

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

BIOFILMVORMING EN METHAAN IN DRUPPELAARS

Deel 1: methaan in irrigatiewater en methaanverwijdering uit productwater hyperfiltratie

Project 2802

A.M.M. van der Burg en C. de Kreij

Naaldwijk, november 1999

Rapport 237

Prijs f 20,-

Rapport 237 wordt u toegestuurd na storting van f 20,- op banknummer 300 177 976 ten name van Proefstation Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 237, Biofilmvorming en methaan in druppelaars, deel 1'.

ISSN: 971270

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
1.1 Opzet onderzoek	7
2. INVENTARISATIE METHAANCONCENTRATIE OP DE BEDRIJVEN	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Methode	8
2.3 Resultaten	9
2.4 Maatregelen praktijk ter voorkomen biofilmvorming	9
3. VERWIJDERING VAN METHAAN UIT PRODUCTWATER HYPERFILTRATIE OP DRIE BEDRIJVEN	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Opzet	13
3.3 Resultaten onderzoek methaanverwijdering	14
3.4 Nagaan verliezen methaangehalte tijdens transport watermonsters	17
3.5 Vervullingsgraad druppelaars drie bedrijven	18
3.5.1 Methode	18
3.5.2 Resultaten	19
4. DICUSSIE EN CONCLUSIES	20
LITERATUUR	22

SAMENVATTING

In druppelsystemen kan biofilmvorm ofwel bacterieverslijming ernstige verstoppingsproblemen geven, met name bij capillairen en in combinatie met bronwater. In de periode april 1997 tot juni 2000 werd onderzoek gedaan aan dit probleem. Het onderzoek was gericht op methaanoxiderende bacteriën als veroorzakers van verstoppingen in druppelsystemen en bestond uit drie delen.

Inventarisatie van de methaanconcentratie op veertien bedrijven.

Op de tien bedrijven met een bron met omgekeerde osmose (hyperfiltratie) was de methaanconcentratie in de bron gemiddeld 30 mg per liter, terwijl in het productwater gemiddeld 27 mg per liter werd gevonden. De membranen voor hyperfiltratie waren blijkbaar zeer permeabel voor methaan.

Bij vijf van de negen bedrijven was de concentratie in de mengbak lager dan 1,0 mg per liter. Deze lagere concentratie wordt vooral veroorzaakt doordat methaan in water zeer vluchtig is; tijdens het transport, de turbulentie in de mengbak en op twee bedrijven door het ontijzeren zal het gas grotendeels vervliegen. Ook een aantal praktijk maatregelen en door bacteriële omzetting in de opslagsilo zal van invloed zijn op het methaangehalte. Op een bedrijf met een regenwaterbassin werd in het water ook methaan in het water gevonden; de concentratie in het bassin was 1,1 mg per liter. Het bassin was afgedekt met een drijffolie. Onder de folie kan mogelijk door rotting van bladresten anaërobie zijn ontstaan, waardoor methaan zich kan ontwikkelen.

Verwijderen methaan uit productwater hyperfiltratie .

Voor de verwijdering van het methaan werd een zogenaamde 'verbeterde beluchtings methode' ontwikkeld. Op drie bedrijven, geselecteerd uit het inventarisatieonderzoek werd gedurende twee zomerseizoenen in 1997 en 1998 deze methode getest. In 1998 waren de gehalten hoger dan in 1997 en de gehalten varieerden zeer sterk; op bedrijf 1 varieerde het methaangehalte van < 0,01 tot 2,1 mg per liter. In 1998 werd op de bedrijven 1 en 4 in de mengbak hogere gehalten gevonden (gemiddeld 0,6 mg per liter) dan op bedrijf nr. 8 (0,1 mg per liter). Dit houdt mogelijk verband met het feit dat bij de eerste twee bedrijven het productwater hyperfiltratie in een afgesloten ruimte onder een spanzeil werd verspreid en bij het derde bedrijf in de open lucht boven een drijfzeil. Onvoldoende ventilatie waardoor het methaan zich onder het zeil ophoopt wordt als mogelijke oorzaak gezien van de hogere gehalten op de eerste twee bedrijven. Extra gaten in het spanzeil en vooral het aanbrengen van een ventilator in het spanzeil resulteerde in een lager methaangehalte: 0,3 mg methaan per liter. Een spanzeil is overigens te prefereren boven het afdekken van een silo met een drijfzeil gezien de aangroei van algen op de wanden van de silo en het zeil bij dit systeem. In een bewaaronderzoek werd in een watermonster na acht uur een afname in de methaanconcentratie van 30 tot 40% gevonden. Ter conservering zou bij de bemonstering standaard direct moeten worden gekoeld of er moet kopersulfaat (3 mg per liter) aan het monster moeten worden toegevoegd.

Op dezelfde drie bedrijven werd in 1998 ook waarnemingen gedaan aan de vervuilingsgraad van de druppelaars, met name aan het voorkomen van verslijming ofwel biofilmvorming. Op twee van de drie bedrijven werd geen verslijming geconstateerd. Op het derde bedrijf werd wel verslijming geconstateerd en wel aan het begin en aan het einde van de waarnemingsperiode. Naast een goede methaanverwijdering is het raadzaam om een middel op waterstofperoxidebasis te doseren. Organische vervuiling van het druppelwater moet zoveel mogelijk worden voorkomen omdat het middel dan onvoldoende werkt.

1. INLEIDING

Het probleem van biofilmvorming of verslijming in druppelaars is zo oud als het gebruik van druppelaars als irrigatiesysteem in de Nederlandse glastuinbouw. Vooral bij gebruik van bronwater kan dit probleem zeer ernstig zijn. De gelachtige massa manifesteert zich het eerst op de wanden van de mengbak en in de filters, en daarna in de druppelaars. Vooral capillairen zijn voor de biofilmvorming gevoelig; zij geven minder water en kunnen op den duur zelfs geheel verstopt raken, waardoor de planten slap gaan met als gevolg productieverlies. In de capillair is de slijmvorming vaak over de hele lengte zichtbaar. Het slijm droogt wit op en lijkt dan op zoutneerslag.

