoffen – exclusief methaan) en NH₃ opgelegd. Hierdoor werd de dalende trend in uitstoot van zwaveldioxide en het gebruik van zwavelhoudende NPK-meststoffen verder gezet, zodat een continue opvolging van de Belgische situatie essentieel is.

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 deze optiek worden in het kader van het LCG-programma gedurende drie opeenvolgende jaren op drie zorgvuldig gekozen locaties in Vlaanderen tarwepercelen opgevolgd. In 2011 werden reeds drie proefvelden aangelegd om de effecten van zwavelbemesting op opbrengst, kwaliteit en N-benutting in kaart te brengen. In een eerste fase werd in 2010 door middel van een survey de actuele zwavelsituatie op de Vlaamse tarwepercelen in kaart gebracht.

2.2.2 Survey ter bepaling van de actuele zwavelsituatie op de Vlaamse tarwepercelen

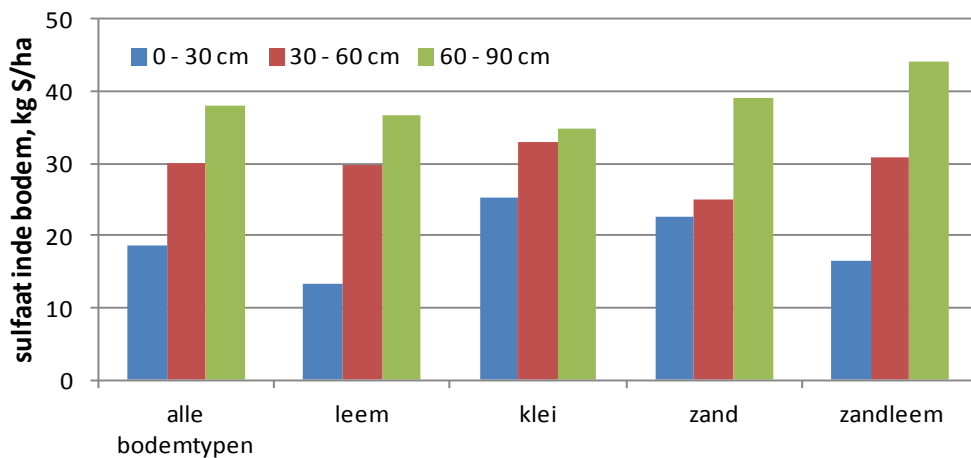
Op basis van landbouwtreek, bodemtextuur en organische stofgehalte werden in het voorjaar van 2010 81 percelen geselecteerd. Uiteindelijk werden van 67 percelen (1 kleibodem, 25 leembodems, 16 poldergronden, 12 zandgronden en 13 zandleemgronden) bodemstalen ontvangen. Op deze percelen werd naast de N-index ook de SO₄²⁻-inhoud van de lagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm bepaald. Na de oogst werd het zwavel- en stikstofgehalte in de tarwekorrel bepaald.

¹ Bodemkundige Dienst van België vzw, Heverlee

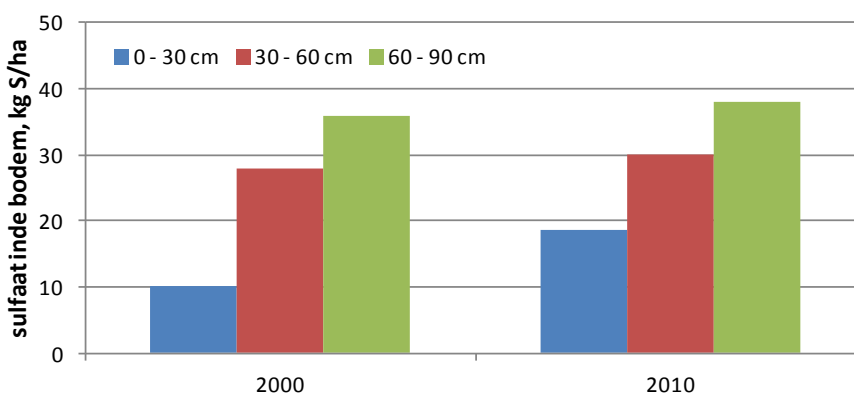
² Hogeschool Gent, Faculteit Toegepaste Bio-ingenieurswetenschappen, Gent

