

Effect van glyfosaat op sporenelementen: Factsheet

Intro: Glyfosaat wordt veelvuldig toegepast in de landbouw. Het kan complexen vormen met (zware) metalen uit de bodemoplossing en met (kunst)mest (chelaatvorming). Er wordt verondersteld dat dit een gebrek aan sporenelementen kan veroorzaken voor het gewas.

Vraagstelling:

- *Is er een effect van glyfosaat op de beschikbaarheid van sporenelementen?*
- *Hoe groot is dit effect?*
- *Is dit effect verschillend voor:*
 - o *intensiteit van gebruik van glyfosaat?*
 - o *grondsoorten*
 - *zand, klei en löss?*
 - *humusrijk/humusarm?*

Via een literatuurstudie en data uit het toelatingsdossiers zijn de feiten rond *alleen* deze vraag op een rijtje gezet voor akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten. In de factsheet worden eerst de conclusies rond de vraag gepresenteerd en daarna achtergrondinformatie over glyfosaat. De bronnen voor informatie en de onderbouwing zijn verwoord in een apart achterliggend literatuurverslag, genaamd: *Effect van glyfosaat op sporenelementen*.

Invloed van glyfosaat op beschikbaarheid van sporenelementen is in Nederland gering.

Er zijn tegenstrijdige publicaties over de effecten van glyfosaat op minerale plantenvoeding bij toediening Glyfosaat Resistente (GR)-gewassen in Amerika. In Nederland worden geen GR-gewassen geteeld. Een eventueel glyfosaat effect op beschikbaarheid van sporenelementen zou in ons land alleen in een *volgteelt* kunnen voorkomen.

Ophoping: In Nederland is minder kans op glyfosaat-ophoping in de bodem omdat maar 1 keer per 12 maanden glyfosaat gespoten mag worden en niet meerdere keren per teelt zoals in Amerika. De halfwaardetijd (periode waarin de werkzame stof in de bodem halveert) van glyfosaat is volgens het toelatingsdossier gemiddeld 49 dagen met een brede range van 4-180 dagen. Na een jaar resteert *maximaal* 0,38-0,75 mg glyfosaat per kg grond bij een gift tussen 3 – 6 liter glyfosaat per ha.

Lage concentraties glyfosaat en AMPA: De kans is klein dat, bij 0,75 mg glyfosaat per kg grond, er veel verdringing plaatsvindt van bodemmineralen, omdat de concentratie aan bodemmineralen gemiddeld veel groter is. Onderzoek toonde aan dat de hoeveelheid opgeloste ionen Mn, Zn, Cu en Fe gemiddeld respectievelijk 480, 220, 80 en 310 keer hoger is dan de opgeloste glyfosaat- en AMPA-ionen in de bodem bij deze dosering. AMPA (aminomethyleenfosfonzuur) is een afbraak product van glyfosaat. Ook bij een vier keer hogere dosering glyfosaat (die bijvoorbeeld een week na glyfosaat toediening nog in de grond aanwezig zou kunnen zijn), blijven de bodemmineralen sterk overheersen en blijft de kans op verdringing klein.

Chelaatwerking: Beperking van de beschikbaarheid zou ook het gevolg kunnen zijn van de chelaatwerking, die glyfosaat en zijn afbraak product AMPA bezitten. Maar de chelaatwerking van glyfosaat en AMPA is respectievelijk 10 miljard en 100 miljard keer zwakker dan de werking van het bekende chelaat EDTA (ethyleen diamine tetra acetaat). Daarom wordt ook de kans op beperking van beschikbaarheid van sporenelementen voor het volggewas *door de chelaatwerking* gering geacht.

Grondsoorten en humusrijke/humusarme gronden: Er wordt in het toelatingsdossier voor glyfosaat geen onderscheid gemaakt naar grondsoort *en* ook niet naar humusrijke of humusarme gronden. Doordat glyfosaat zich in de bodem vooral bindt aan het klei-humuscomplex zou het glyfosaat gebruik op humusarme zand en zavelgronden problemen kunnen geven, zo wordt verondersteld. Volgens Duits onderzoek en praktijkervaringen zou op die grondsoorten de vereiste wachttijd na behandeling van 1 week te kort zijn, om schadevrij een volggewas te zaaien of planten. Deze schade wijst waarschijnlijk eerder op nog actieve herbicidewerking van de glyfosaat dan op een tekort aan beschikbare sporenelementen door de glyfosaat. Duidelijkheid daarover vereist nader onderzoek.