De oorzaak was tot voor kort onbekend. Het ontbreken van een biologisch evenwicht in het productwater, waardoor een bepaald organisme zich kan ontwikkelen werd wel als verklaring genoemd. In literatuur (Reijnen, 1994). werd gevonden dat bij productie van leidingwater het ontijzeringsproces kan worden verstoord door de biochemische werking van methaanoxiderende bacteriën. Methaanoxiderende bacteriën gebruiken methaan als bouwstof en energie everancier, waarbij een slijmerige massa ontstaat. De verslijming van druppelaars zou wel eens een zelfde oorzaak kunnen hebben, zo werd geredeneerd.

1.1 OPZET ONDERZOEK

Het onderzoek bestaat uit drie delen:

Inventarisatie methaanconcentratie irrigatiewater. In het voorjaar van 1997 werd een inventariserend onderzoek gedaan naar methaan in het irrigatiewater

Verwijdering van methaan uit productwater hyperfiltratie. In het zomerseizoen van 1997 en 1998 werd op drie bedrijven onderzoek gedaan naar het verwijderen van methaan uit het productwater hyperfiltratie. Ook werd nagegaan of er nog slijmvorming ontstond gegeven de restconcentratie aan methaan.

Opwekken slijmvorming onder invloed van methaan. In afdeling 103.2 van PBG-Naaldwijk werd in een proefopstelling slijmvorming opgewekt door het doseren van methaan in het water. Naast het wel en geen methaan doseren was het type druppelaar een proeffactor. De resultaten van dit onderdeel worden in een apart verslag gerapporteerd (Biofilmvorming en methaan in druppelaars, deel 2)

2. INVENTARISATIE METHAANCONCENTRATIE OP DE BEDRIJVEN

2.1 INLEIDING

In eerste instantie werden op slechts één bedrijf in Bleiswijk (bedrijf nr.1 in Tabel 1) met ernstige problemen metingen gedaan. In het water bleken vrij hoge methaanconcentraties voor te komen. Om het probleem verder in kaart te brengen werd daarom in juli een oproep in de vakbladen geplaatst om met bedrijven met soortgelijke problemen in contact te komen. Deze oproep had circa dertig reacties tot gevolg. Aan de hand van een vragenlijst werd een inventarisatie gemaakt over de vorm en de ernst van de problemen. Uiteindelijk werden veertien bedrijven geselecteerd waar 5 en 6 augustus 1997 watermonsters werden genomen. Van deze groep waren er elf met een bron én werd het water via hyperfiltratie ontzout, van twee bedrijven werd het bronwater via een gesloten ontijzing ontijzert en van één bedrijf met alleen regenwater werd het bassin bemonsterd. Het bijzondere van dit laatste bedrijf is dat het bassin (ca. 3000 m³) met folie was afgedekt (tegen de algengroei).

2.2 METHODE

De bemonstering van het water ging als volgt:

- de monstername
 - bron en brijn op de bedrijven 1 tot en met 13 werden de monsters getapt op de al aanwezige tapkraantjes met behulp van een rubberstop met daaraan een teflonslang (diameter inwendig 5 mm). Na een doorspoelperiode van circa één minuut werd het monster flesje gevuld. Het uiteinde van de teflon slang werd hiertoe onder in de fles gepositioneerd om zo zoveel mogelijk verliezen door vallen en turbulentie van het water te voorkomen. De bemonsteringsmethode was niet optimaal door de hoge waterdruk en de vrij grote kranen. Op de drie bedrijven waar de verbeterde ontluichtingsmethode werd onderzocht (zie hoofdstuk 3) werden daarom op de leidingen van het bronwater en het brijnwater speciale bemonsteringskraantjes gemonteerd. Deze kraantjes hadden een kleinere opening (circa 5 mm) en er werd een vaste slang voor de bemonstering gemonteerd.
 - de silo en de mengbak werd bemonsterd met een hevel met dezelfde teflon slang (diameter 5 mm). Het uiteinde van de slang werd ook onder in het monsterflesjes gedaan. De water stroom was rustiger en de bemonstering leverde dan ook geen problemen op.
- de monsterflesjes
 - de watermonsters werden verzameld in flesjes met een inhoud van 100 ml en werden voor circa 60 % gevuld, dus met circa 60 ml water. De flessen werden afgesloten met een stop met een rubber septum.
- transport
 - de watermonsters werden meteen na monstername ondersteboven in enveloppen met als bescherming een laag noppenfolie gedaan en deze enveloppen werden in een koelbox geplaatst. In deze koelbox waren van tevoren vier of meer ijsblokken gedaan. De monsters werden verder bij 4°C bewaart en binnen een week geanalyseerd.

- analyse van de monsters

De monsters werden geanalyseerd door WLO onderzoek en advies te Doetinchem. De analyse vindt plaats volgens de huismethode voor methaananalyse. Deze methode wordt als volgt samengevat:

Een met een septum afgesloten injectiefles, half gevuld met water, wordt gedurende 30 minuten geschud. Van de gasfase (headspace) wordt 100 µl geïnjecteerd, gaschromatografisch gescheiden en gedetecteerd met een vlam ionisatie detector (FID). Methaan wordt geïdentificeerd op basis van retentietijd. Kwantificering vindt plaats m.b.v. een één-puntskalibratie met externe standaardmethode. Methaan kan met deze analysemethode worden bepaald vanaf 10 µg/l.

2.3 RESULTATEN

In Tabel 1 staan de resultaten van de metingen op 5 en 6 augustus 1997. Op de bedrijven 1 tot en met 11 werd het bronwater ontzout en op de bedrijven 12 en 13 werd ontijzerd. Bedrijf 14 maakte gebruik van regenwater. Hier werd het bassin bemonsterd.

