

Hygiëneprotocol *Fusarium* in sla

Versie 5: 15 mei 2023

Dit hygiëneprotocol werd gemaakt
in het kader van:
HBC.2018.2200

Systeembenadering voor de beheersing van
Fusarium oxysporum f.sp. *lactucae* in
bladgroenten (FoSSy)

Partners:

- Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen (PCG)
- Inagro
- Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW)
- Universiteit Gent, faculteit bio-ingenieurswetenschappen, labo fytopathologie (UGent)
- Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO)

Auteurs:

Tinne Dockx, Isabel Vandeveldde, Tom Arnouts, An Decombel, Ellen Pauwelyn, Ilse Leenknecht, Hanna Mestdagh, Kurt Heungens, Monica Höfte, Ellen Dendauw, Jeroen Van Mullem.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgevers.

Inhoudsopgave

<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lactucae</i> in sla	4
1. Inleiding	4
2. Achtergrondinformatie	5
2.1. Voorkomen	5
2.2. Voortplanting	6
2.3. Symptomen.....	6
2.4. Verspreiding	8
2.5. Invloedsfactoren.....	8
3. Bedrijfshygiëne	10
3.1.1. Ontsmetting EPS kisten.....	14
3.2. Hygiëne tijdens de teelt	14
3.3. Hygiëne samen met bodembehandeling	15
4. Rassenkeuze	16
5. Reductie van Fol in de bodem	18
5.1. Verschillende bodembehandelingen in een tabel.....	18
5.2. Stomen	20
5.2.1. Zeilstomen	20
5.2.2. Zeilstomen met onderdruk	21
5.3. Gewasbeschermingsmiddelen	24
5.3.1. Chemische gewasbeschermingsmiddelen	24
5.3.2. Biologische gewasbeschermingsmiddelen.....	24
5.4. Vruchtafwisseling.....	24
5.5. Teelt op hydrocultuur	25

***Fusarium oxysporum f.sp. lactucae* in sla**

1. Inleiding

In Nederland werd tijdens het winterseizoen van 2014/2015 een toename van uitval geconstateerd in de grondgebonden teelt van serresla. De aantasting is in de loop van 2015 doorgezet en in het najaar van 2015 werd geschat dat 50 - 60% van de Nederlandse serreslabedrijven licht of zwaar besmet zijn (Bron: Hygiëneprotocol *Fusarium*, Groen Agro Control).

In België kwamen in 2015 de eerste meldingen binnen van grote stroken kropsla die verwelking vertoonden. Na staalname bleek dat het om *Fusarium oxysporum f.sp. lactucae* (Fol) ging. In 2017 wordt het probleem over gans Vlaanderen vastgesteld. Op dit moment hebben meer dan 95% van de sla grondteelt bedrijven te kampen met de *Fusarium*-problematiek. Zowel in Nederland als in België kwam het probleem uitsluitend voor in de jaarrondteelt van serresla in de grond. Nu merken we de ziekte echter ook op in bedrijven met 2 tot 3 teelten per jaar. Onderzoek aan de Universiteit Gent (Labo Fytopathologie) toonde aan dat in België vooral fysio 4 (Fol 4) aanwezig is. Sinds de zomer van 2018 werd ook voor het eerst fysio 1 vastgesteld op enkele bedrijven (Fol 1). In Vlaanderen zijn beide fysio's aanwezig, hierbij is fysio 4 (Fol 4) het meest verspreid. In 2021 zijn er een beperkt aantal nieuwe bedrijven met *Fusarium* aantasting in de serre bijgekomen. Wel is er een duidelijke toename van de aangetaste bedrijven met een zware aantasting op hun bedrijf. In 2022 zien we bij de telers die fysio 1 hebben, ondertussen ook meestal fysio 4. We spreken dan van een menginfectie op deze bedrijven. Daarnaast zien we de afgelopen jaren bij meerdere telers in Vlaanderen grote Fol 4 – aantasting bij de teelt van intermediair resistente (IR) rassen. Ondertussen is bevestigd dat de resistentie van Fol 4 doorbroken is. Het ILVO is momenteel bezig met het onderzoek naar modificaties in het Fol 4-gen. Screeningsproeven naast Fol 1 en Fol 4 zullen aangeven welke rassen tolerant zijn tegen deze Fol.

Voor de aanpak van *Fusarium* moet gezocht worden naar oplossingen door hygiëne, resistentie en (groene) gewasbeschermingsmiddelen. Ook door de grond te behandelen, kan je het inoculum sterk terugdringen en zo de symptomen onder controle houden. Stomen levert de beste resultaten op.

