



# Perchloraat in kasgrond Bioteelt

Resultaat uitspoelproef voor vermindering perchloraat concentratie  
in de biologische kasteelt

Wim Voogt en Aat van Winkel

Rapport WPR-765

## Referaat

Perchloraat ( $\text{ClO}_4^-$ ) is in de bodem bij een aantal biologische telers opgehoopt door toepassing van bepaalde meststoffen in het recente verleden.  $\text{ClO}_4^-$  wordt door het gewas opgenomen en komt in vruchten terecht, waarbij de normen hiervoor snel overschreden worden. Proeven zijn uitgevoerd om de mogelijkheid van uitspoeling te bestuderen. Het blijkt dat  $\text{ClO}_4^-$  goed uitspoelbaar is, maar er is veel water nodig en de spoelstrategie dient afgestemd te worden op de bodem.

## Abstract

Perchlorate ( $\text{ClO}_4^-$ ) has been accumulated in the soil of organic greenhouse growers, due to the application of certain fertilisers. This ion can be taken up by plants quite easily and will be transported partly into fruits, hence the norms for  $\text{ClO}_4^-$  will be exceeded easily. Experiments have been carried out to leach out the soil by flushing. It appeared that  $\text{ClO}_4^-$  can be leached out quite easily, but it requires a lot of water and the strategy has to be adapted to the soil type.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-765

Projectnummer: 3742046401

DOI nummer: 10.18174/445024

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van LTO Glaskracht Nederland en Biologisch teeltbedrijf de Vogel, Bergschenhoek.

## Disclaimer

© 2018 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Specifiek casus	7
	1.3 Bodemmonsters	7
<b>2</b>	<b>Vervolgonderzoek</b>	<b>9</b>
	2.1 Aanpak najaar 2016	9
	2.2 Uitspoelproef	9
	2.2.1 Proefopzet	10
	2.2.2 Resultaten	10
	2.3 Monitoring uitspoelen	11
	2.4 Vervolgacties	15
<b>3</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>17</b>
	3.1 Conclusies	17
	3.2 Aanbevelingen	17
	<b>Literatuur</b>	<b>19</b>



# Samenvatting

Perchloraat ( $\text{ClO}_4^-$ ) is een natuurlijke verontreiniging in chilisalpeter en kan meekomen met meststoffen waarin deze grondstof ongezuiverd is verwerkt. Bij een aantal biologische telers is dit het geval geweest in de periode 2011 – 2014.  $\text{ClO}_4^-$  wordt door het gewas opgenomen en komt dan deels in vruchten terecht. Er gelden strikte normen voor deze stof, welke gemakkelijk worden overschreden. Door de gebruikelijke wijze van telen in de biologische glastuinbouw: weinig uitspoeling, hergebruik van drainagewater en ook hergebruik van gewasresten, zorgt deze stof voor een hardnekkig probleem in de biologische kasteelt. Proeven zijn uitgevoerd om de mogelijkheid en strategie van uitspoeling te bestuderen. Het blijkt dat  $\text{ClO}_4^-$  redelijk goed uitspoelbaar is, maar er is veel water nodig en de spoelstrategie dient afgestemd te worden op de bodem.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De laatste jaren zijn er bij enkele biologische glastelers herhaaldelijk gehalten aan perchloraat ( $\text{ClO}_4^-$ ) in de vruchten gevonden, hoger dan de NVWA norm. Dit was met name het geval bij komkommer. De problemen zijn hoogstwaarschijnlijk ontstaan door toepassing van een bepaalde meststof in het recente verleden. In de periode 2010 – 2012 was namelijk de meststof Ecofeed toegestaan voor de bioteelt door SKAL, als zijnde een natuurlijke N-meststof. Omdat de meststof gebaseerd is op de delfstof chilisalpeter bevat deze meststof van nature een bepaald gehalte aan perchloraat. Perchloraat wordt nauwelijks afgebroken en is persistent in de bodem en wordt relatief gemakkelijk door het gewas opgenomen (Seyfferth and Parker, 2008). Hiervan komt een beperkt deel in de vruchten terecht, want het merendeel gaat naar verdampende delen (Voogt *et al.* 2014). De stof kan wel worden uitgespoeld uit de bodem (Voogt, 2012).