De methaanconcentraties varieerden sterk van bron tot bron; van 0,4 tot 69 mg/l. Op de elf bedrijven waar het bronwater werd ontzout lagen de methaanconcentraties in het productwater doorgaans op een zelfde niveau als in de bron. De gehalten in de mengbak lagen op een aanzienlijk lager niveau; blijkbaar verdwijnt een groot deel van het methaan tijdens de opslag (in de voorraadsilo) en met het transport. Er was één bedrijf dat wat betreft de concentratie in de mengbak eruit sprong; op bedrijf 4 werd 9,4 mg methaan per liter gemeten. Bij navraag kon de oorzaak worden achterhaald. Op dit bedrijf stroomde het productwater vanonder af in de voorraadsilo, terwijl op alle andere bedrijven het productwater van een zekere hoogte van bovenaf de silo instroomde. In het laatste geval zal het gas, door de val en de daarbij optredende turbulentie uit het water zijn ontweken. Bij instroom van onderaf zal het gas in oplossing blijven, wat bij bedrijf 4 de hoge methaanconcentratie in de mengbak tot gevolg zal hebben gehad.

Op twee bedrijven (nr. 12 en 13) werd het bronwater niet ontzout, maar werd ontijzerd via een gesloten ontijzering. Na ontijzering werd er nauwelijks nog methaan gevonden in de opslagsilo noch in de mengbak. Door het intensieve contact met lucht tijdens de ontijzering zal het methaangas grotendeels zijn verdreven.

Op een bedrijf (nr. 14) werd in het bassinwater 1,1 mg methaan per liter gevonden en in de mengbak was de concentratie 0,8 mg/l. De oorzaak voor de vrij hoge methaanconcentratie in het bassin was waarschijnlijk het gevolg van het feit dat het bassin was afgedekt met een drijffolie in combinatie met de aanwezigheid van rottende bladresten. Het bassin was omringd met een groot aantal bomen. De gedachte is dat het methaan ontstaat door anaërobe omzetting van het blad van de bomen onder in het bassin. Doordat het bassin is afgedekt kan door de microbiële omzetting een zuurstofloos milieu ontstaan en het plasticfolie zorgt er tevens voor dat het methaangas niet kan ontwijken, met een hoge methaanconcentratie in het water als gevolg.

2.4 MAATREGELEN PRAKTIJK TER VOORKOMEN BIOFILMVORMING

De onderzochte bedrijven hadden in het verleden een aantal maatregelen genomen om de biofilmvorming te voorkomen. Deze maatregelen stelde op praktijkervaringen, over de

Tabel 1 - De methaanconcentratie op 14 bedrijven bemonsterd op 5 en 6 augustus 1997

Bedrijf	Plaats	methaan (mg/l)				
		bron	product hyperfiltratie	na ontijzering	bassin	mengbak
ontzout bronwater						
1. D. Breugem	Bleiswijk	28,0	44,0	-	-	2,1
2. M. Verkade	Monster	15,0	-	-	-	1,04
3. J. Franken	Monster	19,0	11,0	-	-	1,20
4. Gebr. Enthoven	's Gravenzande	36,0	32,0	-	-	9,40
5. W. Groenewegen	's Gravenzande	51,0	28,0	-	-	0,044
6. P. Vellekoop	Kwinsheul	26,0	25,0	-	-	0,33
7. B. Nieuwkerk	Kwinsheul	31,0	32,0	-	-	0,28
8. M. Hazeu	Delfgauw	69,0	44,0	-	-	-
9. G. v. d. Waal	H.I. Ambacht	6,4	6,3	-	-	0,78
10. H. Pieterse	Amstelveen	32,0	42,0	-	-	0,019
11. PBG-Naaaldwijk	Naaldwijk	0,4	0,4	-	-	-
ontijzerd bronwater						
12. M. Simons	Haarsteeg	4,8	-	<0,01	-	<0,01 ¹⁾
13. Gebr. v. d. Vahl	IJsselmuiden	0,97	-	0,023	-	0,012
regenwater						
14. W. v.d. Werf	Helenaveen	-	-	-	1,1	0,83 ¹⁾

¹⁾ na injectie unit

achtergrond, de aanwezigheid van methaangas in het water was toen nog niets bekend. Ten tijde van de bemonstering waren deze maatregelen doorgaans ook functioneel. Het betreft de volgende maatregelen: het bijmengen van leidingwater en regenwater bij het productwater hyperfiltratie; het beluchten van de voorraadsilo; op één bedrijf (nr. 8) werd het productwater van de hyperfiltratie door een goot met daarin marmergrind geleid; op een aantal bedrijven werden chemische middelen aan het druppelwater toegevoegd. Bij de eerste drie genoemde maatregelen werd onbewust de methaanconcentratie in het water verlaagd. Bij de laatste maatregel werd bacteriegroei bestreden door dosering van middelen op basis van waterstofperoxide.

In Tabel 2 staan de geschatte mengverhoudingen van de watersoorten ten tijde van de bemonstering op methaan op 5 en 6 augustus. Op bedrijf (nr. 2) werd regenwater bijgemengd en op de bedrijven 4, 5, 10 en 14 werd leidingwater bijgemengd om bacteriegroei tegen te gaan. Op bedrijf 8 werd met 100% leidingwater gedruppeld. Hier waren de

Tabel 2 - De geschatte mengverhouding van de verschillende watersoorten.

bedrijf	mengverhouding watersoorten (%)			
	bron	regen	leiding	recirculatie
1. D. Breugem	75	0	0	25
2. M. Verkade	50	25	0	25
3. J. Franken	75	0	0	25
4. Gebr. Enthoven	60	0	10	30
5. W. Groenewegen	37	0	37	25
6. P. Vellekoop	70	0	0	30
7. B. Nieuwkerk	70	0	0	30
8. M. Hazeu	0	0	100	-
9. G. v. d. Waal	70	0	0	30
10. H. Pieterse	60	0	10	30
11. PBG-Naaaldwijk	100	0	0	-
12. M. Simons	70	0	0	30
13. Gebr. v. d. Vahl	70	0	0	30
14. W. v.d. Werf	60	0	30	10

problemen met slijmaangroei zeer extreem geweest. Het methaangehalte in de bron was op dit bedrijf ook extreem hoog; 69 mg per liter. Uit angst voor hernieuwde problemen werd dus ten tijde van de bemonstering geen bronwater meer gebruikt. De hyperfiltratie-installatie was om deze reden op dit bedrijf buiten werking gesteld.