Om verdere uitbreiding op het bedrijf en tussen bedrijven van de verschillende fysio's zo veel mogelijk te beperken zijn hygiënemaatregelen noodzakelijk. Dit is belangrijk voor fysio 4, maar zeker ook voor fysio 1 of eventueel andere fysio's die in de toekomst zouden kunnen inslepen. Wanneer menginfectie voorkomt is de rassenkeuze momenteel zeer beperkt.

2. Achtergrondinformatie

2.1. Voorkomen

Fusarium oxysporum is een veel voorkomende bodemschimmel en komt wereldwijd voor. Deze schimmel heeft pathogene en niet-pathogene vormen die planten en gewasresten kunnen koloniseren. De pathogene vormen veroorzaken belangrijke verwelkingsziekten op bijvoorbeeld komkommer, paprika, tomaat, sla, meloen, banaan, diverse potplanten en snijbloemen... Bijkomend vertonen ze een specificiteit voor hun waardplant. De pathogenen die dezelfde waardplant kunnen infecteren worden gegroepeerd in ondersoorten, de zogenaamde 'formae speciales'. Zo zijn er al meer dan 120 verschillende 'formae speciales' beschreven. De plantpathogene ondersoort 'formae speciales', bij sla is *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* (Fol). *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* kan dan nog verder worden onderverdeeld in verschillende fysio's. Deze fysio's worden opgedeeld volgens op welke slarassen ze symptomen kunnen veroorzaken.



Figuur 1: Aangetaste slaplanten met bruine vaatbundels (Bron: PSKW)

In 1955 werd in Japan voor het eerst melding gemaakt van een ondersoort van *Fusarium oxysporum* in sla. Deze 'formae speciales' werd ook in andere Aziatische landen, de VS, Brazilië en Argentinië aangetroffen. In 2002 is de schimmel aangetroffen in Europa, namelijk in Italië en in 2004 in Portugal. In Zuid-Frankrijk spreekt men van eerste aantastingen in 2014. Hier ging het steeds om fysio 1 (Fol 1).

Tot 2017 waren er 3 fysio's bekend. In 2017 werd vastgesteld dat de fysio die in Nederland voorkomt afwijkt van deze 3 fysio's en als fysio 4 (Fol 4) kan benoemd worden (Gilardi et al., 2017). In België komt voornamelijk deze fysio 4 voor, beschreven volgens Gilardi et al., maar op enkele bedrijven werd ook al fysio 1 vastgesteld. Fysio 4 werd eveneens waargenomen in Ierland en Engeland sinds 2016 - 2017. De aantasting door Fol 1 komt pas voor bij hogere bodemtemperaturen vergeleken met Fol 4, waardoor de aantasting pas later in het voorjaar begint en de symptomen in het najaar sneller afnemen. Voor zover bekend door staalnames, zien we op een beperkt aantal bedrijven een menginfectie van Fol 1 en Fol 4: soms in eenzelfde afdeling, soms in verschillende afdelingen.

2.2. Voortplanting

Fusarium oxysporum is uniek doordat de schimmel drie soorten aseksuele sporen produceert: macroconidiën, microconidiën en chlamydosporen. De macroconidiën en microconidiën worden op het stengeloppervlak van geïnfecteerde planten geproduceerd en kunnen zorgen voor verspreiding naar naburige planten. Chlamydosporen hebben dikke celwanden en kunnen als rustsporen lang in de bodem overleven. Ze worden gevormd wanneer de groeiomstandigheden voor de schimmel slechter worden of wanneer de plant afsterft.

Mycelium of sporen die kiemen kunnen de wortel binnendringen. Vervolgens zal het mycelium in de vaatbundels terechtkomen en microconidiën vormen die verder getransporteerd worden in de plant. Opnieuw zullen deze microconidiën kiemen en de vaatbundels verstoppen waardoor verwelkingssymptomen zichtbaar worden. Uiteindelijk groeit de schimmel ook buiten op de stengel en maakt daar macroconidiën aan. Vervolgens kunnen chlamydosporen gevormd worden uit oud mycelium of macroconidiën. Deze overlevingsstructuren zijn zeer persistent, daarom moet bij de teeltwissel zoveel mogelijk plantmateriaal worden verwijderd. Ze overleven op de grond, kasopstanden, organisch materiaal en in de bodem. Als ze kiemen ontstaan er nieuwe besmettingen.



Figuur 2. Verwelking van serresla bij grondteelt (Bron: PSKW)

Fusarium oxysporum leeft ook op dood plantenmateriaal als de waardplant niet aanwezig is. Hierdoor kan de schimmel eindelijk in de grond overleven. Er is op dit moment nog geen oplossing om de bodem langdurig volledig vrij van *Fusarium* te krijgen.