³ Vzw PIBO Campus en het Provinciaal Instituut voor Biotechnisch Onderwijs (PIBO), Tongeren

In Figuur 2.3 wordt het zwavelgehalte per bodemlaag van 30 cm per bodemtype en voor alle bodemtypes samen, weergegeven. Voor alle bodemtypes neemt het zwavelgehalte toe in functie van de diepte. Vergelijking van het gemiddeld sulfaatgehalte in de bodem van 2010 en 2000 (Verlinden, 2002) toont aan dat de zwaveltoestand gemiddeld over alle bodemtypes weinig veranderd is (Figuur 2.4).

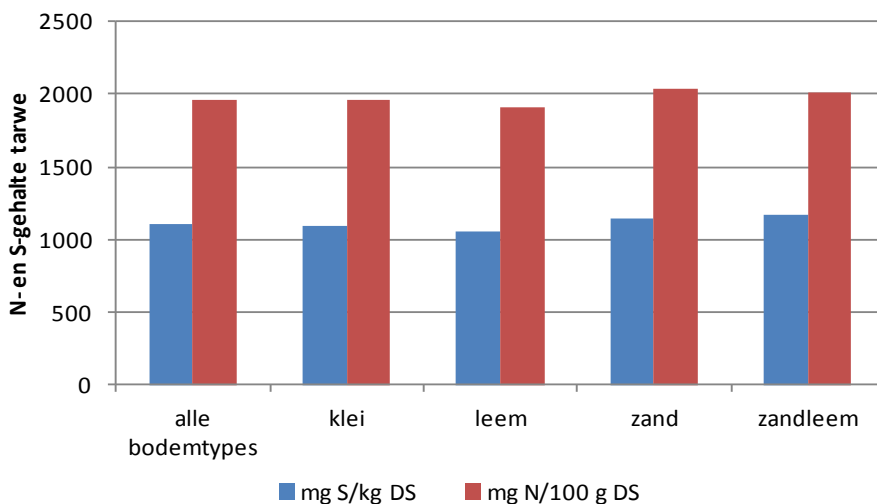


Figuur 2.3: Gemiddeld sulfaatgehalte (kg S/ha) geselecteerde percelen (2010)

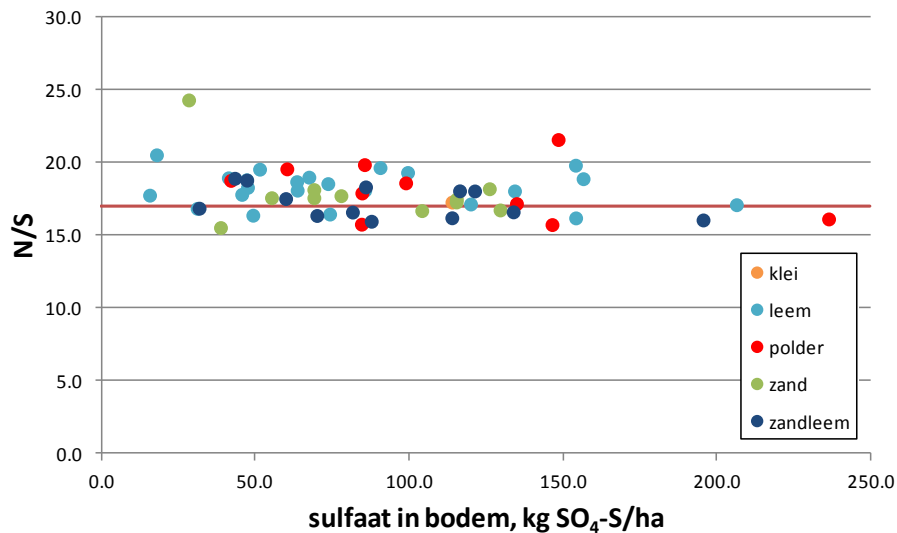


Figuur 2.4: Gemiddeld sulfaatgehalte (kg S/ha) van alle bodemtypes per bodemlaag in 2010 en 2000

