



1632462

Zwavelvoorziening vraagt toenemende aandacht

dr.ir. A. Darwinkel

De voorziening van zwavel aan landbouwgewassen is in het verleden nooit van belang geweest. Door verontreinigde meststoffen en industriële depositie kwam meer dan voldoende zwavel beschikbaar voor de gewassen. In de laatste jaren is deze aanvoer van zwavel sterk verminderd en blijft op menig perceel achter bij de gewasbehoefte. De eerste symptomen van zwavelgebreken zijn waargenomen in regio's met weinig depositie. Daar is op lichte gronden na een sterke uitspoeling en een beperkte mineralisatie maar weinig zwavel beschikbaar. In Duitsland en Engeland worden in granen op uitgebreide schaal zwaveltekorten geconstateerd. Daar wordt (regionaal) toediening van zwavelmeststoffen aanbevolen. Is dit in Nederland ook te verwachten en hoe kunnen zwaveltekorten worden voorkomen?

Inleiding

In de adviezen voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen is geen plaats ingeruimd voor zwavel, vaak afgekort als S (van Sulphur). Tot de opstelling van de bemestingsadviezen in de 50-er jaren hadden zich met zwavel nooit problemen voorgedaan. En ook nadien kwam er door industriële depositie en door verontreinigingen in vele meststoffen meer dan voldoende zwavel op het land terecht.

Aan het eind van de vorige eeuw verminderde deze 'natuurlijke' aanvoer van zwavel drastisch; meststoffen werden steeds zuiverder en de depositie nam door milieuhygiënische aanpassingen sterk af. Kwam in 1980 alleen door depositie nog meer dan 60 kg S/ha op het land terecht, in 1992 was dit al gedaald tot 24 kg S/ha. Thans bedraagt de depositie rond 15 kg S/ha, afhankelijk van industriële activiteiten variërend van 10 kg S/ha in het noorden tot 20 kg S/ha in het zuidwesten. De meeste akkerbouwgewassen onttrekken 20 à 40 kg S/ha, koolzaad tot 70 kg S/ha. Dit is meer dan er langs 'natuurlijke weg' wordt aangevoerd. In de komende jaren moet dan ook een toenemende mate met zwaveltekorten rekening worden gehouden.

In regio's met weinig depositie zijn bij koolgewassen al de eerste symptomen van zwavelgebrek aangetoond. Ook op veel graslandpercelen op de noordelijke zandgronden blijkt de zwa-

velvoorziening tekort te schieten. Het zijn vooral de lichte gronden die problemen geven. Door uitspoeling gaat veel zwavel (net als stikstof) verloren en er komt door mineralisatie maar weinig zwavel beschikbaar.

Gebreksymptomen van zwavel lijken sterk op die van stikstof. Ze zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. Dit bemoeilijkt het stellen van een juiste diagnose, die nodig is om snel een aanvullende zwavelbemesting toe te kunnen dienen.

Richtlijnen voor de zwavelbemesting ontbreken. Om zwavelgebreken te voorkomen zal het gewas gedurende de gehele groeiperiode over voldoende zwavel moeten beschikken. Een tijdige toediening van zwavel is dan geboden. Onderzocht werd in hoeverre een vroege zwavelbemesting tot een grotere zwavelopname leidt, waardoor zwaveltekorten kunnen worden voorkomen. Het onderzoek werd uitgevoerd met wintertarwe op plaatsen waar wel en geen zwavelgebrek verwacht kon worden.

Over de betekenis van zwavel voor de gewasgroei en korrelproductie van wintertarwe wordt verwezen naar een eerdere artikel (PAV-bulletin Akkerbouw, februari 1998, 10-12).