In Tabel 3 staat aangegeven op welke bedrijven de silo werd belucht en welke chemische middelen aan het druppelwater werden toegevoegd om biofilmvorming te voorkomen. Op drie bedrijven (nr. 1, 5 en 6) werd er in de silo belucht en op twee bedrijven vond feitelijke beluchting plaats via de gesloten ontijzering (nr. 12 en 13). Op één bedrijf (nr. 8) werd het productwater van de hyperfiltratie over een bed van marmmergrind geleid, wat een zelfde effect als beluchting van het water zal hebben. Op zeven bedrijven vond toevoeging plaats van middelen op basis van waterstofperoxide en/of een organisch zuur. Het betreft de middelen Reciclean (nr. 2, 4, 5 en 8) Horticlean (nr. 1 en 9), Fytocare (nr. 10 en 12) en Perazur (nr. 13). Op een bedrijf (nr. 6) werd Anti-Bloc meegedruppeld en op een bedrijf (nr. 6) werd ureum gedoseerd met als doel biofilmvorming te voorkomen. Het werkingsprincipe van deze Anti-Bloc en ureum op slijmvorming is niet bekend.

Wat betreft de aard van het verstoppend materiaal vallen enkele vormen op; op bedrijf 6 waar Anti-Bloc werd gedoseerd werd pasta-achtig materiaal gevonden. Dit materiaal ontstaat blijkbaar als combinatie van verslijming en een neerslag van het polyfosfaat wat als werkzame stof in Anti-Bloc voorkomt. Op bedrijf 10 bleek bij bestudering onder de

Tabel 3 - Beluchting van de dagvoorraad, chemische toevoegingen aan het druppelwater ter voorkoming van verstopping, de aard van de problemen naast de slijmvorming en de ernst van de problemen (vroeger is de periode voorafgaande aan de bemonstering en actueel ten tijde van de bemonstering op 5 en 6 augustus 1997).

bedrijf	beluchten silo dagvoorraad	chemische toevoegingen druppelwater	aard vervuiling, naast verslijming	ernst problemen (schaal 0-3; 0 = geen, 3 ernstig)	
				vroeger	actueel
1. D. Breugem	ja	Horticlean	-	3	3
2. M. Verkade	nee	Reciclean	zouten	2	1
3. J. Franken	ja	geen	slib	2	1
4. Gebr. Enthoven	nee	Reciclean	zouten	2	1
5. W. Groenewegen	ja	Reciclean	-	3	0
6. P. Vellekoop	ja	Anti-Bloc	pasta-achtig	3	3
7. B. Nieuwkerk	nee	Ureum	zout	2	2
8. M. Hazeu	nee ⁴⁾	Reciclean	-	3	2
9. G. v. d. Waal	nee	Horticlean	-	3	2
10. H. Pieterse	nee	Fytocare ¹⁾	schimmel	2	2
11. PBG-Naaaldwijk	nee	geen	-	-	-
12. M. Simons	ja ³⁾	Fytocare ¹⁾ + Aquabact	korrels org. materiaal	2	1
13. Gebr. v. d. Vahl	ja ³⁾	Perazur ²⁾	-	3	0,5
14. W. v.d. Werf	nee	geen	algenresten	1	0,5

¹⁾ = UV-lampen + perazijnzuur

²⁾ sinds een week voor bemonstering op 6 augustus

³⁾ gesloten ontijzering

⁴⁾ productwater hyperfiltratie via goot met grint van marmer

microscopisch dat het om schimmelgroei ging. Op het bedrijf waar Aquabact werd gedoseerd (nr. 11) werd fijn korrelvormig organisch materiaal gevonden in het verstoppend materiaal. Aquabact is een biologisch preparaat om verstoppingen te voorkomen. Het middel bevat organische stof, wat mogelijk juist verstopping van de druppelaars kan veroorzaken. Uit de laatste twee kolommen van de tabel blijkt dat in het verleden de problemen met verstopping door onder meer biofilmvorming vrij ernstig waren en dat door de hiervoor besproken maatregelen de problemen op een aantal bedrijven ten tijde van de bemonstering op 4 en 5 augustus 1997 aanzienlijk waren afgenomen

3. VERWIJDERING VAN METHAAN UIT PRODUCTWATER VAN HYPERFILTRATIE OP DRIE BEDRIJVEN

3.1 INLEIDING

Het onderzoek naar de methaanverwijdering vond plaats op drie bedrijven die waren geselecteerd uit het boven beschreven inventarisatieonderzoek.

Het onderzoek op de bedrijven zou antwoord moeten geven op de volgende twee vragen:

- hoe effectief is de methaanverwijdering?
- treedt er nog slijmvorming op in de druppelaars, gegeven de gevonden methaanconcentratie in de voedingsoplossing in de mengbak?

3.2 OPZET

Het onderzoek naar de methaanverwijdering vond plaats op de bedrijven nr. 1, 4 en 8 uit het inventarisatieonderzoek. Er werden metingen gedaan in het bronwater, direct in het productwater, in het brijn, het productwater in de silo en in de mengbak. De metingen vonden plaats in de periode van 17 juli tot 25 september 1997 en van 20 mei tot 20 augustus 1998.

