



Coördinatiecentrum praktijkgericht onderzoek en voorlichting Biologische Teelt vzw

Eindrapport Project 2011-2012

Verlagen pH -uitvoering on Farm

Aanvrager: *PPK 'Pamel'*

2. INHOUD VAN HET EINDRAPPORT

INLEIDING: SAMENVATTING VAN HET PROJECT

In het project ' *Hoe kan de pH van de bodem verlaagd worden in een biologische teelt van kleinfruit?* ' werd naar de oorzaken en de mogelijke theoretische oplossingen gezocht voor het probleem van hoge pH-waarden in de biologische teelt van kleinfruit. Het probleem bleek complexer dan aanvankelijk gedacht en de verschillen tussen de verschillende teeltsystemen waren ook enorm. Bondig samengevat komt het er op neer dat het oplopen van de pH zijn oorzaak eerder vindt in het gebruik van alkalisch water dan van het gebruik van compost of het gebruik van handelsmeststoffen. De situatie bij teelten onder bescherming is ook algemeen ernstiger dan in openlucht. In openlucht moet er beperkt water bijgegeven worden, onder bescherming heeft men twee tot driemaal de jaarlijkse neerslaghoeveelheid nodig. Als hier het water niet geschikt is dan loopt de pH zo hoog op dat een normale teelt van kleinfruit niet meer mogelijk blijft.

De mogelijkheden om in te grijpen op de pH zijn in de biologische teelt heel beperkt. Er bleven op het einde van het vorige project een beperkt aantal theoretische oplossingen over. De pH van de grond kan met elementaire zwavel eventueel in combinatie met Thiobacillus thiooxidans of Thiobacillus ferrooxidans (indien GGO-vrij), met zwavelhoudende restproducten zoals blad van kolen, bieten, rammenas en stro van koolzaad of met Lactobacillus (indien GGO-vrij) verlaagd worden. De pH van water kan theoretisch met melkwei, met melkzuurbacteriën of met elementaire zwavel verlaagd worden. In het project ' Verlagen pH - on farm ' is het de bedoeling om de theoretische oplossingen in de praktijk te gaan aftoetsen. Uit het eerste deel van het project bleek al dat snelle resultaten heel moeilijk te behalen zijn. Een pH die gedurende jaren onder invloed van bemesting, grondverbetering of watergiften geleidelijk opliep kan moeilijk op korte tijd teruggebracht worden naar oorspronkelijke pH-waarden. Verschillende mogelijke oplossingen werden op grotere en kleinere schaal uitgetest. Op het einde van het project kunnen we concluderen dat enkel elementaire zwavel de kracht heeft om tastbaar de pH van de grond terug te dringen. Water blijft een kostbaar teeltmiddel. De voorkeur moet maximaal gaan naar het gebruik van hemelwater. Het water op een gewenste pH brengen kan met producten op basis van micro-organismen maar dit zet door de hoge kostprijs druk op de economische haalbaarheid van de teelt. Het is tijdens de uitvoering van het project ook gebleken dat een pH van een bodem mits de juiste aanpak ook op niveau kan blijven. Het is daarom belangrijk om bij nieuwe teelten van begin af aan de pH te monitoren en eventueel bij te sturen vanaf het moment dat de pH verhoogt. Aandacht voor geschikt water is ook een aandachtspunt. Bij het opstellen van een bedrijfsplan zou hier al rekening mee moeten gehouden worden. Zelfs grote ingrepen bij aanleg van een perceel zoals het uitgraven van sleuven en die opvullen met turf hebben geen duurzaam karakter. De historische pH van de omgeving komt snel terug. Voor de bedrijven die met een te hoge pH van de bodem te maken hebben, is er geen snelle oplossing maar wel een oplossing op langere termijn. Het is ook merkwaardig om vast te stellen dat verschillende bruikbare zuren wel als additief of als technische hulpstof gebruikt mogen worden in de verwerking van biologische producten van

zowel plantaardige als dierlijke oorsprong maar niet gebruikt mogen worden in de productie ervan. Gelet op deze beperking werden deze in het project ' *Hoe kan de pH van de bodem verlaagd worden in een biologische teelt van kleinfruit?* ' wel benoemd maar niet meegenomen als mogelijke oplossing.