2.3. Symptomen

De schimmel besmet de plant via de wortels en groeit naar boven via de vaten. *Fusarium* groeit in de houtvaten van de plant (xyleem), wat zorgt voor het transport van water en voedingsstoffen van de wortels naar de bladeren; de houtvaten raken verstopt en de plant verwelkt en gaat dood. Er is geen wortelbeschadiging nodig, bijvoorbeeld door wortelduizendpoot of aaltjes, om een infectie te veroorzaken. De *Fusarium*-schimmel kan de plant zelfstandig aantasten. Vraatschade aan de wortels kan een schimmelaantasting wel versterken. Geïnfecteerde planten laten meestal een roodbruine verkleuring zien in de wortelbasis (figuur 1), deze rot tijdens het afsterven.

Aangetaste zaailingen vertonen enkele weken na zaai verwelking en uitval. Na het planten in de grond begint de besmetting met vergeling en verwelking en daarna afsterving. Oudere planten kunnen overleven, maar blijven achter in groei. Hoe hoger de temperatuur, hoe jonger de aantasting, bijvoorbeeld 14 dagen na planten (figuur 3). De kans is kleiner dat ze erdoor komen (figuur 4). Bij verwelkingsverschijnselen aan grote planten kan de plant er nog mogelijks doorkomen, maar groei zal achter blijven.



Figuur 3. Eerste aantastingssymptomen van kropsla bij kleine planten (Bron: Voorlichtingsdienst PSKW)



Figuur 4. Zwarte schimmelaantasting in kropsla, in het algemeen is kropsla gevoelig voor Fol (Bron: PSKW)

De schimmel tast *Lactuca sativa* aan: ijsbergsla, krop(boter)sla, eikenbladsla, batavia, lollo bionda, lollo rossa, romeinse sla, multileaf-soorten. Sommige types sla tonen wel een verhoogde tolerantie, bijvoorbeeld lollo rossa en lollo bionda.

2.4. Verspreiding

Bovengrondse verspreiding van de schimmel vindt vooral plaats via verspreiding van ziek plantmateriaal, plantenresten, via teelthandelingen en waterdruppels. Met het beregenen kan verspreiding plaatsvinden over kleine afstanden met spatwater via besmette grond en besmette planten. Over middellange en korte afstanden kan de ziekte ook via besmette gronddeeltjes worden verspreid (aarde die aan machines, werktuigen, kisten, paletten kleeft). Zaad lijkt geen belangrijke rol te spelen in de verspreiding, maar zaadoverdracht kan niet helemaal worden uitgesloten. Nederlandse zaadbedrijven hebben de schimmel nooit kunnen aantonen in slazaad. Belgische onderzoekscentra gaan in 2023 ook op zoek of verspreiding via zaad mogelijk is. Bij een mogelijke besmetting op het bedrijf is het belangrijk om direct hygiënische maatregelen te nemen om verdere verspreiding tegen te gaan.

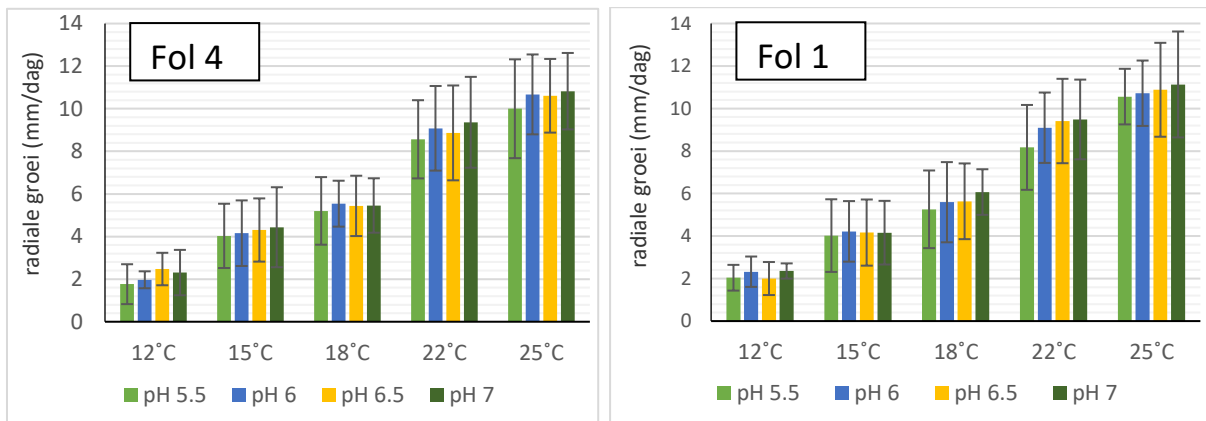
In 2021 hebben we de verspreiding van *Fusarium* op enkele slabedrijven in kaart gebracht. Bij tien telers zijn telkens veertien verschillende soorten stalen geanalyseerd. Bij negen telers werd Fol 4 vastgesteld, bij één teler Fol 1. Swabstalen werden genomen met behulp van wattenstaafjes waarbij een oppervlakte van ongeveer 25 cm² werd bestreken. Op **plant- en spitmachines werd vaak Fol gedetecteerd**. Hygiëne blijft belangrijk bij deze machines. Dat wordt bevestigd bij een teler die consequent zijn machines kuist na gebruik en waarbij Fol alleen in de bodem werd gedetecteerd. Het reinigen van deze machines kan verdere verspreiding tussen de kappen of afdelingen vermijden. Op de plantkisten, afkomstig van verschillende plantenkwekers, werd nergens Fol gedetecteerd. In 2022 werden staalnames uitgevoerd bij vijf plantenkwekers. Bij deze kwekers werd zowel potgrond als grond uit de serre onder het worteldoek geanalyseerd. Water uit het irrigatiesysteem werd opgevangen en verder onderzocht. Tot slot werden de wortels van grote aantallen jongplantjes van verschillende zaaidata geanalyseerd. In geen enkel staal van de plantenkwekers werd Fol 1 of Fol 4 gedetecteerd. In 2023 worden zal de verspreiding via zaden worden nagegaan.