Wat betreft de bemonsteringsmethode en de analyse op methaan wordt verwezen naar paragraaf 2.2. Voor de bemonstering van de bron en het brijn van de hyperfiltratie werden op deze drie bedrijven op de leidingen speciale bemonsteringskraantjes gemonteerd. De verwijdering van het methaan vond op alle drie bedrijven plaats via verbeterde beluchtingstechniek. Deze techniek laat zich als volgt omschrijven: het productwater wordt hiertoe met een ringvormige regenleiding, gemonteerd aan de rand van de dagvoorraadsilo versproeid. Voor het verkrijgen van een intensieve beluchting van het productwater werd aan de rand van de silo, in verticale positie een PVC-cilinder geplaatst. De cilinder reikte tot op de bodem en is van onderen geperforeerd. Het productwater wordt van boven in deze cilinder geleid en van hieruit met behulp van een pomp naar de ringleiding verpompt. Op deze manier wordt alle productwater voordat het in de silo komt intensief belucht.

De silo's van bedrijf 1 en 4 waren afgedekt met een gespannen anti-alg doek. Bedrijf nr.8 was niet afgedekt. Bij de twee bedrijven waar de silo was afgedekt werd het doek voor de tweede serie metingen in 1998 geperforeerd met als doel de ventilatie te verbeteren.

De situatie op de drie bedrijven laat zich als volgt omschrijven:

a. 1997:

- bedrijf 1: de silo was afgedekt met een spandoek, in het spandoek was één gat gemaakt, (er was nog geen ventilator zie blz. 15) en het productwater werd na 1 juli 1997 versproeid via 'de verbeterde beluchtingstechniek'.
- bedrijf 4: de silo was afgedekt met een spandoek, in het spandoek was één gat gemaakt, er was nog geen ventilator en het productwater werd na 23 augustus 1997 versproeid via 'de verbeterde beluchtingstechniek'.
- bedrijf 8: hier stroomt het water door een goot met daarin marmerkorrels. De silo was afgedekt met een drijfzeil, er was dus geen ventilator en het productwater werd na 29 augustus 1997 boven het drijfzeil versproeid via 'de verbeterde beluchtings techniek'.

In 1998 werden op de bedrijven een aantal aanpassingen gedaan om de methaanverwijdering te verbeteren:

- bedrijf 1: voor de start van de metingen in mei werden in het spandoek een viertal gaten gemaakt (voor verbetering van de ventilatie) en op 18 augustus werd een ventilator (vermogen 30 Watt, capaciteit 200 m³ per uur) in het spandoek geïnstalleerd.
- bedrijf 4: voor de start van de metingen in mei werden in het spandoek een viertal gaten gemaakt. (Het was de bedoeling om ook hier in augustus in het spandoek een ventilator te plaatsen. Helaas kon de eigenaar van het bedrijf door drukke werkzaamheden aan het verzoek hiertoe niet voldoen).
- bedrijf 8: geen veranderingen ten opzichte van 1997.

3.3 RESULTATEN ONDERZOEK METHAANVERWIJDERING

In Tabel 4 en Tabel 5 staan de resultaten van de methaananalyse van de drie onderzochte bedrijven van de bemonsteringen in respectievelijk 1997 en 1998.

Op bedrijf 1 was de concentratie in 1997 gemiddeld 0,02 mg per liter en in 1998 gemiddeld 0,52, op bedrijf 4 was dat respectievelijk 0,24 en 0,69 mg per liter terwijl bedrijf 8 een daling liet zien van 0,23 naar 0,10 mg per liter. Opmerkelijk zijn dus de hogere concentraties in 1998 op twee van de drie bedrijven. Een directe oorzaak hiervoor is niet te geven. Een mogelijke oorzaak zou ook kunnen zijn een stijging van de gehalten in de bron. Uit de tabel blijkt dat de gehalten in de bron en in het productwater in beide jaren nagenoeg overeen komen. De hogere waarden in de silo en de mengbak van 1998 worden hierdoor dus zeker niet veroorzaakt. Als oorzaak werd ook gedacht aan de mogelijke onvoldoende ventilatie boven in de silo. Daartoe werden op bedrijf 1 en 4 vóór de metingen in 1998 enkele gaten in het afdekzeil (spanzeil) gemaakt. Het is des te opmerkelijker dat de methaanverwijdering juist verslechterde.

Op bedrijf 1 werd op 15 augustus 1998 in het spanzeil een ventilator geïnstalleerd (capaciteit 200 m³ lucht per uur en een motorvermogen van 30 Watt) met als doel een betere ontgassing. De luchtstroom was door de ventilator van binnen naar buiten. Bij de bemonstering op 18 en 20 augustus bleek een methaangehalte van respectievelijk 0,26 en 0,28 mg per liter in het water aanwezig.

De schommelingen in gehalten zouden ook nog kunnen zijn veroorzaakt door microbiële omzetting van methaan in de voorraadsilo. De bacteriële activiteit in het water in de voorraadsilo kan mogelijk van tijd tot tijd variëren. Ook kan worden gedacht aan verliezen aan methaan tijdens het transport van de watermonsters. Hiertoe werd in oktober 1999 een onderzoek gedaan (zie paragraaf 3.4).

Tabel 4 - Resultaten van het onderzoek naar methaanverwijdering op drie bedrijven in 1997

4a - Bedrijf 1

	methaangehalte in mg/l							
	vóór ...	ná toepassing 'verbeterde beluchting'						
	10/6	17/7	29/7	12/8	28/8	11/9	25/9/97	gem. ná 10/6/97
bron	28,0	36,0	33,0	39,0	48,0	58,0	49,0	43,8
product	44,0	42,0	53,0	41,0	44,0	45,0	43,0	44,7
brijn	-	9,3	34,0	41,0	50,0	50,0	52,0	39,4
dagvoorraad	2,1	0,07	0,014	0,18	<0,01	<0,01	0,011	0,07
mengbak	-	<0,01	0,041	<0,01	0,012	<0,01	0,011	0,02

4b - Bedrijf 4

	methaangehalte in mg/l				
	vóór ...	ná toepassing 'verbeterde beluchting'			
	5/8	28/8	11/9	25/9/97	gem. ná 5/8
bron	36,0	30,0	-	30,0	30,0
product	32,0	33,0	-	30,0	31,5
brijn	-	29,0	-	26,0	27,5
dagvoorraad	-	0,19	-	0,026	0,11
mengbak	9,4	0,46	-	0,026	0,24

4c - Bedrijf 8

	methaangehalte in mg/l				
	vóór ...	ná toepassing 'verbeterde beluchting'			
	5/8	1/9	11/9	25/9/97	gem. ná 1/9
bron	69,0	64,0	72,0	62,0	66,0
product	44,0	63,0	74,0	62,0	66,3
brijn	-	65,0	82,0	68,0	71,7
dagvoorraad	-	0,54	0,039	0,125	0,23
mengbak	-	-	-	0,110	0,11

Tabel 5 - Resultaten van het onderzoek naar methaanverwijdering op drie bedrijven in 1998.