## 1.2 Specifiek casus

Op één bedrijf is de concentratie perchloraat in de bodem c.q de vruchten hardnekkig; over een aantal jaren blijkt dit te hoog en daalt, ondanks een stop op het gebruik van de bewuste meststof nauwelijks. De heeft vermoedelijke de volgende redenen:

- Op dit bedrijf werd tot voor kort alle drainwater hergebruikt, waardoor eventueel uitgespoeld perchloraat weer terug in de bodem kwam.
- Gewasresten werden door de grond gewerkt, waardoor de opgenomen hoeveelheden perchloraat uiteindelijk eveneens weer terug in de bodem terecht kwamen.
- De afvoer via vruchten bedraagt slechts een beperkte fractie van de totale door het gewas opgenomen perchloraat. Naar analogie van eerder onderzoek is dit niet meer dan 5%, 4% en 18% van de totale opname voor resp. tomaat, paprika en komkommer (Voogt *et al.* 2014). Uit gegevens van het bedrijf over de bemesting en de productie kan worden geschat dat slechts 5% van de totaal toegediende hoeveelheid met de meststof is afgevoerd van het bedrijf.

In 2015 is op het bedrijf gestart met het verlagen van perchloraat in de bodem. Er is gestopt met hergebruik van het drainwater, alle gewas is aan het einde van de teelt afgevoerd, er is vanaf de zomerperiode ruimer water gegeven en er is in het najaar gespoeld met 300 mm water. Een deel van de kas werd extra gespoeld met naar schatting 400 mm.

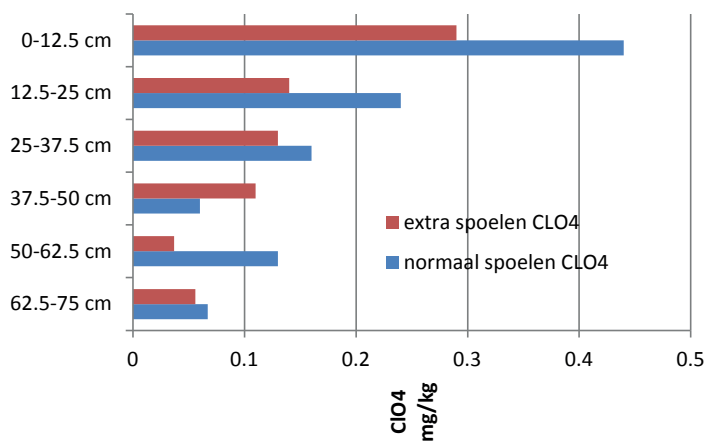
Klaarblijkelijk heeft dit nog niet tot voldoende verlaging van het gehalte in de vruchten geleid, gezien het feit dat begin 2016 opnieuw hoge waarden in vruchten zijn gevonden. Oriënterende bemonsteringen van de kasgrond in maart lieten zien dat het spoelen niet afdoende is geweest (Figuur 1.1). Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de werkwijze van het spoelen. Deze is niet op de meest optimale wijze uitgevoerd, omdat het spoelwater is in een te kort tijdsbestek werd toegediend.

## 1.3 Bodemonsters

Begin maart 2016 zijn grondmonsters genomen om het effect van het spoelen te onderzoeken.

Uit de figuur blijkt dat er een consistent verloop is van het  $\text{ClO}_4^-$  gehalte in de bodem, de hoogste gehalten in de toplaag en een stelselmatige afname naar onder in het bodemprofiel. Het extra spoelen heeft wel geholpen, de gehalten zijn stelselmatig lager dan bij normaal spoelen. Er is overigens één afwijkend monster, bij normaal spoelen op 50-62.5 cm diepte, maar niet zodanig dat hiermee het gehele beeld wordt verstoord.

Een verloop in gehalten als gevonden is logischerwijs te verwachten, omdat de bemesting met Ecofeed destijds ook uitgevoerd is in de toplaag. Door het "droge telen", dat tot voor kort plaatsvond, is de ophoping bovenin versterkt. Door het ruimer watergeven sinds de zomer en het spoelen in de winter is er neerwaartse verplaatsing geweest.



**Figuur 1.1** Gehalten  $ClO_4^-$  in 6 bodemlagen van 12.5 cm dik, over de wortelzone tot 75 cm diept, van een teeltvak met "normaal" spoelen (ca 300 mm) en een teeltvak met "extra" spoelen (ca 400 mm) , gehalten in mg/kg in gedroogde grond.