2.5. Invloedsfactoren

De schimmel kan meerdere jaren in de grond overleven. De optimale grondtemperatuur voor de ontwikkeling van de schimmel is 24-28°C. In het voorjaar, wanneer de bodemtemperatuur gaat oplopen, verschijnen de eerste symptomen. Ervaringen uit de praktijk leren dat er hier in België aantastingen al bij een bodemtemperatuur van 15°C kunnen optreden.

Tussen bedrijven met Fol besmetting zijn verschillen waarneembaar in de graad van aantasting. Die verschillen staan niet rechtstreeks in verband met de hoeveelheid Fol in de

bodem. In FoSSy onderzocht UGent de invloed van temperatuur en pH op de aantastingsgraad. Dagelijks werd voor beide fysio's de radiale groei nagegaan bij verschillende pH waarden (5,5; 6; 6,5 en 7) en verschillende temperaturen (12, 15, 18, 22 en 25°C). Bij beide fysio's werd de groei beïnvloed door de temperatuur; **hogere temperaturen leiden tot een snellere groei**. Dit wordt bevestigd in de praktijk waarbij een hogere aantasting voorkomt in de zomer. **De pH veroorzaakt geen verschil in groeisnelheid van beide fysio's**. Fol 1 en Fol 4 vertoonden onderling geen verschillen (grafiek 1). Tijdens plantperiodes met hogere temperaturen is het beter om tolerante of intermediair resistente rassen te telen.



Grafiek 1. Invloed van temperatuur en pH op de groeisnelheid van Fol 1 en Fol 4 (Bron: FoSSy, UGent)

Voor Fol 1 zien we in de praktijk (in tegenstelling tot Fol 4) dat:

- Bij lagere bodemtemperaturen er minder of **geen symptomen** zijn
- Het zich trager verspreidt op en tussen bedrijven

(bron: Voorlichtingsdienst PSKW)

3. Bedrijfshygiëne

Totale bedrijfshygiëne is een noodzaak, éénmaal besmet is er voorlopig geen remedie om van *Fusarium* volledig langdurig af te komen. Een schone start is belangrijk om besmetting in de nieuwe teelt te voorkomen en verspreiding tegen te gaan bij een bestaande besmetting. **Vermijd verspreiding van nieuwe en bestaande fysio's op het bedrijf en tussen bedrijven!**

3.1. Ontsmettingsmiddelen

Bij een goede hygiëne hoort een grondige reiniging en ontsmetting van materialen en oppervlakken. Belangrijk hierbij: de juiste werkvolgorde en de juiste prioriteiten hanteren. **Verwijder alle gronddeeltjes van materialen** die in contact geweest zijn met grond en ontsmet daarna: laarzen, kledij, messen, bakken, machines,... Eventueel kan men naspoelen met water om overtollig ontsmettingsproduct te verwijderen. Indien het oppervlak nog te vuil is gaat het nog aanwezige organisch materiaal de ontsmettingsmiddelen neutraliseren, waardoor de producten niet meer actief zijn.