OVERZICHT VAN DE PROJECTREALISATIES

Projectrealisatie	Korte beschrijving resultaat
Bespreking resultaten uit deel 1 van project	Bijeenkomst biobedrijfsnetwerk van 25/11/2012 - uitnodiging als bijlage 1
Individuele bespreking analyse en oplossingen bij deelnemende bedrijven	Synthese van de bespreking als bijlage 2 - oplossingen op bedrijven uittesten blijkt gelet op de complexiteit en de korte uitvoeringstermijn niet haalbaar
Opvolgen bedrijf gedurende groeiseizoen	Bedrijf werd opgevolgd -analyse werden frequent genomen - pH loopt ook hier op - analyseresultaten als bijlage 3
Proef elementaire zwavel in potten	Na vijf maanden duidelijke daling van de pH - hoge dosering om effect aan te tonen - bespreking in technisch verslag - analyseverslagen als bijlage 5
Proef elementaire zwavel in water	Elementaire zwavel in water reageert niet in water - pH oplossing stijgt - elementaire zwavel lost niet op - beschrijving in technisch verslag
Gebruik mengsel zwavel-water in druppelleiding	Zwavel slaat neer in druppelleidingen - zorgt voor verstoppingen - beschrijving in technisch verslag
Veldproef in kleinfruit - gebruik turf en zwavel aan normale dosis	Stijging van pH kan gestopt worden ondanks gebruik van gietwater met pH van meer dan 7.5 - beschrijving proef in technisch verslag - analyses als bijlage 6
Proef met melkzuurbacteriën	Lactobacillus oplossingen kunnen de pH van het gietwater verlagen - de pH stabiliseert - een verzurend effect werd niet waargenomen - kostprijs van toepassing veel te hoog - beschrijving in technisch verslag - analyseresultaten als bijlage 7
Proef verzuren melkwei via beluchten	Melkwei verzuurt niet door beluchten, de pH loopt op na beluchten - pH van melkwei is niet constant - beschrijving in technisch verslag
Proef menging melkwei met water om ideale pH te bereiken	Verhouding melkwei/water van 2/1 nodig - onrealistische volumes per ha nodig
Uittesten gebruik in de praktijk	Melkwei of de verdunning melkwei/water kan niet in druppelslangen - geeft slijmerige verstoppingen - eventueel in vloedarmen of via aangieten plantstrook - hygiënisch niet haalbaar - te grote volumes nodig -

	beschrijving in technisch verslag
Beschrijving zwavel	Beschrijving zwavel als meststof onder sulfaatvorm - aanvoer zwavel - verschil met elementaire zwavel - gebruik elementaire zwavel - beschrijving in technisch verslag
Uitwerken praktisch voorbeeld	Berekenen van de dosering voor een perceel uit het project - beschrijving in technisch verslag
Uitwisseling via biobedrijfsnetwerk kleinfruit	Terugkoppeling op bijeenkomsten van 16 maart 2012, 29 mei 2012 en bespreking projectverslag op eerstvolgende bijeenkomst. - uitnodigingen als bijlage 1
Opzoeken relevante artikels en studies	Resultaten hiervan vormen basis voor uitvoering project. Info in bijlage 8

TECHNISCH VERSLAG VAN HET PROJECT

De resultaten en bevindingen uit het project ' *Hoe kan de pH van de bodem verlaagd worden in een biologische teelt van kleinfruit?* ' dienden als leidraad om dit project uit te voeren. Hieronder worden de verschillende onderdelen besproken.

Bezoek deelnemende bedrijven

Begin 2012 werden alle bedrijven waar in het eerste deel van het project stalen genomen werden bezocht. Tijdens het bezoek werden de resultaten van de analyses besproken. Er werd ook overlegd over mogelijke oplossingen en over mogelijke proeven die aangelegd kunnen worden. De synthese hiervan wordt bijgevoegd (bijlage 2). Ondertussen deden we via kleine veldproefjes ervaringen op in het PPK. De effecten van een behandeling op de pH zijn niet dadelijk meetbaar. Bovendien zijn er nog teveel onzekerheden zodat het risico op economische verliezen op een bedrijf te groot zijn.

Opvolgen bedrijf:

Een perceel frambozen in openlucht werd op een bedrijf wel in detail opgevolgd. Hier werden vier maal stalen genomen (bijlage 3) en daarnaast ook steeds bladanalyses genomen. Na elke analyse werd de bemesting aangepast aan het advies.

De evolutie van de pH op 4 maand tijd wordt weergegeven in onderstaande tabel. De pH van het gebruikte gietwater is 7.6. Verder zijn er geen ingrepen uitgevoerd die een invloed kunnen hebben op de pH.

Datum staalname	10/04/2012	8/05/2012	12/06/2012	9/7/2012
pH-KCL	5.9	6.0	6.0	6.2

De grondsoort is lichte leem, het humusgehalte (C in %) is met waarden tussen 3 en 4 hoog. De ideale pH zit tussen de 6.3 en 6.7. Alhoewel hier nog geen te hoge pH vastgesteld wordt is het toch duidelijk dat de pH in een continue lijn stijgt. Op dit perceel zullen we volgend jaar vanuit het PPK een proef aanleggen met als doel de pH gedurende het groeiseizoen stabiel te houden. We zullen hiervoor de bevindingen uit dit project in de praktijk toepassen.