## 2 Vervolgonderzoek

### 2.1 Aanpak najaar 2016

Om tot verdere en afdoende verlaging te komen is voor de teler een protocol opgesteld om in de resterende maanden van dat teeltjaar via een aantal maatregelen het perchloraatgehalte in de bodem te verlagen. Dit protocol is op de volgende factoren worden gericht: afvoer van gewasresten, watergeefstrategie huidige teelt, spoelen na afloop teelt, preparatie bodem nieuwe teelt. Hiervoor zullen een aantal acties worden uitgevoerd door de teler zelf.

#### 1. Gewasafvoer

Alle gewasresten en staand onkruid zal uit de kas worden verwijderd en afgevoerd van het bedrijf.

- In de huidige teelt zal het watergeefregime worden voortgezet tenzij teeltkundig gezien dit tot problemen leidt.
- Hergebruik van drainagewater wordt niet toegepast.

#### 2. Bemonsteringen

Grond (toplaag) wordt tijdens de resterende teelt bemonsterd. Verder worden voor, tijdens en na het spoelen het grond profiel tot op 75 cm diepte, in 6 lagen bemonsterd.

#### 3. Testplanten

Een kort experiment zal worden gedaan met pottenteelt om effect van uitspoeling na te gaan. Grond uit de kas wordt verzameld, gehomogeniseerd en in emmers gedaan. Deze worden aan drie uitspoelregimes blootgesteld, zoals ook op het bedrijf zal plaatsvinden. Komkommerplanten worden geplant op de emmers en na 4 weken geoogst, bemonsterd en geanalyseerd op perchloraat.

#### 4. Uitspoeling

In de kas waar komkommers geteeld gaan worden zal na de huidige teelt (paprika) de grond effectief worden doorgespoeld. Van groot belang hierbij is dat daarvoor ruim de tijd genomen wordt, zodat de opgeloste stoffen in micro poriën ook uitspoelen. Dit is afhankelijk van diffusie dus is tijd van belang. Uit vervanging en verdunning van de bodemoplossing is geschat dat 400 mm een verlaging teweeg zal brengen van 75 % van de perchloraat. Dit zal worden toegediend gedurende 3 a 4 weken.

Verwacht wordt dat de maatregelen ruim voldoende zijn om beneden de gewenste perchloraat niveau in de bodem te komen. Verwacht mag worden dat een gehalte van < 0.05 ppm voldoende veilig is. Het huidige niveau zit op 0.45 ppm (worst case). Indien vergeleken met Cl<sup>-</sup> ionen is een halfwaarde effect bereikt bij ca 100 mm. Bij een doorspoeling van 400 mm zou theoretisch de waarde tot 0.03 ppm dalen.

De voortschrijdende resultaten van de monitoring (bemonsteringen) en de resultaten met testplanten zullen worden geëvalueerd en zal besloten worden of het spoelplan nog moet worden bijgesteld.

### 2.2 Uitspoelproef

Naast het uitspoelen als beschreven in 2.1 is een korte teeltproef gestart bij WUR Bleiswijk, om het uitspoeleffect in korte tijd te simuleren.

### 2.2.1 Proefopzet

Grond is verzameld op het bedrijf waar de problemen met perchloraat het meest hardnekkig zijn. Grond is genomen van de bovenste 25 cm in een kas waar paprika's werden geteeld en waar begin 2017 komkommers zouden worden geplant. De grond was nog niet gespoeld.

De grond is in 5 liter emmers gedaan, met een hoogte van ca 25 cm, gesplitst in drie porties (herhalingen), hierop zijn vervolgens de volgende behandelingen toegepast:

- 1: niet spoelen.
- 2: 200 mm spoelen.
- 3: 400 mm spoelen.

Het spoelen van behandeling 2 en 3 is in resp 5 en 10 werkdagen uitgevoerd, met per dag 20 mm.

Na het spoelen zijn komkommers geplant. De komkommers werden met belichting geteeld, in ca 10 weken. Van de planten zijn 2 -3 vruchten aangehouden, zodra deze een gewicht van ca 300 g bereikt hadden zijn ze geoogst en onderzocht op chlooraat/perchlooraat.