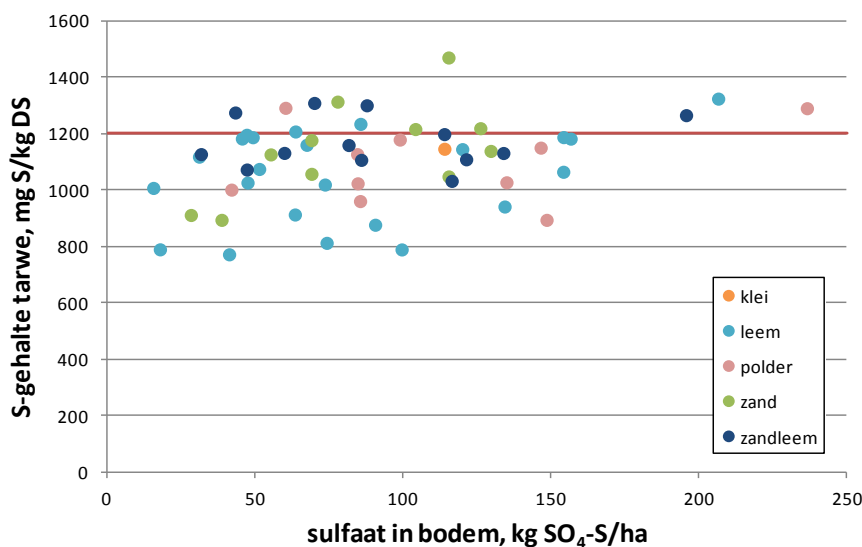
Analyse van de tarwekorrels toonde nauwelijks verschillen op vlak van stikstof- en zwavelgehalte in functie van het bodemtype (Figuur 2.5). De N/S-verhouding was eveneens vrij constant en lag bij het gros van de opgevolgde percelen boven de kritische drempelwaarde 17 (Figuur 2.6). Dit betekent dat de tarwekorrels te weinig zwavel bevatten in functie van het stikstofgehalte.



Figuur 2.5: Gemiddeld stikstof- en zwavelgehalte in de tarwekorrels per bodemtype



Figuur 2.6: N/S-verhouding tarwekorrels in functie van het zwavelgehalte in de bodem



Figuur 2.7: Zwavelgehalte tarwekorrels in functie van het zwavelgehalte in de bodem

Ook wanneer het zwavelgehalte in de tarwekorrel wordt geëvalueerd, werd, rekening houdende met het in de literatuur vermelde kritische zwavelgehalte van 1,2 mg S/g DS of 1200 mg S/kg DS, een nagenoeg algemeen zwaveltekort vastgesteld.

2.2.3 Zwavelbemestingsproefvelden 2011

2.2.3.1 Perceelsgegevens proefvelden 2011

Het proefveld te Tongeren had een lemige textuur, de proefvelden te Linter en Bottelare respectievelijk zandleem en lichte zandleem. 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 (Tabel 2.5). Voor alle percelen was de geadviseerde stikstofgift hoger dan normaal, het gemiddelde stikstofadvies bedroeg namelijk 201 kg N/ha.

Tabel 2.5: Proefomstandigheden op de zwavelbemestingsproefvelden 2011.