Tabel 1. Biociden die we adviseren op basis van suspensietesten. We bekommen 99 - 100% reiniging (voor Fol), zelfs met naspoelen (naspoelen = na inwerktijd de filter wassen met steriel gedestilleerd water en dit ook vacuüm wegzuigen)

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	2 seconden	PT 2, PT 5, PT 11 ⁽¹⁾
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	4%	2 seconden	PT 11, 12 ⁽²⁾
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	6%	2 seconden	PT 11, 12 ⁽²⁾
Intra Hydrocare	Waterstofperoxide	4%	2 seconden	PT 2, PT 3, PT 4, PT 5 ⁽³⁾

⁽¹⁾ **PT 11** Conserveringsmiddelen voor vloeistofkoelings- en verwerkingssystemen

PT 2 Desinfecteermiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt

PT 5 Drinkwater, Uitsluitend geregistreerd voor professionele gebruikers als ontsmettingsmiddel voor de ontsmetting van proceswater, zwembadwater, afvalwater, drinkwater en de ontsmetting van oppervlakken. Uitsluitend geregistreerd voor grote publiek als ontsmettingsmiddel voor de ontsmetting van privé-zwembaden.

⁽²⁾ **PT 11** Conserveringsmiddelen voor vloeistofkoelings- en verwerkingssystemen Uitsluitend geregistreerd ter voorkoming van contaminatie van materialen, uitrusting en installaties in systemen (open of gesloten) voor circulatie, koeling en verwerking van (afval)water of vloeistoffen, tijdens opslag en gebruik, ter voorkoming van contaminatie van water dat wordt gebruikt in spoel- en transportsystemen voor voedingsmiddelen, en in pasteurisatie installaties en andere systemen met proceswater in de voedingsmiddelen, tuinbouw, landbouw en andere industrieën, ter voorkoming van verstopping van leidingen, irrigatie- en hydrocultuursystemen, sproeiers, druppelaars, in de land- en tuinbouw en andere industrieën.

PT 12 Slijmbestrijdingsmiddelen Uitsluitend geregistreerd ter voorkoming van contaminatie van open of gesloten installaties gebruikt voor bereiding/verwerking van proces-, afval- en recirculatiewater, en pasteurisatie installaties en andere vormen van (proces)waterbehandeling, ter voorkoming van de vorming of afzetting van slijm op materialen, uitrusting en installaties, in de papier, karton, pulp, voedingsindustrie andere industrieën, tijdens opslag en gebruik, ter voorkoming van de vorming of afzetting van slijm/biofilm dat verstopping veroorzaakt van leidingen, irrigatie- en hydrocultuursystemen, sproeikoppen, druppelaars,

... in de land- en tuinbouw en andere industrieën

- (3) **PT 2** Desinfectiemiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt Uitsluitend toegelaten voor biofilmdesinfectie van waterdistributiesystemen (curatief).
PT 3 Biociden voor veterinaire hygiënedoeleinden Uitsluitend toegelaten voor desinfectie van oppervlakken in dierverblijfsruimten.
PT 4 Ontsmettingsmiddelen voor gebruik in de sector voeding en diervoeders Uitsluitend toegelaten voor desinfectie van oppervlakken in waterdistributiesystemen en biofilmdesinfectie van waterdistributiesystemen (curatief).
PT 5 Ontsmettingsmiddelen voor drinkwater Uitsluitend toegestaan voor desinfectie van drinkwater voor kippen om de waterkwaliteit in het distributiesysteem te behouden

Tabel 2: Biociden die we adviseren op basis van suspensietesten. We bekommen 100% reiniging (voor Fol), met naspoelen

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	5 seconden	PT 2, PT 5, PT 11 ⁽¹⁾
EcoClearProx	Actief waterstofperoxide	6%	5 seconden	PT 2, PT 3, PT 4, PT 5 ⁽⁴⁾
Kickstart 2	Waterstofperoxide	2%	5 seconden	PT 4, PT 5 ⁽⁵⁾
Kickstart 2	Waterstofperoxide	5%	5 seconden	PT 4, PT 5 ⁽⁵⁾
Warm water (minimum 65°C)			5 seconden	

(naspoelen = na inwerktijd de filter wassen met steriel gedestilleerd water en dit ook vacuüm wegzuigen)

(1) zie tabel 1

(4) **PT 2** Desinfectiemiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt

PT 3 Dierhygiëne Uitsluitend voor behandeling gericht tegen het H5N1-virus 4 Voeding en diervoeders

PT 5 Drinkwater Desinfectie van drinkwater dat zal verdeeld worden via water-maatschappijen

(5) **PT 4** Voeding en diervoeders

PT 5 Drinkwater, Uitsluitend toegelaten als ontsmettingsmiddel voor: 1. drinkwater 2. CIP installaties in de voedingsindustrie