**Afbeelding 2.1** Beelden van de proefopstelling van de uitspoelproef met komkommers in emmers met kasgrond.

### 2.2.2 Resultaten

In Tabel 1 zijn de behandelingen en de resultaten van de perchloraat analyses weergegeven.

**Tabel 2.1**

Resultaten van de perchlooraat analyses in het drainwater en in de grond aan het einde van de teelt en in de vruchten van de komkommers.

Datum	Monster	Behandeling	Perchlooraat	
1/11/2016	Start grond		0.18	Mg/kg
23/11	Drain na spoelen	200 mm	0.16	Mg/l
23/11	Drain na spoelen	400 mm	0.097	Mg/l
4/1/2017	Grond na teelt	controle	< 0.01	Mg/kg
		200 mm	< 0.01	Mg/kg
		400 mm	< 0.01	Mg/kg
4/1/2017	Komkommer vrucht	controle	0.030	Mg/kg
		200 mm	< 0.01	Mg/kg
		400 mm	< 0.01	Mg/kg

Het blijkt dat de grond door spoelen van 200 mm al vrijwel schoon is. De concentratie in de drain bij 400 mm is ongeveer de helft van die bij 200 mm, wat te verwachten is, als gevolg van de verdunning.

De gehalten in de vrucht zijn bij zowel 200 als 400 mm vrijwel nihil. De gehalten bij de controle zijn wel hoger, maar wel erg laag vergeleken met wat eerder op het praktijkbedrijf werd gevonden. Niettemin kan de conclusie zijn dat het spoelen het gewenste effect zal hebben.

## 2.3 Monitoring uitspoelen

Het spoelen is op het praktijkbedrijf min of meer uitgevoerd conform het advies. Echter door omstandigheden kon het genoemde schema niet geheel gevolgd worden. Door een defecte RO-installatie was er tijdelijk minder water beschikbaar. Omdat uit de eerste analyses bleek dat de perchlooraat al sterk gedaald was, maar vooral ook omdat er teeltkundig problemen zouden gaan ontstaan vanwege de te natte grond, is besloten na ca 300 mm te stoppen met spoelen (Afbeelding 2.2). Hierdoor kon de grond wat uitzakken en tijdig opdrogen om zo op tijd de komkommers te kunnen planten.



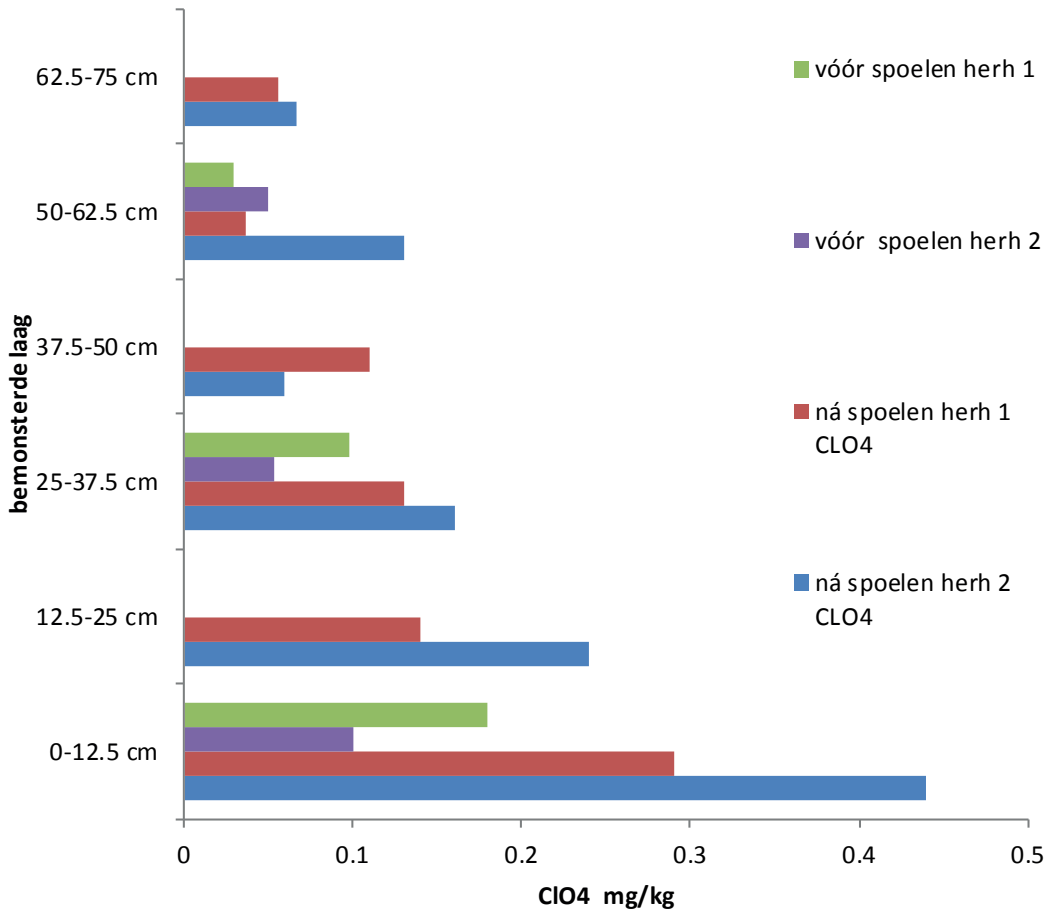
**Afbeelding 2.2** Kas met verzadigde grond na 300 mm uitspoeling.