Verlagen pH van de bodem

Uit het vorige project blijkt dat de pH van de grond verlaagd kan worden met elementaire zwavel eventueel in combinatie met Thiobacillus thiooxidans of Thiobacillus ferrooxidans (indien GGO-vrij), met zwavelhoudende restproducten zoals blad van kolen, bieten, rammenas en stro van koolzaad of met Lactobacillus (indien GGO-vrij) verlaagd worden. Ook het gebruik van bruinkool en turf behoren tot te mogelijkheden.

Rekening houdend met de teeltomstandigheden is het in een bestaande aanplant niet mogelijk om zwavelhoudende restproducten onder te mengen. Kleinfruit heeft een zeer ondiep wortelgestel waardoor grondbewerkingen niet mogelijk zijn. Daarom hebben we ons gefocust op de mogelijkheden van elementaire zwavel. In verschillende publicaties wordt de pH-verlagende kracht van elementaire zwavel beschreven. Deze werking wordt versneld indien er Thiobacillus thiooxidans of Thiobacillus ferrooxidans in de bodem aanwezig zijn of ingebracht worden. Onder andere In de studie *Reduction of Soil pH using Thiobacillus cultures* van. S.K. Polumuri en K.M. Paknikar (bijlage 4) wordt dit toegelicht. In deze proef werd 5 g elementaire zwavel gemengd met 250 g grond. Na 35 dagen werd er in het object met enkel zwavel een daling van de pH van 1.7 vastgesteld. In de met Thiobacillus behandelde objecten de pH bij Thiobacillus ferrooxidans met 2.36 en bij Thiobacillus thiooxidans met 2.57. Deze doseringen van 2 % zijn toepasbaar in proefomstandigheden maar deze zijn niet realistisch toepasbaar in praktijkomstandigheden. Binnen het project hebben we ons echter beperkt tot elementaire zwavel. Thiobacillus ferrooxidans en Thiobacillus thiooxidans zijn hier niet in de handel verkrijgbaar en ook niet toegelaten voor landbouwdoeleinden.

Voor er veldtoepassingen uitgevoerd werden, voerden we eerst nog een paar kleine proeven uit. Een eerste proefje werd op 10/11/2011 in pot uitgevoerd. Potten met een inhoud van 3 liter werden met teelaarde gevuld. De helft van de potten kregen 1 liter water toegediend, de andere helft kregen 1 liter water gemengd met 15 g elementaire zwavel toegediend. In de potten met teelaarde met zwavel zit een 0,45 % dosering aan zwavel waar in de proef van Polumuri en Paknikar om een 2 % oplossing ging. Voor praktijktoepassingen gaat het nog steeds om een veel te hoge dosering maar om enig effect te meten werd voor deze dosering gekozen. De potten werden afgedekt zodat ze vochtig bleven en ze werden op kamertemperatuur gezet. Op 28 maart 2012 werd er een pH-bepaling uitgevoerd (bijlage 5).

Object	pH - KCl
Teelaarde zonder elementaire zwavel	6.5
Teelaarde met 0.45 % elementaire zwavel	3.2

De resultaten bevestigen andere onderzoeken. Deze resultaten geven aan dat er ook met een veel lagere dosering mogelijkheden zijn om de pH te laten stagneren of beperkt terug te dringen. In een eerdere proef die op het PPK in het kader van het eerste deel van het project met doseringen van 0.035 %, 0.07 %, 0.1 % en 0.14 % uitgevoerd werd, bleek de pH beperkt (met 0.2) te dalen ten opzichte van de getuige.

Naast deze kleine proef in pot werd ook een proef opgezet met elementaire zwavel in water. Elementaire zwavel is niet oplosbaar in water. Aan de hand van een proefje willen we uitzoeken of zwavel in water gemengd kan worden om zo via de druppelsslagen weggestuurd te worden zodat er een gift via de druppelbevloeiing uitgevoerd kan worden.

Er werden drie oplossingen gemaakt (0.5 % S⁰, 1 % S⁰ en 1.5 % S⁰). Het gebruikte water is leidingwater. Het effect van een dosering van S⁰ op de pH werd gemeten.

Object	pH-KCl
Zuiver water	8.05
1 l water + 5 g elementaire zwavel	8.16
1 l water + 10 g elementaire zwavel	8.36
1 l water + 15 g elementaire zwavel	8.51

We konden duidelijk vaststellen dat zwavel wel gemengd kan worden maar niet oplost in water. Elementaire zwavel geeft bovendien ook nog een verhoging van de pH van het water waarin het gemengd wordt. Op zich hoeft dit geen probleem te zijn. De verzurende werking wordt in de bodem door oxidatie gerealiseerd. Het bleek wel dat zwavel via een druppelslang mee laten druppelen niet gaat. Via een mengtank kan de zwavel wel gemengd gehouden worden maar eenmaal in de buizen, darmen en druppelslangen slaat de zwavel neer en blijft zo achter in buizen en druppelslangen. De elementaire zwavel via het water verspreiden op het bedrijf gaat niet.