Opbrengsten in GR-gewassen: de opbrengsten van met glyfosaat behandelde GR gewassen zijn gemiddeld hoog en de kwaliteit is goed. Daardoor worden GR gewassen in Amerika veel geteeld. Dit ondersteunt de veronderstelling dat de invloed van glyfosaat op beschikbaarheid van sporenelementen gering is. Alleen op marginale gronden waar al sporenelementen-gebrek aanwezig is, geven behandelde GR gewassen lagere opbrengsten en kan glyfosaatbehandeling op die gronden het gebrek verergeren.

Vlinderbloemigen: Bekend is dat glyfosaat ook giftig is voor de bacterie *Bradyrhizobium japonicum*. Dit is een stikstofbindende, wortelknolletjes vormende, micro-symbiotische bacteriesoort bij vlinderbloemigen. De precieze effecten in Nederland van glyfosaatgebruik op vlinderbloemige volgteelten (bijvoorbeeld op groenbemesters met vlinderbloemigen) zijn onduidelijk en vragen nader onderzoek.

Achterliggende feiten:

- Glyfosaat bindt zich in de bodem gemakkelijk aan het kleihumus-complex en nestelt zich vooral op de kleideeltjes waar ook kationen van sporenelementen zich kunnen plaatsen.
- Glyfosaat en zijn afbraak product AMPA (aminomethyleenfosfonzuur) hebben een zwakke *chelaat*werking in de bodem. Chelaten kunnen vrije en aan de grond gebonden sporenelementen activeren en aan zich binden.
- Glyfosaat kan kort na toediening schade geven aan een volggewas. Het advies is daarom minimaal 7 dagen te wachten voordat een volggewas gezaaid of geplant wordt.
- In toepassingen in Nederland liggen de doseringen tussen 3 – 6 liter glyfosaat per ha per 12 maanden. Met deze doseringen komt de modelmatig berekende belasting voor het milieu, de zogenaamde **PEC**-waarde (Predicted Environmental Concentration) uit tussen de 1,5 en 3,0 mg glyfosaat per kg grond. Daarvan resteert na een jaar maximaal nog een kwart, zijnde 0,38-0,75 mg glyfosaat per kg grond.
- Omdat glyfosaat een zwak metaal ion chelaat is, werd in het verleden verondersteld dat dit een beperkende invloed had op *de minerale voeding van planten*. De gemiddeld goede groei en hoge opbrengsten van met glyfosaat behandelde GR-gewassen in Amerika duiden er op dat voeding van de plant niet benadeeld wordt door glyfosaat.
- Bij directe glyfosaat-besputtingen in GR-gewassen zijn wel diverse verschijnselen gevonden die kunnen duiden op Fe, Ni of Mn-gebrek.
 - *Ijzergebrek:* Bekend is dat sojabonen geel kunnen kleuren door ijzergebrek als sojarassen die gevoelig voor ijzergebrek zijn, groeien op natte kalkrijke gronden in Amerika. De eerste GR-sojaboon rassen waren gevoelig voor ijzergebrek. Deze rassen zijn hoog productief op normale grondsoorten maar zijn gevoelig op natte en kalkrijke bodemtypen. Nu minder gevoelige GR-soja rassen wat betreft ijzergebrek geteeld worden, doet het probleem zich niet meer voor.
 - *Nikkelgebrek:* Braziliaans onderzoek liet bij glyfosaat gebruik in GR-sojabonen een significante verlaging zien van het Ni-gehalte in het blad en een vermindering van de N-vastlegging in de plant. Amerikaans onderzoek toonde dit niet aan. In het Braziliaans onderzoek is niet vastgesteld of de bodem Ni tekort had. Bekend is dat Ni tekort in de grond de vastlegging van stikstof door de plant kan verlagen. Wat de werkelijke oorzaak is, *Ni gebrek in de bodem of de glyfosaat behandeling*, vraagt om nader onderzoek.

- *Mangaan gebrek bij glyfosaattoepassing:* Ook hierover zijn de onderzoeksresultaten in Amerika tegenstrijdig. Drie onderzoeksgroepen rapporteren vermindering van Mn opname in GR-gewassen bij glyfosaat gebruik. Negen onderzoeksgroepen rapporteerden geen beïnvloeding. Zij suggereren dat de verminderde opname het gevolg is van Mn tekort in de bodem. In Amerika worden nu hierover nadere goed vergelijkende veldproeven voorgesteld op diverse grondsoorten

Glyfosaat algemeen:

- *Status:* glyfosaat is een organische fosforverbinding die als niet-selectief, systemisch totaalherbicide met name in Amerika zeer ruim wordt toegepast. In Europa is het gebruik lager, omdat hier geen Glyfosaat Resistente (GR) gewassen zijn toegelaten, zodat er tijdens een teelt weinig gespoten wordt.
- *Werking:* glyfosaat blokkeert de shikimine-zuurroute, een belangrijke stofwisselingsroute, Daardoor treedt een dodende werking op bij bepaalde organismen. Alleen groene planten, enkele schimmels en een beperkt aantal micro-organismen beschikken over het sleutelenzym, waarop glyfosaat ingrijpt. Mensen en dieren bezitten deze stofwisselingsroute niet.
- *Toelating:* glyfosaat is in Nederland vele sectoren toegelaten als onkruidbestrijdingsmiddel op onbeteeld land, als bestrijdingsmiddel voor het doden van dekvrucht-gewassen, groenbemesters en gewassen op *fyto-sanitaire overwegingen*, en ook voor behandeling van stobben van afgezette bomen en struiken. De precieze toepassingswijze staat op het etiket.
- *Grondsoorten en humusrijke/humusarme gronden:* Er wordt in de toelating geen onderscheid gemaakt naar grondsoort.
- *Doseringen:* In de praktijktoepassingen in Nederland liggen de doseringen tussen 3 – 6 liter glyfosaat per ha. Dan komt de berekende milieubelasting, de zogenaamde PEC waarde (Predicted Environmental Concentration) uit op 1,5 -3,0 mg glyfosaat per kg grond uit. Glyfosaat mag maar eens keer in een periode van 12 maanden worden toegepast.
- *Werkzaamheid in de praktijk:* deze niet selectieve, systemische totaalherbicide bestrijdt één- en meerjarige onkruiden, zowel één- als tweezaadlobbigen, maar werkt niet of nauwelijks op (kleine) brandnetel, heermoes, wikken en klaver, en ook niet op alg en mos. De werking is beter bij onkruiden met voldoende blad die niet door ziekten of plagen zijn aangetast en bij niet te warm, bewolkt en vochtige weer. Niet toepassen bij kans op aanhoudende vorst of als er binnen 4-6 uur op regen verwacht wordt. De werking van glyfosaat wordt effectiever met een uitvloeier, als deze uitvloeier tenminste niet inbrandt op het onkruid.

Glyfosaatgedrag in de bodem:

- Zodra glyfosaat in de bodem komt, zijn er meerdere bodemprocessen die het milieugedrag en eindbestemming van glyfosaat beïnvloeden: sorptie – desorptie, chelaatvorming, transport en afbraak.
- *Sorptie:* Glyfosaat heeft een klein molecuul en bindt zich in de bodem aan het kleihumuscomplex vooral aan mineralen en minder aan organische stof. Glyfosaat bindt zich vooral aan gemakkelijk uitwisselbare bindingen (Fe en Al-oxides, Al silicaten etc.). Hoe lager de pH, des te meer glyfosaat er gebonden wordt. De binding van glyfosaat aan de grond is vrij sterk, bijvoorbeeld 100 keer sterker dan bij de herbicide 2,4-D.
- *Desorptie:* Zodra glyfosaat gebonden is, komt het niet gemakkelijk vrij. Desorptie is omgekeerd gerelateerd aan adsorptie. De desorptie is klein als de opname groot is. Afhankelijk van de grondsoort komt maar tussen de 5-24% van aanvankelijk gebonden hoeveelheid glyfosaat vrij.
- *Chelaatwerking:* een chelaat is een organische verbinding die in staat is bodemgebonden metaalionen (bijvoorbeeld ijzerionen) mobiel te maken, voor betere opname door de plant. EDTA (ethyleen diamine tetra acetaat) is een sterk werkend chelaat dat bij bemesting van sporenelementen gebruikt wordt. Chelaat overdosering kan schadelijk zijn voor het gewas. Glyfosaat en ook zijn metabool AMPA gedragen zich als een chelaat maar de chelaatwerking van beide is erg klein. Vergeleken met EDTA is de chelaatwerking van glyfosaat 10^{10} (= 10

miljard) keer kleiner en de chelaatwerking van AMPA is 10^{12} (=1000 miljard) keer kleiner. Daardoor is de kans op schade door chelaatwerking van glyfosaat of AMPA gering, aldus Duke (2012).

- *Transport:* Door deze sterke binding en lage desorptie komt er weinig glyfosaat in bodemoplossing vrij voor microbiologische afbraak, voor uitwisseling met sporenelementen kationen, voor plantopname of voor weglekken.
- *Afbraak:* De afbraak (degradatie) van glyfosaat in de bodem verloopt via 2 wegen. De 1^e degradatieweg is de splitsing van glyfosaat door een enzym in glyoxylate en AMPA (aminomethyleenfosfonzuur). De 2^e weg is de splitsing van glyfosaat in anorganisch fosfaat door C-P lyase dat een sarcosine metaboliet oplevert.

Kees van Wijk, Hans Hoek.
PPO-AGV, Wageningen UR

November 2015