Tabel 2.2

*Uitspoelschema zoals geadviseerd richting teler en de gerealiseerde watergift.*

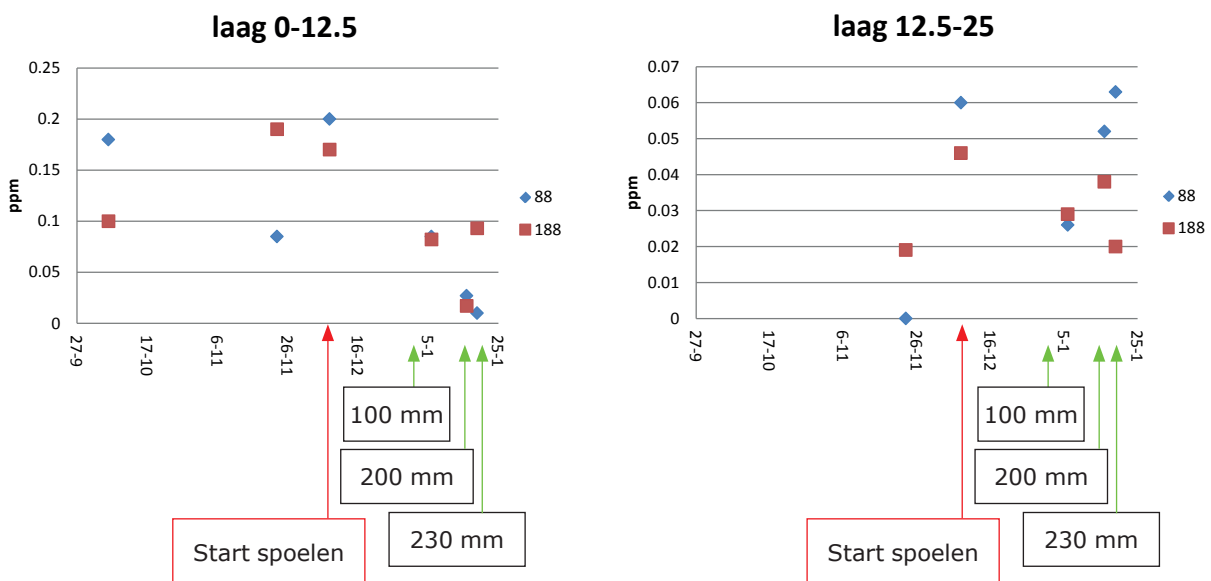
Dag	mm/beurt	Tijdsinterval	Aantal beurten	Totaal /etmaal	Cumulatief mm	Gerealiseerd
1	2	2	5	10	10	10
2	2	2	5	10	20	20
3	3	2	5	15	35	35
4	3	2	5	15	50	50
5	4	2	5	20	70	70
6	4	2	5	20	90	90
7	5	2	5	25	115	115
8	5	2	5	25	140	140
9	5	2	5	25	165	152
10	5	2	5	25	190	164
11	5	2	5	25	215	176
12	5	2	5	25	240	188
13	5	2	5	25	265	200
14	5	2	5	25	290	212
15	5	2	5	25	315	224
16	5	2	5	25	340	212
17	5	2	5	25	365	224
18	5	2	5	25	390	230
19	5	2	5	25	415	245
20	5	2	5	25	440	260
21						275
22						280
23						295