Bodem verzuren met turf en elementaire zwavel

Met de verzamelde info kon er een eerste veldproef aangelegd worden. De tunnel waar de proef aangelegd werd is sinds 2006 regelmatig bemonsterd. Een overzicht van de cijfers voor de aanleg van de proef geven de evolutie van de pH weer.

Datum staalname	Plaats	pH-KCl
25/02/2006	Plantstrook	7.1
21/03/2007	Plantstrook	6.8
27/11/2009	Plantstrook	7.5
10/03/2011	Vooraan in tunnel	7.2
10/03/2011	Achteraan in tunnel	7.2
10/03/2011	Grasstrook buiten tunnel	5.0
20/02/2012	Plantstroken	7.4

De pH van de plantstroken loopt stilaan op, een gemengd staal over de ganse breedte van de tunnel loopt minder op. Op de plukpaden wordt minder tot geen gietwater gegeven. De invloed van water op de pH is hier beperkter waardoor er in dit mengstaal minder verhoging waarneembaar is.

Op 23/04/2012 werd 7 m³/are niet-afgezeefd Baltisch turfstrooisel met een pH van 4.5-5 ondergespit tot op een diepte van 50 cm. Op 26/04/2012 werd er 10 kg/are elementaire zwavel tot op een diepte van 50 cm ingewerkt op de plantstroken. Nadien werd er kleinfruit aangeplant. Er werd water via de druppelslang gegeven en regelmatig werd nog extra water met broes gegeven. In augustus en in september werden opnieuw stalen genomen.

Datum staalname	Plaats	pH-KCl
28/08/2012	Plantstrook	7.1
28/08/2012	Middengang	7.1
28/08/201	Grasstrook buiten tunnel	5.0
25/09/2011	Plantstrook	6.9
25/09/2011	Middengang	7.1

Uit de analysesresultaten kunnen we afleiden dat de toegepaste ingreep de pH in de plantstrook heeft kunnen terugdringen. De grasstrook buiten de tunnel en de plukpaden blijven op hetzelfde pH niveau zitten (bijlage 6).

Op de website van een Nederlandse leverancier van agrarische producten vinden we onderstaande informatie

Zwavelbloem verzuurt de grond

Organische stof %	Zwavelfactor	Organische stof %	Zwavelfactor
1	26	8	94
2	38	9	102
3	49	10	109
4	59	11	115
5	69	12	122
6	78	13	128
7	86	14	134

Tabel: kilo zwavel per ha nodig om de pH-waarde 0,1 punt te laten dalen in 10 cm bouwvoor.

Voorbeeld: De pH moet dalen van 5 naar 4,5 bij een organisch stofgehalte van 10% en een bouwvoor van 20 centimeter. Dan is er $5 \times 109 \times 2 = 1090$ kg zwavelbloem nodig.

(bron: www.vlamings.nl)

Indien we deze info toepassen op de serre waar de proef werd aangelegd dan kunnen we berekenen hoeveel elementaire zwavel we nodig zouden hebben om de pH in de plantstrook met 0.3 tot 0.5 te laten dalen. Het koolstofgehalte bedroeg op 20/02/2012 in deze tunnel 1,6 % C. Omgerekend wordt dit een humusgehalte van 2.76 %. We nemen een zwavelfactor 45 om de berekening te maken. De diepte van de bouwvoor was in dit geval 50 cm. Om de pH 0.3 te laten dalen zouden we dus per ha $3 \times 45 \times 5$ of 675 kg nodig hebben. Om de pH van 7.4 naar 6.9 te laten dalen hebben we per ha $5 \times 45 \times 5$ of 1125 kg nodig. Door turfstrooisel onder te mengen zit het koolstofgehalte eerder rond 1.8 % C of een humusgehalte van 3.15. Berekenen we de zaveldosering aan de hand van dit humusgehalte en nemen we een zwavelfactor 50 dan komen we aan 750 kg om de pH 0.3 te dalen of 1250 kg om de pH 0.5 te dalen. In de proef gebruikten we 1000 kg per ha weliswaar in combinatie met turfstrooisel. Door de traagheid waarmee zwavel in de bodem oxideert mogen we er van uit gaan dat de pH de volgende maanden nog iets verder kan zakken. De gebruikte doseringen in de proef bevestigen in zekere mate de tabel en de formule om de behoefte te berekenen. Verder in dit verslag komen we nog terug op zwavel in de bodem.

Andere oplossingen

Met zwavelhoudende restproducten zoals blad van kolen, bieten, rammenas en stro van koolzaad werden geen proeven opgezet. De beschikbaarheid van voldoende biologische restproducten van deze gewassen, het transport van productiegebied naar afzetgebied, de compatibiliteit tussen de oogstperiode van deze gewassen, de toepassingsperiode in kleinfruit zorgen voor heel wat knelpunten waardoor dit praktisch niet als oplossing te beschouwen valt. Bovendien kunnen deze producten enkel gebruikt worden bij de aanleg van een perceel. In een bestaande aanplant zijn deze restproducten niet in te werken.