5 a - Bedrijf 1

	methaan (mg/l)						gem. 1998
	20/5	3/6	17/6	2/7	18/8	20/8/98	
bron	55	-	-	-	-	-	55
product	51	-	-	-	-	-	51
silo	0,22	<0,01	0,22	2,70	0,54*	0,39*	0,80
mengbak	0,36	<0,01	0,12	2,10	0,26*	0,28*	0,52

* na installatie ventilator in het spanzeif

5 b - Bedrijf 4

	methaan (mg/l)						gem. 1998
	20/5	3/6	17/6	2/7	18/8	20/8/98	
bron	-	-	-	27	-	-	27
product	-	-	-	30	-	-	30
silo	0,59	1,50	1,10	0,75	-	0,67	0,92
mengbak	0,62	0,89	0,89	0,81	-	0,81	0,69

5 c - Bedrijf 8

	methaan (mg/l)						gem. 1998
	20/5	3/6	17/6	2/7	18/8	20/8/98	
bron	62	-	-	-	-	-	62
product	65	-	-	-	-	-	65
silo	0,14	0,10	0,18	0,03	0,07	0,08	0,10
mengbak	0,14	0,08	0,15	0,06	0,05	0,09	0,10

3.4 NAGAAN VERLIEZEN METHAAN IN VOEDINGSOPLOSSING DOOR BACTERIËLE OMZETTING

Zoals in de vorige paragraaf naar voren kwam zouden er mogelijk door bacteriële omzetting verliezen aan methaan kunnen optreden tijdens het transport van de monsters, dus tussen tijdstip van monsternamen en tijdstip van analyse. In oktober 1999 werd naar dit vermeende effect een onderzoek gedaan. Hiertoe werden watermonsters genomen van de opstelling in kas 103.2. De monsters werden genomen van het circuit waar methaan werd gedoseerd. In dit watercircuit zal naar verwachting een groot aantal methaanoxiderende bacteriën aanwezig zijn.

In Tabel 6 staan de behandelingen en de analyse resultaten. De toevoeging aan kopersulfaat was 3 mg CuSO₄.5 H₂O per liter ofwel 744 µmol Cu per liter. Deze concentratie aan kopersulfaat desinfecteert de oplossing volledig (mededeling WLO, Doetinchem). De monsters werden al of niet gekoeld bij 5°C.

Tabel 6 - De resultaten van het onderzoek naar het effect van de toediening van kopersulfaat en het effect van ongekoeld bewaren op de methaanconcentratie.

beh.	kopersulfaat	koelen na ..uur	methaan concentratie (µg/l)	
			laag methaan	hoog methaan
1.	ja	direct	20	-
2.	nee	direct	22	-
3.	nee	10	16	-
4.	nee	48	13	-
5.	ja	direct	-	140
6.	nee	10	-	76
7.	nee	24	-	59

Uit de tabel blijkt dat ongekoeld bewaren een flinke afname in methaan laat zien; na tien uur bewaren was de afname 6 µg per liter (27%) en bij hoog methaan was de afname na tien uur bewaren 64 µg per liter (46%). Na 48 uur bewaren werden nog lagere concentraties gevonden, hoewel de daling minder groot was dan na 10 uur bewaren.

Deze omzetting kan op de volgende manier invloed hebben op het metaangehalte in de:

- **watermonsters**; in principe werden de monsters na monsternamen meteen gekoeld in de koelbox. De zakken met noppenfolie waar de monsters werden verpakt kunnen de koeling hebben vertraagd, waardoor verliezen aan methaan kunnen zijn opgetreden. Het direct koelen van de monsters, vooral als er veel methaanoxiderende bacteriën in het monster kunnen worden verwacht, is dus van essentieel belang. Met standaardtoevoeging van kopersulfaat (3 mg per liter) zouden deze problemen in de toekomst kunnen worden uitgesloten.
- **voorraadsilo**; op de drie bedrijven was steeds een aanzienlijke slijmaangroei zichtbaar in de silo. Er zal daar dus ook methaanconsumptie hebben plaatsgevonden. De fluctuatie in methaangehalte kan mogelijk ook verband houden met mogelijke fluctuatie in consumptiesnelheid en de tijdsduur tussen de aanmaak van productwater en de bemonstering op methaan.

3.5 VERVUILINGSGRAAD DRUPPELAARS DRIE BEDRIJVEN

In het tweede jaar van onderzoek werden waarnemingen gedaan aan het al of niet optreden van vervuiling van het druppelsysteem met name het optreden van biofilmvorming ofwel slijmaangroei, gegeven de methaanconcentraties in het druppelwater (zie paragraaf 3.3).

3.5.1 METHODE

Bij de interpretatie van de gegevens moet worden opgemerkt dat op de drie bedrijven preventief werkende reinigingsmiddelen werden gedoseerd; op bedrijf 1 was dat het middel Horticlean en op de bedrijven 4 en 8 werd Reciclean gedoseerd. De middelen zullen een preventieve werking op de biofilmvorming hebben gehad. De gehalten aan werkzame stoffen staan in Tabel 7.