	Linter	Bottelare	Tongeren
Proefveldgegevens			
Proefnemer (*)	BDB ¹	HoGent ³	PIBO ²
Grondsoort	zandleem	lichte zandleem	leem
% C	1.1	2.3	1.1
Voorvrucht	cichorei	aardappelen	silomaïs
Zaaidatum	25-okt-10	18-okt-10	29-okt-10
Variëteit	Limes	Limes	Hekto
N-reserve (kg NO₃-N/ha)			
Staalnamedatum	11-feb-11	2-mrt-11	2-feb-11
0 – 30 cm	9.6	9.2	8.6
30 – 60 cm	16.2	5,0	8.3
60 – 90 cm	23.5	10.4	7.0
0 – 90 cm	49.3	24.6	23.9
N-index	125	110	103
	zeer laag	zeer laag	zeer laag
N-advies (kg N/ha)	200 (77-53-70)	201 (76-63-62)	206 (75-65-66)
Eerste fractie (F1)	11-mrt-11	25-mrt-11	15-mrt-11
Tweede fractie (F2)	18-apr-11	5-mei-11	16-apr-11
Derde fractie (F3)	19-mei-11	18-mei-11	11-mei-11
Toepassing zwavelhoudende middelen			
Eerste behandeling EPSO Top	18-apr-11	22-apr-11	16-apr-11
Tweede behandeling EPSO Top	17-mei-11	12-mei-11	11-mei-11
Eerste behandeling Yara Sulfan	11-mrt-11	25-mrt-11	15-mrt-11
Tweede behandeling Yara Sulfan	19-mei-11	18-mei-11	11-mei-11

(*) Proefnemer: ¹ Bodemkundige Dienst van België, Heverlee
² Hogeschool Gent – Proefhoeve Bottelare, Bottelare
³ vzw PIBO Campus en het Provinciaal Instituut voor Biotechnisch Onderwijs (PIBO), Tongeren

Op de proeflocatie Tongeren werd het N-advies niet volledig ingevuld. Rekening houdende met de nieuwe bemestingsnormen werd de totale minerale N-gift beperkt tot 195 kg/ha (78-60-57).

2.2.3.2 Proefopzet

Op elk proefveld werden 10 objecten aangelegd (Tabel 2.6), 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 stikstofractionering op basis van het N-indexsysteem van de Bodemkundige Dienst van België. Twee objecten werden bemest met 35 kg SO₃ per ha bij de eerste (behandeling 3) of tweede fractie (behandeling 4), drie objecten werden bemest met 70 kg SO₃ per ha bij de eerste (behandeling 5) of tweede fractie (behandeling 6) of gefractioneerd bij de eerste en tweede fractie (behandeling 7).

Met de steun van K+S KALI Benelux en Yara Benelux werden drie bijkomende objecten aangelegd ter vergelijking van verschillende zwavelhoudende meststoffen, namelijk EPSO Top en Yara Sulfan. EPSO Top werd tweemaal toegepast, in stadium einde uitstoeling en in het laatste bladstadium, telkens aan 15 kg per hectare (behandeling 8). Yara Sulfan 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).

2.2.3.3 Proefresultaten en bespreking

De opbrengst- en kwaliteitsresultaten worden per proefveld weergegeven (Tabel 2.7 en Tabel).

a. Opbrengstresultaten

Het niet bemeste object, noch stikstofbemesting, noch zwavelbemesting onderscheidde zich op significante wijze van de overige objecten op alle proefvelden. De opbrengst zonder bemesting schommelde tussen 5,3 ton per hectare (proefveld Tongeren) en 7 ton per hectare (proefveld Linter). Te Linter en Bottelare werden tussen de overige objecten geen significante verschillen vastgesteld.

In **Bottelare** was het object zonder zwavelbemesting (behandeling 2) zelfs het meest productief.