Melkzuurbacteriën in water

Met Lactobacillus werd wel een proef opgezet. In herfstframbozen onder bescherming werden via het druppelwater twee producten (Microferm en TMR) gebruikt die o.a. Lactobacillus in combinatie met fotosynthetische bacteriën en gisten bevatten. Deze actieve micro-organismen worden in oplossing aangeleverd. De pH van de geconcentreerde oplossing bedraagt voor Microferm 3.42 en voor TMR 3.35. Beide producten bevatten verschillende soorten effectieve, ziekteonderdrukkende micro-organismen. Ieder van deze effectieve micro-organismen heeft specifieke taken. De micro-organismen bevorderen bovendien elkaars werking. Deze micro-organismen worden verzameld in de vrije natuur; zijn niet gemanipuleerd of gemanipuleerd en worden gekweekt op een natuurlijke wijze. EM bevat de volgende effectieve micro-organismen:

- melkzuurbacteriën: deze onderscheiden zich onder andere door een krachtige steriliserende eigenschap. Zij onderdrukken schadelijke micro-organismen en bevorderen een snelle afbraak van organische stof.
- gisten: deze vervaardigen antimicrobiële en waardevolle stoffen voor de plantengroei. Hun stofwisselingsproducten zijn voedsel voor onder andere melkzuurbacteriën en Actinomyceten.
- Actinomyceten: deze onderdrukken schadelijke schimmels en bacteriën en kunnen samenleven met fotosynthetiserende bacteriën.
- fotosynthetiserende bacteriën: deze spelen de hoofdrol in de EM-activiteiten. Ze maken waardevolle stoffen aan uit wortelafscheidingsproducten, organische stoffen en uit schadelijke gassen, door zonlicht en warmte van de bodem te benutten. Ze dragen bij tot een betere benutting van het zonlicht, dus een betere fotosynthese. Planten nemen de stofwisselingsproducten van deze bacteriën rechtstreeks op. De fotosynthetiserende bacteriën bevorderen toename van andere bacteriën en binden stikstof.
- schimmels die fermentatie (gisting) teweegbrengen: ze breken de organische stof snel af.

Beide vloeistoffen werden in het gietwater gemengd via een Dosatron. De dosering bedroeg 2%. De pH van het druppelwater met effectieve micro-organismen werd tijdens de behandeling op 11 momenten genoteerd. Gemiddeld over de behandelingsperiode had water met Microferm een pH van 5.72 en TMR een pH van 6.42.

Door de lage pH van Microferm en TMR wordt de pH van het gietwater van 7.45 tastbaar verlaagd. Tijdens de uitvoering werd ook de pH van de bodem op regelmatige tijdstippen bepaald (bijlage 7). In onderstaande tabel worden de resultaten weergegeven.

Datum analyse	pH Microferm	pH TMR
27/02/2012	7.2	7.2
04/05/2012	7.1	7.1
05/06/2012	7.0	7.0
18/07/2012	7.1	7.1
14/08/2012	7.2	7.2
12/09/2012	7.1	7.1
25/10/2012	7.2	7.1

Na de behandeling met effectieve micro-organismen via het gietwater is de pH onveranderd gebleven. Als we dit aftoetsen aan de evolutie van de pH van het frambozenperceel in openlucht dat op een biobedrijf gevolgd werd en daarnaast ook de cijfers uit het eerste deel

van het project er bijhalen dan is het stabiel blijven van de pH al een succes. Het is wel duidelijk dat deze toepassing geen verzurende werking heeft op de bodem, toch zeker niet op korte termijn.

Of deze behandeling een oplossing kan bieden voor het probleem van te hoge pH van het gietwater kan uit deze korte proef niet afgeleid worden. Het is wel een feit dat een dergelijke behandeling de kostprijs van het gietwater aanzienlijk verhoogt. Uitgedrukt in kostprijs per liter lijkt het nog om een relatief beperkt bedrag van € 0.03 per liter druppelwater te gaan. Per hectare kleinfruit onder bescherming bedraagt dit echter tegen de huidige verkoopprijs meer dan € 100.000. Dit is momenteel, bij deze dosering, om economische redenen geen haalbare oplossing. Op het PPK 'Pamel' wordt in 2013 een proef opgezet om de toepassing verder te onderzoeken.