Uitvoering

Het onderzoek werd uitgevoerd in 1997-2000 in drie regio's. In Noord-Groningen (ROC Kollumerwaard = KW) werden

Tabel 1. Streefwaarden van de stikstof- en de zwaveltoestand van wintertarwe tijdens de groeiperiode. (bron: Biospectron)

gewasstadium:	N%	S%	N/S- verhouding	S-opname (kg S/ha)
1- à 2-knopen	3,9	0,31	13	5
vlagblad	2,9	0,24	12	13
aarverschijning	2,4	0,20	12	17
volle bloei	1,7	0,16	11	20
oogstrijp	korrel	2,3	16	12
	stro	0,7	6	11

twee proeven aangelegd in 1997 en 1998 op een zware zavelgrond en vier proeven in 1997-2000 op een zeer lichte zavelgrond. In de Veenkoloniën (ROC 't Kompas = KP) werd wintertarwe op dalgrond en in Zuid-Limburg (Wijnandsrade = WR) op lössgrond beproefd in de jaren 1997-1999. In alle proeven werd een toenemende voorziening van zwavel onderzocht. De zwavelgiften werden in combinatie met de eerste N-gift toegediend. Door combinaties van kalkammonsalpeter (KAS: 27% N, 0% S), ammonsulfaatsalpeter (ASS: 27% N, 14% S) en zwavelzure kali (ZZK: 0% N, 18% S) werd 0, 20, 40 en 80 kg S/ha toegediend.

Jaarlijks werden daar twee variërende objecten aan toegevoegd. In 1997 was dat een deling van de hoge S-gift (40 + 40 kg S/ha) en een gift van 40 kg S/ha als bitterzout (13% S), gegeven in de eerste week van april. In 1998 werd een vroege gift van 10 kg S/ha toegevoegd en de deling van de hoge S-gift herhaald. In 1999 bleef de S-deling achterwege en werd vervangen door toediening van 20 kg S/ha als mengmeststof (Dynamon-S: 24% N, 6% S). Het onderzoek van 1999 werd in 2000 herhaald met één proef op de lichte zavelgrond in Noord-Groningen. Het gewas werd drie keer met stikstof bemest. De eerste N-gift werd gegeven in februari/maart en varieerde afhankelijk van de minerale bodem-N van 50 tot 80 kg N/ha; een tweede gift van 80 kg N/ha werd gegeven in GS 31-32 (1- à 2-knopenstadium) en een derde gift van 40 kg N/ha in GS 39-43 (vlagbladstadium).

In februari werd in de grond de minerale voorraad aan stikstof en zwavel in de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm vast-

gesteld. In het gewas werden stikstof- en zwavelgehalten bepaald bij het begin van de stengelstrekking, bij de bloei en bij de oogst (in korrel en stro). De bodem- en gewasanalyses werden uitgevoerd door Blgg te Oosterbeek. De korrelopbrengst werd gemeten en omgerekend in kg/ha of t/ha bij een vochtgehalte van 15 % voor wintertarwe.

In alle proeven werd een gangbare teeltwijze toegepast. Onkruiden, ziekten en plagen werden zo goed mogelijk bestreden en er werd een groeiregulator tegen legering ingezet.

Resultaten

Optimale zwavelvoorziening (streefwaarden)

De behoefte aan zwavel is groot vanaf het begin van de stengelstrekking tot de bloei; in die periode vindt ongeveer driekwart van de zwavelopname plaats. In tabel 1 zijn enkele streefwaarden van de zwaveltoestand in de plant tijdens de groeiperiode vermeld. Het effect van de voorziening van zwavel hangt nauw samen met die van stikstof, wat vaak als N/S-verhouding wordt aangegeven.

Zwavelgehalten

Bij wintertarwe werden in totaal twaalf proeven uitgevoerd. In acht proeven kon geen enkel effect van de zwaveltoediening op gewasontwikkeling of opbrengst worden vastgesteld. In vier proeven was dit wel het geval. Deze proeven waren gelegen op de lichte zavel (KW 1998, 1999 en 2000) en op dalgrond (KP 1999). In één van deze vier proeven (KW 1998) was het gewas bij het verschijnen van de aar duidelijk lichter van kleur; in de andere drie proeven was

Tabel 2. Zwavelgehalten van wintertarwe in proeven met een voldoende zwavel en met met zwavelgebrek.