In **Linter** daarentegen werd op basis van niet significante verschillen de eerste indruk bekomen dat de zwavelbemesting toegediend bij de tweede stikstoffractie en aan de hogere dosis (behandeling 6) een zeker effect had op de productie. Ook de toepassing van EPSO Top of Yara Sulfan bood op het proefveld te Linter in zekere mate een productievoordeel. De objecten behandeld met Yara Sulfan, één- of tweemaal (resp. behandeling 9 en 10), benaderden het productieresultaat van het bij fractie 2 aan hoge dosis met zwavel bemeste object (behandeling 6). Het met EPSO Top behandelde object produceerde het meest (behandeling 8).

In **Tongeren** bood de zwavelbemesting ongeacht de toepassingswijze een zeker productievoordeel, weliswaar niet altijd significant. Bemesting met 70 kg SO₃ bij de tweede stikstofgift (behandeling 6) of gefractioneerd met de eerste en de tweede stikstofgift (behandeling 7) resulteerde in een significante meerproductie ten opzichte van behandeling 2. Yara Sulfan bood ook in Tongeren een zekere meerproductie, eenmalig toegepast bij de eerste fractie was het verschil zelfs significant (behandeling 9). EPSO Top (behandeling 8) bevestigde de waargenomen tendens van Linter en produceerde ook op dit proefveld het meest.

b. Kwaliteitsanalyses

Het effect van de zwavelbemesting op het zwavelgehalte was nergens significant.

Op het proefveld te **Linter** vertoonde het object zonder zwavelbemesting (behandeling 2) zelfs het hoogste zwavelgehalte.

In **Bottelare** steeg het zwavelgehalte wel na zwavelbemesting, het effect was het grootst wanneer 70 kg SO₃ per hectare werd toegediend bij de tweede stikstofgift (behandeling 6) of gefractioneerd bij de eerste en de tweede stikstofgift (behandeling 7).

In **Tongeren** had de zwavelbemesting bij de eerste fractie geen effect op het zwavelgehalte. Zwavelbemesting bij de tweede fractie of toepassing van EPSO Top of Yara Sulfan leek in uiterst beperkte mate en niet significant wel een positieve invloed te hebben.

Opmerkelijk was dat op de proefvelden te Linter en Tongeren goede productieresultaten werden behaald ondanks de lage zwavelgehaltenes.

Tabel 2.6: Landbouwcentrum Granen Vlaanderen. Toegediende hoeveelheden N en SO₃/ha

Object		Linter						Bottelare						Tongeren					
		kg N/ha			kg SO ₃ /ha			kg N/ha			kg SO ₃ /ha			kg N/ha			kg SO ₃ /ha		
beh.	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 ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Geen SO ₃ , N volgens advies	77	53	70	0	0	0	76	63	56	0	0	0	78	53	64	0	0	0
3	35 kg SO ₃ /ha bij F1, N volgens advies	77	53	70	35	0	0	76	63	56	35	0	0	78	53	64	35	0	0
4	70 kg SO ₃ /ha bij F1, N volgens advies	77	53	70	70	0	0	76	63	56	70	0	0	78	53	64	70	0	0
5	35 kg SO ₃ /ha bij F2, N volgens advies	77	53	70	0	35	0	76	63	56	0	35	0	78	53	64	0	35	0
6	70 kg SO ₃ /ha bij F2, N volgens advies	77	53	70	0	70	0	76	63	56	0	70	0	78	53	64	0	70	0
7	35 kg SO ₃ /ha bij F1 en F2, N volgens advies	77	53	70	35	35	0	76	63	56	35	35	0	78	53	64	35	35	0
8	EPSO Top, N volgens advies	77	53	70	0	0	0	76	63	56	0	0	0	78	53	64	0	0	0
9	Yara Sulfan bij F1, N volgens advies	77	53	70	48	0	0	76	63	56	48	0	0	77	53	64	48	0	0
10	Yara Sulfan bij F1 en F3, N volgens advies	77	53	70	48	0	44	76	63	56	48	0	35	77	53	60	48	0	38