Melkwei

In het eerste deel van het project werd ook melkwei als mogelijke oplossing weerhouden. Met melkwei werden op het PPK 'Pamel' ook een paar proeven opgezet. Er werden eerst een aantal pH-metingen op melkwei uitgevoerd. Door kleinfruitelers werd ons gemeld dat melkwei zeer zuur is en dat melkwei verder verzuurd als het blootgesteld wordt aan lucht. Uit literatuur blijkt de zuurtegraad van wei tussen pH 4 en pH 6 te zitten. We haalden bij een biologische boer melkwei van geiten. De wei werd aan lucht blootgesteld en gedurende drie weken gevolgd. Er werden regelmatig pH-metingen verricht. Na dag zes werd een deel van de wei gemengd met Microferm in een 1/1 verhouding. De evolutie van de pH wordt weergegeven in onderstaand tabel

Dag pH-meting	pH wei (10-15°C)	pH Microferm	pH menging wei/Microferm
Dag 1	4.18	-	-
Dag 4	4.40	-	-
Dag 5	4.53	-	-
Dag 6	4.54	3.57	3.83
Dag 7	4.53	-	3.86
Dag 8	4.50	-	3.83
Dag 18	4.50	-	4.82
Dag 20	4.52	-	4.54
Dag 25	4.52	-	4.44

Verse melkwei heeft een bepaalde pH. Deze pH loopt na een paar dagen beluchten op en stabiliseert dan. Toevoegen van Microferm met een lagere pH dan de melkwei heeft een paar dagen een pH tussen de pH van beide producten. Een week later is er geen effect meer merkbaar van Microferm.

Melkwei zou gebruikt kunnen worden om in menging met het gietwater de pH van het gietwater te laten dalen. Welke verhoudingen nodig zijn werd ook uitgetest. De gebruikte melkwei was opnieuw afkomstig van geiten. De pH bleek bij deze levering 5.39 te zijn. Hieruit blijkt reeds dat we niet kunnen uitgaan van stabiele pH-waarden voor melkwei.

Verhouding wei/water	ml wei	ml water	pH
1/0	100	0	5.39
0/1	0	100	7.68

1/1	100	100	5.83
4/3	100	75	5.73
2/1	100	50	5.70
8/3	100	37.5	5.56
4/1	100	25	5.42
8/1	100	12.5	5.45

Indien we de pH van het druppelwater rond 5.6 willen krijgen dan hebben we een menging wei/water in een verhouding 2/1 nodig. Als we alle druppelwater met wei zouden willen aanzuren dan hebben we 2400 m³ wei per hectare nodig.

De menging met een verhouding 2/1 probeerden we via de druppelleiding mee te druppelen. Dit zorgde echter na een paar dagen voor verstoppingen en heel onfrisse geuren. Als alternatief werd dezelfde oplossing ook met de gieter aan de planten gegoten. Dit ging zonder problemen maar ook hier kregen we heel onfrisse geuren.

De combinatie van de hygiënische beperkingen, de grote hoeveelheden die nodig zouden zijn, de transportproblemen en een arbeidsintensieve toediening maken dat deze oplossing in de praktijk niet toepasbaar blijkt.

Samenvatting

Na het uitvoeren van een ganse reeks proeven kunnen we concluderen dat er enkel met elementaire zwavel een werkbare oplossing geboden kan worden. We gaan daarom iets dieper in op zwavel in de bodem en werken hieronder ook een advies uit op maat van een bedrijf dat deelnam in het eerste deel van het project.

Zwavel

Als we over zwavel als bemesting spreken dan hebben we het vooral over de sulfaatvorm. Bij de bemesting heeft zwavel (S) in het verleden echter nauwelijks aandacht gekregen. In de zwavelbehoefte werd meer dan voldoende voorzien door atmosferische depositie en verontreinigingen in diverse meststoffen. Voor de biologische teler is deze aanvoer door organische handelsmeststoffen en het gebruik van compost nog beperkter. Door de sterk verminderde 'natuurlijke' aanvoer van zwavel zijn in de praktijk reeds de eerste symptomen van zwavelgebrek aangetroffen.

Zwavel wordt door de wortels opgenomen als SO₄²⁻. De bovengrondse plantendelen kunnen ook SO₂ uit de atmosfeer opnemen. Zwavel is een bestanddeel van plantaardige eiwitten. De stikstof/zwavel verhouding in eiwitten is redelijk constant. Dit betekent dat planten met een hoog eiwitgehalte ook veel zwavel nodig hebben. Bij zwaveltekort ontstaat er een eiwittekort waardoor het blad een lichtere kleur krijgt.

Organische stof in de grond is een belangrijke bron van zwavel. Hoe hoger het organische stofgehalte van de grond, hoe groter de reserves aan zwavel. Naast organische stof kan ook grondwater zwavel leveren. Hoeveel zwavel er met het grondwater kan worden opgenomen, hangt af van de zwavelconcentratie en de capillaire opstijging van het grondwater. Zwavel is net zo gevoelig voor uitspoeling als nitraat-stikstof. Op zandgrond spoelt het gemakkelijker uit dan op klei. Omdat zandgronden vaak minder aanvoer van grondwater hebben, een lager organische stofgehalte hebben en gevoelig zijn voor

uitspoeling, is de natuurlijke reserve aan zwavel geringer. Bij een lage atmosferische depositie zijn op deze gronden het eerst de gebrekverschijnselen van zwavel te verwachten.