In de kas waar de komkommers geteeld zouden gaan worden is gedurende het spoelproces de grond en het drainwater bemonsterd. Als eerste is op 6 oktober, ca 1.5 maand voor het spoelen de bodem op twee plaatsen in de kas over 6 lagen bemonsterd, zoals dat ook in maart is gedaan (Figuur 1.1) . Opmerkelijk is dat de gehalten al beduidend lager zijn dan in maart. Dus de aanvangs-concentratie voor spoelen is al gunstiger dan waar vooraf van was uitgegaan (Figuur 2.1).



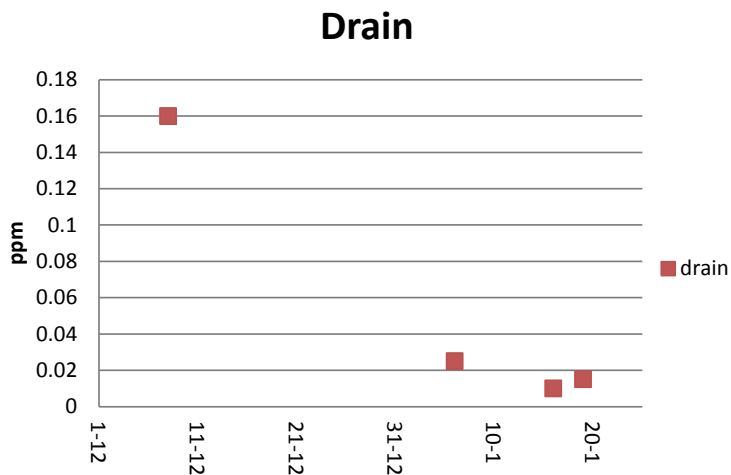
**Figuur 2.1** Resultaten van de bemonsteringen naar perchloraat in de 6 bodemlagen voorafgaande aan het spoelen, op twee plaatsen in de kas (herf 1 en herf 2) en ná het spoelen, waarbij herf 2 extra is gespoeld.

De resultaten van de bemonsteringen na het spoelen zijn samengevat in de grafieken in Figuur 2.2.



**Figuur 2.2** De resultaten van de perchloraat-bepalingen tijdens het spoelproces in de 1e laag (0-25 cm) en de 2e laag (12.5 – 25 cm) in de toplaag van de bodem, op de twee plekken in de kas met resp. 'normaal' (herf 1) en extra spoelen (herf 2).

Duidelijk zichtbaar is dat perchloraat snel uitspoelt, na 100 mm is de perchloraat uit de bovenste laag al gehalveerd en uitgespoeld naar de laag daaronder. In die tweede laag is de concentratie niet verlaagd, en zelfs wat toegenomen.



**Figuur 2.3** Het verloop van de concentraties aan perchloraat in het drainwater voor, tijdens en na het spoelen.

In de drain nemen de concentraties sterk af na het spoelen. Hierbij moet bedacht worden dat het spoelproces zich over een aantal weken heeft voltrokken en dat de drain ook afkomstig is van andere teeltvakken. Ook zal er sprake zijn van verdunning door water van buiten, door regenval.

## 2.4 Vervolgacties

Omdat er door het spoelen wellicht toch nog onvoldoende daling van perchloraat in de ondergrond is bereikt, is aan de teler het advies gegeven om tijdens de eerste weken van de teelt nog ruim water te geven, om ervoor te zorgen dat de gehalten in de toplaag maar vooral de laag er direct onder nog verder dalen.

Rond 20 januari is er geplant en is de monitoring gestopt. Wel zijn er nog enkele grondmonsters genomen en zijn monsters van vruchten voor analyse op perchloraat door de teler zelf genomen.

De gehalten in de vruchten begin maart bleken resp 0.17 en 0.21 ppm perchloraat te bevatten. Dit is net beneden de limiet van 0.2 ppm voor komkommer, waardoor de teler de vruchten kon blijven aanvoeren voor de markt.