Tabel 3: Biociden die we adviseren op basis van suspensietesten. We bekommen 99-100% reiniging (voor Fol), met naspoelen (naspoelen = na inwerktijd de filter wassen met steriel gedestilleerd water en dit ook vacuüm wegzuigen)

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	5 minuten	PT 2, PT 5, PT 11 ⁽¹⁾
Virkon S	Pentakalium-bis	1%	10 minuten	PT 2, PT 3, PT 5 ⁽⁶⁾
Menno florades	Benzoëzuur	2%	15 minuten	Gewasbeschermings middel
Menno florades	Benzoëzuur	2%	30 minuten	Gewasbeschermings middel
EcoClearProx	waterstofperoxide	4%	30 minuten	PT 2, PT 3, PT 4, PT 5 ⁽⁴⁾
Huwa-San TR 50	Waterstofperoxide	2%	60 minuten	PT 11, 12 ⁽²⁾
Niet gestabiliseerde H ₂ O ₂	Waterstofperoxide	3,5%	60 minuten	

⁽¹⁾ zie tabel 1

⁽⁶⁾ **PT 2** Desinfectiemiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt Uitsluitend geregistreerd als desinfectiemiddel voor ontsmettingsprocessen in laboratoria en testcentra, bij voorbeeld in het kader van de productie van vaccins voor dieren. Uitsluitend geregistreerd voor de ontsmetting van lokalen en kweekmateriaal (serres en kweekkassen, uitrusting, tafels, etc.).

PT 3 Biociden voor veterinaire hygiënedoeleinden Uitsluitend geregistreerd als desinfectiemiddel voor de behandeling van lokalen die gebruikt worden voor landbouwdoeleinden en voor landbouwwerktuigen en fokmateriaal

PT 5 Ontsmettingsmiddelen voor drinkwater Uitsluitend geregistreerd voor de ontsmetting van drinkwater voor dieren.

⁽⁴⁾ zie tabel 2

⁽²⁾ zie tabel 1

Aandachtspunten:

- De werking van een niet gestabiliseerd peroxide was veel minder goed dan die van het peroxide met stabilisatoren aan een gelijkaardige dosis.
- De reiniging van materiaal door niet-gestabiliseerde peroxide daalde ook sterk naarmate de verpakking langer geopend was. Deze bewaarinvloed zal sterker zijn naarmate de verpakking minder stabilisatoren bevat.

Tabel 4. Biociden die we adviseren op basis van oppervlaktetesten. We bekommen 100% reiniging (voor Fol), met naspoelen (naspoelen = na inwerktijd de plaat afspoelen met steriel gedestilleerd water)

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	2 seconden	PT 2, PT 5, PT 11 ⁽¹⁾
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	6%	2 seconden	PT 11, PT 12 ⁽²⁾

⁽¹⁾ zie tabel 1

⁽²⁾ zie tabel 1

Tabel 5: Biociden die we adviseren op basis van oppervlaktetesten. We bekommen 99 - 100% reiniging (voor Fol), met naspoeien (naspoeien = na inwerktijd de plaat afspoelen met steriel gedestilleerd water)

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	6%	5 seconden	PT 11, 12 ⁽²⁾
Virocid	Alkyl dimethyl benzyl amonium chloride, didecyl dimethyl amonium chloride Glutaraldehyde, Isopropanol	0,5%	5 seconden	PT 2, PT 3 ⁽⁷⁾
Virocid	Alkyl dimethyl benzyl amonium chloride, didecyl dimethyl amonium chloride Glutaraldehyde, Isopropanol	1%	5 seconden	PT 2, PT 3 ⁽⁷⁾

⁽²⁾ zie tabel 1

⁽⁷⁾ **PT 2** Desinfecteermiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt Uitsluitend toegelaten voor het desinfecteren van oppervlakken, apparatuur en materialen in verzorgingsinstellingen (niet voor kritische materialen) en zwembaden (niet in zwembadwater)
PT 3 Dierhygiëne Uitsluitend toegelaten voor hoefdesinfectie en de ontsmetting van laarzenbak, verblijfplaatsen voor fok- en gebruiksdieren (hokken, stallen), vervoermiddelen voor fok- en gebruiksdieren en gereedschap gebruikt in land-, tuinbouw en veehouderij.