De symptomen van zwavelgebrek lijken veel op stikstofgebrek omdat beide elementen nodig zijn voor de aanmaak van eiwitten. In beide gevallen krijgt het blad een lichtgroene kleur. Maar stikstoftekort treedt eerst op in de oudere bladeren en zwaveltekort eerst in de jonge bladeren. Zwavel is namelijk minder mobiel in de plant dan stikstof. Deze gebrekverschijnselen van zwavel zijn vrij algemeen voor alle gewassen.

Belangrijke bronnen van beschikbare zwavel voor het gewas zijn: zure regen, mineralisatie van organische stof, capillaire opstijging van het grondwater, aanvoer via dierlijke mest en andere organische meststoffen en beregening.

Door strengere milieunormen is de zwavelaanvoer uit zure regen de afgelopen jaren sterk verminderd en zal dit naar verwachting in de toekomst nog verder afnemen. Kwam in 1980 door zure regen nog meer dan 60 kg S/ha op het land terecht, in 1992 was dit gedaald tot 24 kg S/ha. Momenteel bedraagt de aanvoer rond 15 kg S/ha. De lengte van het groeiseizoen van het gewas bepaalt hoeveel van de zwavel beschikbaar komt voor het gewas.

In jonge en oude organische stof zit zwavel. Bij afbraak ervan komt de zwavel vrij. De hoeveelheid die hierbij vrijkomt hangt af van de eigenschappen en hoeveelheden van de organische stof. De aanvoer via grondwater is afhankelijk van het zwavelgehalte van het grondwater en de hoeveelheid grondwater die het wortelstelsel via capillaire opstijging opneemt. Omdat de variatie hierin erg groot is, zijn er geen schattingen bekend.

Ook organische meststoffen bevatten zwavel. De zwavelwerking van mest is afhankelijk van het tijdstip van toediening. Als de mest in het najaar is uitgereden, mineraliseert een deel van de organische stof in de herfst en winter. De vrijgekomen zwavel zal voor een groot deel uitspoelen. In het groeiseizoen zal najaarsmest daarom weinig zwavel naleveren. Op percelen waar jaarlijks een flinke hoeveelheid mest wordt uitgereden, is er wel extra zwavel te verwachten die voor het gewas beschikbaar komt. Wordt de mest in het voorjaar uitgereden, dan komt er bij het stijgen van de bodemtemperatuur zwavel vrij. Deze spoelt dan niet uit maar is beschikbaar voor het gewas. Het is de vraag of deze zwavel niet te laat beschikbaar komt omdat verschillende gewassen al vroeg in het seizoen over de zwavel moeten beschikken.

Als we het over elementaire zwavel hebben dan spreken we over S^0 . Onder deze vorm is zwavel niet opneembaar voor de planten. De zwavel moet eerst nog oxideren. We krijgen in de bodem de volgende reactie: $2 S + 3 O_2 + 2 H_2O$ geeft na werking van bacteriën H_2SO_4 ($2 H^+ + SO_4^{--}$). Dit verklaart de verzurende werking van elementaire zwavel. Uit proeven blijkt dat het oxideren van elementaire zwavel een proces is dat verschillende weken tot zelfs meer dan een jaar kan duren. De snelheid van omzetting wordt bepaald door bodemtemperatuur, zuurstof in de bodem, vocht in de bodem en bacteriële activiteit in de bodem. Vermits SO_4^{--} uitspoelt is het tijdstip van toedienen van elementaire zwavel heel belangrijk. Het vroege voorjaar is de meest geschikte toepassingsperiode. Meerdere kleine doseringen genieten de voorkeur op één grotere dosering. Het is bovendien niet aangewezen om te grote doseringen toe te dienen. De uitspoeling van SO_4^{--} maar ook de invloed op het bodemleven en op de mobiliteit van de andere voedingsstoffen (bv NO_3^-) in de bodem zijn minstens even belangrijk. Een pH die gedurende meerdere jaren oploopt kan

men niet op een paar weken terugzetten zonder nare nevenverschijnselen. Rustig de tijd nemen en de giften voldoende spreiden zijn noodzakelijk.

Praktijkvoorbeeld

Op een van de deelnemende bedrijven troffen we een perceel blauwe bes aan met de volgende ontledingsuitslag.