## 3 Conclusies en aanbevelingen

### 3.1 Conclusies

- Perchloraat is een stof die hardnekkig in de bodem kan achterblijven, het breekt niet af en wordt maar in beperkte mate via gewas opname en afgevoerd plantmateriaal verwijderd.
- Het wordt door de plant in beperkte mate opgenomen, en komt vooral bij komkommer gemakkelijk in de vrucht terecht, waardoor de minimumnorm van 0.2 ppm in vers materiaal al snel wordt overschreden.
- Perchloraat spoelt via de neerwaarts gerichte waterstroom uit de bodem uit. Dit werd bevestigd door de proeven. Bij 100 mm spoelen werd een volume van 5 l en een laagdikte van 25 cm effectief schoongespoeld, zo bleek uit de grondanalyses, maar ook uit de perchloraatgehalten van vruchten.
- Spoelen van 300 mm op het praktijkbedrijf gaf eveneens effectieve en afdoende verlaging van perchloraat in de toplaag (0 – 12.5 cm) van de bodem.
- Het blijkt echter ook dat de perchloraat bij deze hoeveelheid weliswaar naar beneden wordt gespoeld maar niet afdoende uit het profiel (via de drainage) wordt afgevoerd.
- Ondanks de effectieve verlaging van perchloraat in de toplaag, was het gehalte in de vruchten maar net voldoende verlaagd dat aan de norm van 0.2 ppm kon worden voldaan.

### 3.2 Aanbevelingen

Perchloraat is weliswaar uitspoelbaar, het blijkt toch lastig het effectief uit de bodem uit de bewortelbare zone te laten verdwijnen. Waarschijnlijk is er perchloraat aanwezig in de microporiën en zal door diffusie naar grotere poriën moeten worden getransporteerd om het aan uitspoeling bloot te stellen. Bovendien zal  $\text{ClO}_4^-$  uit laag onder de bewortelde zone via capillaire opstijging, tijdens droge perioden mee omhoog stijgen.

Om de problemen zoveel mogelijk te voorkomen worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Om effectief perchloraat te verlagen zal met grote hoeveelheden uitspoeling rekening moeten worden gehouden, voor een kleigrond is dit 400 a 500 mm.
- Het uitspoelen zal over een lagere periode moeten worden uitgesmeerd, zodat de bodem langdurig in een hoge verzadigde vochttoestand te houden, om diffusie vanuit microporiën te bevorderen. Hierdoor worden ook scheuren (macroporiën) door zwelling gedicht, waardoor kortsluiting (= versnelde afvoer naar de ondergrond zonder contact met meso- en microporiën) kan worden voorkomen.
- Het spoelen moet met een cyclisch gietprogramma plaatsvinden, met beurtgrootten van max 2-3 mm per keer, en gedurende een etmaal niet meer dan 15 -20 mm.
- Daarnaast zal alle gewasafval en onkruid zoveel mogelijk verwijderd en van het bedrijf afgevoerd moeten worden.
- Tenslotte zal "droog telen", waarbij er perioden met een netto capillaire aanvoer vanuit de ondergrond voorkomen moeten worden afgeraden, zolang er nog  $\text{ClO}_4^-$  in de bodem aanwezig is.
- Het onderzoek was er niet op gericht om  $\text{ClO}_4^-$  normen voor de bodem op te stellen. Op basis van de gegevens kunnen wel richtlijnen worden gegeven. Voor kasgrond en komkommers is af te leiden dat om veilig te zijn de bodem over 0-25 cm niet meer dan 0.05 ppm bevatten.



# Literatuur

Seyfferth, A. and D.R. Parker, 2008.

Uptake and fate of perchlorate in higher plants. *Advances in Agronomy* (99): 101-123.

Voogt, W. ; Eveleens, B.A. ; Steenhuizen, J.W. ; Vandeveld, I. ; Vis, R. de; Lommel, J. 2014.

Effect of perchlorate in fertilisers on lettuce and fruit vegetables : Uptake and distribution of perchlorate in greenhouse soil-grown butterhead lettuce and solless-grown cucumber, sweet pepper, round and cherry tomaten. Wageningen UR Greenhouse Horticulture - 24 p.

Voogt, W., Steenhuizen, J.W., 2012.

Uitspoeling van jodaat en perchloraat uit kasgrond. Wageningen UR glastuinbouw, (confidential report).









To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-765

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.