Tabel 6: Biociden die we adviseren op basis van oppervlaktetesten. We bekommen 99-100% reiniging (voor Fol), met naspoeien (naspoeien = na inwerktijd de plaat afspoelen met steriel gedestilleerd water)

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	Producttype
Virocid	Alkyl dimethyl benzyl amonium chloride, didecyl dimethyl amonium chloride Glutaraldehyde, Isopropanol	0,5%	5 minuten	PT 2, PT 3 ⁽⁷⁾
Virocid	Alkyl dimethyl benzyl amonium chloride, didecyl dimethyl amonium chloride Glutaraldehyde, Isopropanol	1%	5 minuten	PT 2, PT 3 ⁽⁷⁾
Menno Florades	Benzoëzuur	2%	15 minuten	Gewasbeschermingsmiddel

⁽⁷⁾ zie tabel 5

3.1.1. Ontsmetting EPS kisten

We bootsten de procedure van de reiniging en ontsmetting van EPS-kisten na in het labo, en dat gaf 100% reiniging van de aangebrachte chlamydo-sporen op het oppervlak.

3.2. Hygiëne tijdens de teelt

1. Bezoekers die niet per se in de serre hoeven te zijn, best toegang weigeren en deur op slot. Indien er toch bezoekers zijn, laat ze **wegwerp overlaarzen, wegwerp overall en wegwerp handschoenen aantrekken.**



Figuur 5. Maak duidelijk aan bezoekers dat het dragen van overlaarzen verplicht is

2. Zorg dat het hele bedrijf schoon is en schoon blijft. **Schoonmaken van pad, machines, mesjes**, enz. Gebruik hiervoor zo warm mogelijk water, een hogedrukreiniger en ontsmet met een goed werkend ontsmettingsproduct (zie tabel 1,2,3). Laat niemand van een aangetaste afdeling naar een niet aangetaste afdeling gaan.
3. Leg **ontsmettingsmatten** neer bij de ingang waar men niet omheen kan en zorg dat deze altijd doordrenkt is met kaliloog (1 – 2%), Huwa-San TR-50 (4%) of chloorstabil 299-B (1%). Ook eigen personeel met bedrijfsschoeisel moeten door de mat lopen. Zorg dat de matten steeds nat zijn en deze schoon en effectief blijven. Matten die niet goed worden bijgehouden vormen juist een bron van infectie.
4. Laat de medewerkers schone kleding gebruiken en voordat ze de serre in gaan de handen schoonmaken met water en zeep, daarna eventueel ontsmetten.
5. Gebruik aparte oogstbroeken per afdeling/ vak en deze regelmatig ontsmetten.
6. Gebruik per afdeling/ vak ontsmet gereedschap. Raadpleeg bij gebruik van middelen altijd het wettelijk gebruiksvorschrift <http://docs.health.belgium.be/ActiveProducts.pdf> .
7. Voer steeds in dezelfde werkrichting de gewaswerkzaamheden uit.
8. Ga uit van gezond plantmateriaal. **Het plantmateriaal moet opgekweekt zijn op een bedrijf dat ook maatregelen tegen *Fusarium* implementeert.** Gebruik alleen volledig gereinigde bakken van de plantenkweker.

9. Inspecteer regelmatig planten op mogelijke symptomen. Laat verdachte planten onderzoeken door een erkend laboratorium (vb. ILVO).
10. Bij recirculatie van het voedingswater kan je best het water ontsmetten via verhitting, UV-c, NUF of ozon. Controleer de effectiviteit van de ontsmetter voordat het recirculeren gestart wordt.
 - Verhitting: drainwater moet minimaal 120 seconden bij 85°C of 15 seconden bij 95°C behandeld worden. Het advies voor algehele ontsmetting is 180 seconden bij 85°C of 30 seconden bij 95°C.
 - UV: minimale dosis van 150 mJ/cm².
 - Ozon: 2 tot 5 ppm ozon voor minimaal 1 minuut of 1 ppm voor minimaal 5 minuten.
 - Ultramembraanfiltratie is voor *Fusarium* ook geschikt. Het water wordt gefilterd op 30 nm.

Opmerking: dit komt uit literatuur. Deze technieken werden niet getest op de proefcentra of i.k.v. FoSSy project.