gewasstadium:	streefwaarde	voldoende zwavel	zwavelgebrek
1- à 2-knopen	0,31	0,30	0,21
volle bloei	0,16	0,16	0,10
oogstrijp	korrel	0,14	0,13
	stro	0,12	0,08

Tabel 3. Korrelopbrengst en zwavelopname van wintertarwe in proeven met voldoende en onvoldoende aanbod van zwavel bij stijgende zwavelgiften.

zwavelgift (kg/ha)	proeven met voldoende zwavel		proeven met onvoldoende zwavel	
	opbrengst (t/ha)	S-opname (kg S/ha)	opbrengst (t/ha)	S-opname (kg S/ha)
0	8,85	23,0	8,86	16,1
20	8,91	25,1	9,40	20,6
40	8,90	25,8	9,40	21,9
80	8,93	28,2	9,25	24,2

daarvan nauwelijks en niet duidelijk sprake. In tabel 2 zijn de gemiddelde zwavelgehalten vermeld van het object dat geen zwavel (alleen kalkammonsalpeter) kreeg toegediend.

In de proeven waarin geen effect van de zwaveltoediening werd geconstateerd, waren de zwavelgehalten in het gewas goed en vergelijkbaar met de streefwaarden. In de proeven met een gebrekkige zwavelvoorziening waren de gehalten duidelijk lager; alleen in de korrel waren de gehalten vrijwel gelijk. Aan het begin van de stengelstrekking was het zwavelgehalte in drie van de vier proeven minder dan 0,20 %. Ook bij de bloei en bij de oogst bleven de zwavelgehalten duidelijk achter. Opmerkelijk is dat bij de oogst het lagere zwavelgehalte volledig aan het stro moet worden toegeschreven; in de korrel toonde het zwavelgehalte weinig variatie (0,13 - 0,15 %). In alle gevallen ging een laag zwavelgehalte samen met een hoge N/S-verhouding.

Zwavelbemesting en zwavelopname

Toediening van zwavel leidde tot een hogere zwavelopname, zowel in proeven met een voldoende als in proeven met een gebrekkige zwavelvoorziening (tabel 3). De zwavelopname steeg toe met een hogere zwavelgift, maar de toename was beperkt van omvang.

In de acht proeven met een voldoende zwavelvoorziening had toediening van zwavel geen invloed op de korrelop-

brengrst. De zwavelopname steeg weinig, van 23 naar 28 kg S/ha. Op de proefvelden met een gebrekkig aanbod van zwavel was een gift van 20 kg S/ha voldoende om opbrengstverliezen te voorkomen. Met deze gift waren de zwavelgehalten gedurende de gehele groeiperiode voldoende voor een goede groei en ontwikkeling (tabel 4). Zelfs een gift van 10 kg S/ha bleek voldoende om opbrengstverliezen te voorkomen, alhoewel de zwavelgehalten aan de krappe kant waren.

In dit onderzoek bleek de opbrengstderving door zwavelgebrek tot 10 % te kunnen oplopen. Een geringere vorming van aren was daarvan de oorzaak. Het 1000-korrelgewicht en het aantal korrels per aar werd in dit onderzoek niet door zwavelgebrek beïnvloed.

Door de zwavelgift vroeg toe te dienen (tegelijk met de eerste N-gift) had het gewas vanaf het begin van de stengelstrekking de beschikking over voldoende zwavel. Een gedeelde toediening verbeterde de opname niet en was niet zinvol. Wel bleek een bemesting in begin april met bitterzout (40 kg S/ha) een voldoende opname van zwavel te geven.

In het onderzoek werd zwavel toegediend in de vorm van ammonsulfaatsalpeter, dat voor 27 % N en 14 % S bevat. Bij bemesting van 80 kg N/ha zal met deze meststof ruim 40 kg S/ha toegediend worden, wat voor de meeste akkerbouwgewassen als overmatig geldt. Op de markt zijn momenteel stikstofmeststoffen verkrijgbaar die 5 à 10 % zwavel bevatten. Bij

Tabel 4. Korrelopbrengst en zwavelgehalten van wintertarwe met oplopende zwaveltoediening in proeven met zwaveltekorten.