Tabel 7 - Gehalten aan werkzame stof in de gebruikte reinigingsmiddelen

	gehalten in procenten (%)				
	waterstof- peroxide	azijnzuur	perazijnzuur	mierenzuur	permierenzuur
Horticlean	35	8	2,5	-	-
Reciclean	15	-	-	15	?

Horticlean kan direct worden gedoseerd. Bij Reciclean moet acht uur voor gebruik de stoffen W1 + W2 worden gemengd. Bij Reciclean zijn de gehalten aan permierenzuur niet precies bekend. Voor Horticlean wordt een continue dosering van 10 dpm (3,5 dpm waterstof-peroxide) geadviseerd. Bij een zware organische vervuiling wordt geadviseerd om de dosering te verhogen naar 20 dpm Horticlean. Bij Reciclean is het doseeradvies afhankelijk van de watergift. De doseerslag kan worden veranderd, waardoor tussen 25 en 50 dpm waterstofperoxide gedoseerd kan worden.

De volgende waarnemingen werden gedaan:

- verloop van de druk op de kraanvakken en de flow per kraanvak.
- de Horticlean- en Recicleandosering en de hoeveelheid rest waterstofperoxide bij de druppelaar; dit laatste is een maat voor de vervuiling van het systeem.
Naarmate er meer organische vervuiling in het water en aan de wanden van de slangen aanwezig is neemt deze restconcentratie af. De H₂O₂-concentratie wordt met behulp van teststrookjes gemeten.
- visuele beoordeling onder het binoculair na opensnijden van de druppelaars. De mate van vervuiling werd uitgedrukt in een cijfer, gradatie 0 tot 10, waarbij 0 geen vervuiling is en 10 een zeer ernstige vervuiling.

3.5.2 RESULTATEN

De waarnemingen aan het verloop van de vervuiling van de druppelaars leverden de volgende resultaten op:

Bedrijf 1: Op dit bedrijf werden de tomaten eind december 1997 geplant. Er werd gedurende de teelt geen slijmvorming geconstateerd. Wel werd in juni en in juli zoutneerslag in de druppelaars gevonden. Waarschijnlijk ging het om een neerslag van calciumfosfaat, dat ontstond door een te hoge pH in het druppelsysteem. Op 7 juni werd een vervuilingsgraad van 5 à 6 vastgesteld. Voor de reiniging werden de druppelaars op 13 juli in de salpeterzuur gezet (pH 1,5). Ook trad schimmelgroei op in de druppelaar, maar was vooral zichtbaar in de streng. Dat het ging om schimmels werd vastgesteld door middel van microscopisch onderzoek. De schimmelgroei werd in verband gebracht met het doseren van Horticlean. Deze link was al eens eerder gelegd op een ander bedrijf. In een in 1999 verricht laboratoriumonderzoek naar het effect van Horticlean en azijnzuur op het optreden van schimmelgroei werd het positieve effect op schimmelgroei van dit middel bevestigd (Runia, pers. med.).

Met de laatste vier druppelbeurten werd een Horticlean-concentratie van 50 dpm gedoseerd, dit gaf een H₂O₂-concentratie van 15 dpm in het irrigatiewater. Bij de druppelaar werd s'ochtends bij de eerste druppelbeurt gedurende de teelt een restconcentratie van circa 10 dpm H₂O₂ gemeten. Het druppelwater was, aan de hand van een visuele beoordeling zeker, in vergelijking tot het water van bedrijf 8 vrij schoon te noemen.

Bedrijf 4: Hier werden half december 1997 paprika's geplant. Gedurende het gehele teeltseizoen werd slechts een geringe vervuiling van de druppelaars waargenomen (gradatie 1). Er was zeker geen sprake van slijmaangroei. De dosering aan Reciclean was tamelijk hoog; 120 dpm Reciclean, continue gedurende de gehele dag, dit geeft een H₂O₂ concentratie van circa 18 dpm (het advies is om, bij een vervuild systeem 50 dpm te doseren en bij een niet vervuild systeem 25 dpm). De restconcentratie aan H₂O₂ bij de druppelaars varieerde per kasafdeling (er waren drie afdelingen) met 10 tot 25 dpm. Het uitgangswater was zeker in vergelijking tot het water van bedrijf 8 vrij schoon te noemen.

Bedrijf 8: Op dit bedrijf werden de komkommers op 10 mei 1998 geplant. Op 20 mei werd een behoorlijke slijmaangroei gezien (gradatie 4-5). Op 22 mei werd gestart met dosering van Reciclean, met een concentratie van 75 dpm continu. De slijmgroei nam vervolgens sterk af. Gedurende de zomer is er wel wat vervuiling zichtbaar, gradatie 1-2, met slechts een onduidelijke minimale slijmaangroei. Bij de bemonstering op 1 september was wel duidelijk slijmvorming aanwezig (gradatie 5-6) en wel in de druppelaars die het verst van aansluiting van de hoofdverdeelleiding zitten. Dit terwijl de Reciclean-dosering hetzelfde was gebleven. De waterstofperoxideconcentratie bij de druppelaar was gedurende de zomer 10-15 dpm H₂O₂. In september was deze gedaald naar ca. 5 dpm. Dit wijst op een grotere afbraak van de stof tijdens de teelt. De oorzaak moet worden gezocht in de hoge vervuilingsgraad van het water. In de silo waar het productwater van de hyperfiltratie-installatie werd versproeid en verzameld was een sterke aangroei van slijm- en algengroei te zien aan de wanden en op het drijfzeil (er was hier dus een open verbinding met de buitenlucht). De grote massa aan organische stof die hiervan afkomstig was, zal tot een grotere afbraak van het waterstofperoxide afkomstig uit Reciclean hebben geleid, waardoor in september bacteriegroei kon ontstaan, met als gevolg slijmaangroei in de druppelaars.