Bepaling	Uitslag ontleding	streefzone	Beoordeling volgens Bemex
Grondsoort	20	-	Lemig zand
pH-KCl	6.5	5.3 - 5.7	Tamelijk hoog
C in %	2.9	1.9 - 2.5	Tamelijk hoog
Fosfor	42	12 - 20	Hoog
Kalium	34	12 - 20	Hoog
Magnesium	25	7 - 11	Hoog
Calcium	306	108 - 261	Tamelijk hoog
Natrium	2.8	3.3 - 6.6	Tamelijk laag

Op dit perceel zou de pH van 6.5 naar 5.5 moeten zakken om de teelt op een efficiënte manier te kunnen blijven exploiteren. We brengen ook het % C in rekening om de hoeveelheid elementaire zwavel te bepalen. Bij de berekening gaan we eerst berekenen hoeveel elementaire zwavel er nodig is om deze daling te realiseren. We houden nog geen rekening met een spreiding van de gift in de tijd. We nemen 20 cm als bouwlaag om te behandelen. Volgens de berekeningswijze die we kunnen toepassen moeten we dan 10 x 59 x 2 of 1180 kg elementaire zwavel per ha toepassen om de pH van 6.5 naar 5.5 terug te brengen. Uit de metingen in het eerste deel weten we dat de pH in de plantstrook anders is dan in de plukweg en grasstrook. Het is dus voldoende om enkel de plantstrook te behandelen. Op 1 ha aanplant blijft er zo netto nog ongeveer 0.3 ha te behandelen waardoor de hoeveelheid elementaire zwavel die nodig is om het perceel van 1 ha afdoende te behandelen beperkt kan worden tot 354 kg. Een verlaging van de pH met een 1 is zeker niet te adviseren; een dosering in één werkgang is af te raden. gespreid over twee oogstjaren en per jaar verdeeld over twee giften betekent dit 88.5 kg per gift. De giften worden best in het vroege voorjaar gegeven zodat de sulfaten die beschikbaar komen na de oxidatie van de elementaire zwavel opgenomen kunnen worden door de planten.

Elementaire zwavel kost ongeveer € 1.75/kg. Een behandeling kost exclusief strooikosten in dit voorbeeld in totaal € 2054 te spreiden over 2 jaar of € 1027 per jaar. Deze oplossing is financieel haalbaar. Ze moet ook niet jaarlijks met deze hoeveelheden herhaald worden. Uit de analyses die in het kader van dit project genomen werden kunnen we besluiten dat de pH ongeveer 0.3 per jaar oploopt. Dit zou in dit voorbeeld betekenen dat een jaarlijkse onderhoudsdosis van 100 kg per ha aanplant voldoende kan zijn om de pH constant te houden. Blijft nog de vraag hoe elementaire zwavel best in de bodem gebracht wordt. De meest ideale techniek is onderwerken bij het bewerken van de grond. Dit kan echter enkel bij de aanleg van een perceel. Na de aanplant kan dit enkel nog op het ogenblik dat er een lichte grondbewerking zoals schoffelen gebeurt. Op dat ogenblik lijkt het mengen van elementaire zwavel in water en onder permanent roeren verdelen op de plantstrook de beste techniek. Het rendement van de verschillende toepassingstechnieken zal in de loop van 2013 op een bedrijf uitgetest worden.

CONCLUSIE/EVALUATIE

Het probleem van te hoge pH op de biologische kleinfruitbedrijven sleept al een tijd aan. Met de uitvoering van dit project werden er inzichten verworven in de oorzaak van het probleem. Door de zoektocht naar oplossingen en het uitvoeren van een ganse reeks proeven om een bevestiging te krijgen van eerder uitgevoerd onderzoek in andere continenten is een oplossing voor dit probleem in zicht. De oplossing is zeker nog niet volledig omdat een optimalisatie van de oplossing door het gebrek aan commercieel beschikbare en in bioteelt toegelaten bacteriën en economisch haalbare, toegelaten preparaten om de pH van gietwater te optimaliseren niet beschikbaar zijn. Hierdoor zal het proces om de pH te herstellen iets langer duren maar het wordt wel mogelijk. Vermits deze problematiek ook voorkomt op het PPK 'Pamel' zullen we binnen de reguliere werking de voorgestelde oplossing verder verfijnen. Er zal ook een proef On-Farm aangelegd worden indien hiervoor bij de kleinfruiters interesse is om aan mee te werken. De resultaten zullen voorgesteld worden op de eerstvolgende bijeenkomst van het BBN kleinfruit; hier zal ook gericht gevraagd worden naar de interesse om aan proefopzet mee te werken. In de loop van het project is er minder dan voorzien gecommuniceerd over de voortgang van het project. De aard van het onderzoek ligt mee aan de basis. Het proces van pH verlagen neemt meer tijd in beslag dan de uitvoeringstermijn van het project. Er zijn bovendien weinig visuele waarnemingen die de moeite lonen om tijdens een bezoek te bekijken. De resultaten worden uit analyseverslagen gehaald. Op zich is dit geen wervende materie om over te communiceren. Toch is het resultaat waardevol omdat er momenteel een model beschikbaar is om mathematisch een advies te berekenen. Samen met de verschillende buitenlandse onderzoeken die als bijlage bijgevoegd worden, vormt dit de basis om verder op te werken zodat ervaringen opgedaan worden en de toepassing verder verfijnd kan worden.