'streefwaarden'	korrelopbrengst		zwavelgehalten		
	(t/ha)	begin strekking	volle bloei	korrel	stro
zwavelgiften (kg S/ha)		0,31	0,16	0,14	0,11
0	8,86	0,21	0,10	0,13	0,08
10	9,37	0,27	0,14	0,14	0,10
20	9,40	0,30	0,17	0,14	0,12
40	9,40	0,31	0,18	0,14	0,14
80	9,25	0,34	0,19	0,14	0,17



Duidelijke gebrekssymptomen, zoals voor stikstof, zijn voor zwavel niet te verwachten.

een stikstofgift van meer dan 60 kg N/ha wordt met zo'n mengmeststof al voldoende zwavel aan gewassen als aardappelen, bieten en granen toegediend. In proeven met wintertarwe waarin zwavelgebrek optrad, bleek toediening van Dynamon-S (325 kg/ha = 80 kg N + 20 kg S per ha) als eerste N-gift voldoende om zwavelgebrek te voorkomen.

S-min als bemestingsrichtlijn

Het advies voor de stikstofbemesting is bij vele akkerbouwgewassen gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij het begin van de groeiperiode, de zogenaamde N-min-methode. Gezien de overeenkomstige eigenschappen van stikstof (als nitraat) en zwavel (als sulfaat) in de bodem wordt momenteel bij zwavel de S-min-methode onderzocht. Tot nu toe zijn de vele (buitenlandse) ervaringen met deze methodiek niet succesvol gebleken. Ook uit de twaalf proeven die in bovenvermeld onderzoek zijn uitgevoerd, was geen duidelijk verband tussen S-min en S-opname vast te stellen. In de proef met het grootste zwaveltekort werd in februari 2000 nog 37 kg minerale zwavel per hectare gemeten. Ook op basis van chemische gewasanalyse kan (nog) geen advies over de zwaveltoestand in het gewas worden gegeven. Voorlopig zal de teler de behoefte aan zwavel zelf op basis van kennis en ervaring moeten inschatten. Normaliter is de behoefte groter:

- in regio's met weinig depositie (weinig chemische industrie);
- op lichte gronden (veel uitspoeling, weinig mineralisatie);
- na een natte winter.

Samenvatting

Door zuivere meststoffen en de afnemende industriële uitstoot komt steeds minder zwavel beschikbaar, waardoor in een aantal gewassen al gebrekssymptomen van zwavel zijn waargenomen. In de komende jaren zal toediening van zwavelhoudende meststoffen in toenemende mate aandacht vragen in de minerale voorziening van akkerbouwgewassen. Voor zwavel kan op basis van grond- of gewasonderzoek (nog) geen bemestingsadvies worden gegeven. Daarom zal de teler zelf de zwavelvoorziening op zijn percelen moeten inschatten en eventueel moeten bemesten met zwavel.

Momenteel zijn zwaveltekorten nog van weinig betekenis en lijken ze zich te beperken tot lichte gronden in regio's met weinig (chemische) industrieën. Daar is de 'natuurlijke' aanvoer van zwavel beperkt en de verliezen door uitspoeling groot. Bij wintertarwe werd een opbrengstverlies tot ongeveer 10 % gemeten. Een tijdige toediening van een zwavelhoudende meststof kan zwavelgebrek voorkomen, waardoor geen opbrengst- en kwaliteitsverliezen optreden. Voor een goede zwavelvoorziening van het gewas zijn met name zwavelhoudende stikstofmeststoffen gunstig die bij het begin van de groei van het gewas worden gegeven. Bij wintertarwe is dit de eerste N-gift aan het einde van de winter. Dergelijke meststoffen met 5 % of meer zwavel zijn wat duurder dan zuivere stikstofmeststoffen, maar voorkomen zwaveltekorten gedurende de groeiperiode.