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Op veertien bedrijven werd het water onderzocht op methaan. De methaanconcentratie in bronwater kan vrij hoog zijn; op een bedrijf in Delfgauw werd een methaanconcentratie van 69 mg per liter gevonden. Deze niveaus werden ook in drinkwaterputten gevonden (Reijnen, G.K, 1994). Op de tien bedrijven met een bron met omgekeerde osmose (hyperfiltratie) was de methaanconcentratie in de bron gemiddeld 30 mg per liter, terwijl in het productwater gemiddeld 27 mg per liter werd gevonden. De membranen voor hyperfiltratie waren blijkbaar zeer permeabel voor methaan.

Bij vijf van de negen bedrijven was de concentratie in de mengbak lager dan 1,0 mg per liter. Deze concentratieverlaging ten opzichte van de gehalte in de bron kunnen een aantal oorzaken hebben;

- methaan in water is zeer vluchtig; de val van het productwater in de voorraadsilo en de turbulentie van het water in de mengbak kan al voldoende zijn om het methaan grotendeels te doen vervliegen.
- op twee bedrijven met bronwater waarbij werd ontijzerd (en niet werd ontzout) was het methaan al grotendeels verdwenen, door het ontijzeren.
- het bijmengen van leidingwater en drainwater en het beluchten in de voorraadsilo wat op de veertien bedrijven werd toegepast, ook tijdens de bemonstering.
- door bacteriële omzetting van methaan in de opslagsilo. Dit werd aangetoond met een bewaaronderzoek; bij bewaring bij kamertemperatuur werd na acht uur een afname in de methaanconcentratie van 30 tot 40% gevonden.

NB. Ook tijdens het transport van de watermonsters kan er mogelijk een verlies aan methaan plaatsvinden. Ter conservering zou bij de bemonstering standaard direct moeten worden gekoeld en kopersulfaat (3 mg per liter) aan het monster moeten worden toegevoegd en er moet binnen een week worden gemeten.

Op een bedrijf met gebruik van regenwater werd in het bassinwater een concentratie van 1,1 mg methaan per liter gevonden. Het bassin was afgedekt met folie. Onder de folie kan mogelijk door rotting van bladresten anaërobie zijn ontstaan, waardoor zich methaan kan ontwikkelen.

Op drie bedrijven werd de verbeterde beluchtings methode' getest. Nagegaan werd tot welk niveau de methaanconcentratie is terug te brengen, bij gebruik van deze techniek. De methaanconcentratie in de mengbak vóór toepassing van deze techniek was op bedrijf nr. 1 en 4 respectievelijk 2,1 en 9,4 mg per liter, na toepassing was de concentratie op deze twee bedrijven gemiddeld 0,3 mg per liter.

De gehalten varieerden zeer sterk; op bedrijf 1 varieerde het methaangehalte van < 0,01 tot 2,1 mg per liter. In 1998 werd op de bedrijven 1 en 4 in de mengbak hogere gehalten gevonden (gemiddeld 0,6 mg per liter) dan op bedrijf nr. 8 (0,1 mg per liter). Dit houdt mogelijk verband met het feit dat bij de eerste twee bedrijven het productwater hyperfiltratie in een afgesloten ruimte onder een spanzeil werd versproeid en bij het derde bedrijf in de open lucht boven een drijfzeil. Onvoldoende ventilatie waardoor het methaan zich onder het zeil ophoopt, wordt als mogelijke oorzaak gezien van de hogere gehalten op de eerste twee bedrijven. Extra gaten in het spanzeil en vooral het aanbrengen van een ventilator in het spanzeil bij bedrijf nr. 1 resulteerde in een lager methaangehalte; 0,3 mg per liter na 18 augustus. Een spanzeil is overigens te prefereren boven het afdekken van een silo met een drijfzeil, gezien de aangroei van algen op de wanden van de silo en het drijfzeil bij dit systeem.

Op dezelfde drie bedrijven werden ook waarnemingen gedaan aan de vervuilingsgraad van de druppelaars, met name aan het voorkomen van verslijming ofwel biofilmvorming. Op

twee van de drie bedrijven werd geen verslijming geconstateerd. Op het derde bedrijf met overigens de laagste methaangehalten in het water, werd wel verslijming geconstateerd en wel aan het begin en aan het einde van de waarnemingsreeks in 1998. Aan het begin werd nog geen Reciclean gedoseerd. De verslijming die in september ontstond was waarschijnlijk een gevolg van de hoge toevoer van organische stof (door aangroei van bacteriën en algen in de voorraadsilo), waardoor de werking van Reciclean onvoldoende werd. De werkzame stoffen worden door de vervuiling gereduceerd en verdwijnen dan uit de voedingsoplossing is het idee.

Eindconclusie methaanverwijdering

Door de 'verbeterde beluchtingsmethode' kan het methaangehalte worden verlaagd tot 0,3 mg per liter, mits bij het versproeien voldoende wordt geventileerd. Dit systeem wordt geadviseerd wanneer een restconcentratie in de mengbak wordt overschreden. Een restwaarde van 0,5 mg methaan per liter lijkt geen probleem te geven, mits er een middel op basis van waterstofperoxide wordt gedoseerd. Organische vervuiling van het druppelwater moet zoveel mogelijk worden voorkomen omdat het reinigingsmiddel dan onvoldoende werkt.

Vragen voor eventueel vervolgonderzoek

- Wat is de vervuilingsgraad van de verschillende watersoorten op bedrijven en wat is het effect hiervan op de werking van de reinigingsmiddelen op basis van waterstofperoxide. Hoe kan de vervuiling worden beperkt?
- zijn de gemeten restconcentraties schadelijk voor de gewassen? Op een bedrijf werd bij de druppelaar 25 dpm H₂O₂ gemeten.
- kan er in een opslagtank met vervuild water, die is afgedekt met een drijffolie methaan ontstaan?

LITERATUUR

- Reijnen, G.K, 1994. Behandeling van methaanhoudend grondwater. Mededelingen 123 van KIWA te Nieuwegein.
- Runia, W.T, Het effect van middelen op basis van waterstofperoxide en van organische zuren op de groei van schimmels. Mondelinge mededeling