Cijfers in vet en schuin: N en SO₃ toegediend onder vorm van Yara Sulfan

Tabel 2.7: Opbrengstresultaten zwavelbemestingsproefvelden 2011

Beh.	Linter		Bottelare		Tongeren	
	korrelopbrengst bij 15% vocht (relatieven)	hectolitergewicht (relatieven)	korrelopbrengst bij 15% vocht (relatieven)	hectolitergewicht (relatieven)	korrelopbrengst bij 15% vocht (relatieven)	hectolitergewicht (relatieven)
1	74.2	97.0	54.1	96.1	61.3	98.5
2	100 (= 9378 kg/ha)	100 (=77.8 kg/hl)	100 (= 9224 kg/ha)	100 (=78.4 kg/hl)	100 (= 9772 kg/ha)	100 (=78.2 kg/hl)
3	99.1	100.3	103.3	98.1	98.3	100.0
4	97.5	100.2	100.5	98.0	96.7	99.7
5	100.2	99.5	100.1	98.2	96.2	99.6
6	103.4	100.7	104.5	99.7	96.2	99.7
7	100.5	100.5	104.2	98.5	93.6	99.7
8	103.7	100.1	108.9	98.2	98.1	100.1
9	102.4	99.9	104.1	99.8	94.4	99.6
10	102.3	99.3	103.4	97.4	97.8	100.1

Tabel 2.8: Resultaten kwaliteitsanalyses zwavelbemestingsproefvelden 2011

Beh.	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	9.7 a	0.88 a	19.6 a	10.9 a	1.02 a	18.6 a	9.8 a	0.93 a	18.7 a
2	12.7 c	1.18 b	19.0 a	13.3 b	1.15 ab	20.3 a	11.7 b	0.97 a	20.9 abc
3	12.5 bc	1.08 b	20.6 a	13.5 b	1.18 abc	20.0 a	11.7 b	0.97 a	21.7 bc
4	12.5 bc	1.13 b	19.8 a	13.1 b	1.20 bc	19.1 a	11.8 b	0.90 a	22.8 c
5	12.0 b	1.08 b	19.6 a	13.4 b	1.18 abc	20.1 a	11.8 b	1.05 a	19.6 ab
6	12.3 bc	1.10 b	19.7 a	13.3 b	1.33 c	17.6 a	11.7 b	1.03 a	19.9 ab
7	12.3 bc	1.15 b	18.7 a	13.2 b	1.30 bc	17.9 a	11.6 b	1.00 a	20.3 ab
8	12.1 bc	1.10 b	19.5 a	13.2 b	1.20 ab	19.6 a	11.6 b	1.02 a	19.8 ab
9	12.3 bc	1.13 b	19.0 a	13.3 b	1.23 ab	19.5 a	11.6 b	1.05 a	19.4 a
10	12.4 bc	1.10 b	20.0 a	13.4 b	1.23 bc	19.2 a	11.7 b	1.00 a	20.5 ab
P-waarde	< 0,001	0.007	0.86	< 0.001	0.02	0.37	< 0.001	0.19	0.008
Adjusted R ²	0,80	0.35		0.86	0.29		0.47		0.34

2.2.4 Besluiten

Uit de survey van 2010 bleek de zwaveltoestand van de Vlaamse tarwepercelen weinig gewijzigd ten opzichte van 2000. Het gros van de tarwestalen bevatte minder dan 1,2 mg S/g DS en toonde een N/S-verhouding groter dan 17.

In 2011 kon gemiddeld noch op vlak van productie noch op vlak van kwaliteit een significante verbetering vastgesteld worden na zwavelbemesting. Op twee proefvelden bleek wel een positieve tendens bij een hogere zwavelgift bij de tweede fractie.

Algemeen was de zwavelrespons zeer zwak. Dit ondanks het feit dat op twee van de drie locaties alle objecten zwavelgebrek (zwavelgehalte < 1,2 mg S/g) vertoonden. Wat de N/S-verhouding betreft werden op de drie proefpercelen waarden opgemeten die hoger lagen dan 17, de optimale N/S-verhouding.