3.3. Hygiëne samen met bodembehandeling

- Verwijderen van oud gewas (blad, liefst ook wortel, maar niet haalbaar). Versnipperen van gewasresten in de grond zorgt voor direct besmetten van de grond. Na verwijderen van al het organisch materiaal: teeltruimte uitspuiten en eventueel ontsmettingsmiddel gebruiken. Waar grond ligt, kan uiteraard niet schoon gespoten worden.
- Kasopstanden afspuiten met water om stof van kas en onderdelen te verwijderen. In geval van zware besmetting ook hier Natriumhypochloriet aan het water toevoegen. Minimaal 3.000 liter oplossing per ha gebruiken. Concentratie chloor: 100 ppm (100 ml/1000 liter water).
- Ontsmet het hele watergeefstelsel: Leidingen, beregeningsdoppen,... kunnen besmet zijn. Als er ergens nog schimmel(sporen) aanwezig zijn, dan zal de plant direct na planten opnieuw geïnfecteerd worden.
- Stomen (zie 5.1) geeft hoogste percentage afdoding in de bodem.
- Voer een ruimtebehandeling uit om sporendruk op het schermdoek te verlagen, laat het schermdoek 75% open. Loonbedrijven gebruiken een combinatie van waterstofperoxide/perazijnzuur als fogbehandeling.
- Alle apparatuur schoonmaken en ontsmetten met een erkend product (categorie producttype 2); machines (spitmachine, heftruck, plantmachine), mesjes, gereedschappen, trays, verpakkingsmateriaal, spuitapparatuur etc.

4. Rassenkeuze

Afhankelijk van hoe groot de aantasting is op het bedrijf, welke fysio men heeft en in de periode oogst vanaf eind april tot februari, kan het noodzakelijk zijn om een tolerant, intermediair resistent ras of volledig resistent ras te kiezen. Men kan kiezen voor een tolerante alternatieve slasoort (eventueel met een 'toevallige' resistentie tegen Fol 1 of Fol 4) of een kropsla met intermediaire resistentie tegen Fol 4. Jaarlijks worden screeningsproeven op *Fusarium* voor kropsla en alternatieve sla uitgevoerd. Onderstaande tabel geeft een overzicht van nieuwe en bestaande kropsla en alternatieve slasoorten onder glas en hun tolerantie/resistentie tegen Fol 1 en Fol 4. Per type staat het ras (kolom 2) met betreffende zaadhuis (kolom 3). Kolom 4 geeft weer wat het zaadhuis publiceert in verband met Fol resistentie. Daarna vindt u de resultaten van de veldproeven uitgevoerd door de proefcentra op een bodem rijk aan Fol 1 (kolom 5) of rijk aan Fol 4 (kolom 6).

Tabel 7. Rassen die al dan niet resistent zijn voor Fol 1 en/of 4 (bron: PSKW en PCG)

	Ras	Zaadhuis	Opgegeven door zaadhuis	Veldproeven, tolerantie	
				Fol 1	Fol 4
Lollo bionda	Jokary	Enza		Ja	Ja
	Limambo	Rijk Zwaan	HR Fol 4	onbekend	onbekend
	Limeira	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
	Livorno	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Ja	Ja
	Lozano	Rijk Zwaan	IR Fol 1	Ja	Nee
	Lugano	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
	Teramo (86-182 RZ)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Ja	Ja
	Lamarre (86_LE2699)	Rijk Zwaan	IR Fol 4		Ja
Lollo rossa	Athmos	Rijk Zwaan		Ja	Ja
	Basalmine (86-540 RZ)	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
	Corentine	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
	E01C.10493	Enza		Ja	Ja
	Leotine (86-527 RZ)	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
	Satine	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja (*)	Ja
	Soltero	Nunhems		Ja (*)	Ja
	Groene eik	Advisor	Enza		Nee
Divisor		Enza		Ja	Nee
Kiesel (82 – 135 RZ)		Rijk Zwaan	Geen	+/-	Nee
Kitonia		Rijk Zwaan	IR Fol 4	nee	Ja
Kimenz		Rijk Zwaan	IR Fol 1	+/-	Nee
Rode eik	Adalyn	Enza	Geen	Nee	Ja
	Ayarai	Rijk Zwaan	Geen	Nee	Nee
	Eventai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Neherai	Rijk Zwaan		Ja	
	Rouxai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Rutilai	Rijk Zwaan	Geen	Nee	Nee
	Saturdai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Shentai	Rijk Zwaan	Geen	Nee	Nee

	Soupirai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Xandra	Rijk Zwaan	Geen	Nee	Nee
	Xem	Rijk Zwaan	Geen	Ja	Nee
	Zoumai	Rijk Zwaan	IR Fol4		50% met lichte symptomen
Salanova-Rood	Codex	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja	Ja
Kropsla	Clarke	Nunhems/ BASF	Geen		Nee
	Cosmopolia	Rijk zwaan	Geen	Nee	
	Jones (E01B.11914)	Enza	HR Fol 1	Ja	Ja
	Funkia (42-bu 1851)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Nee	+/- (goed gewicht)
	Lucrecia	Rijk Zwaan	geen	Nee	Nee
	Mattia (42-bu1527)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Ja	+/- (goed gewicht)
	Ostria (42-bu1742)	Rijk Zwaan	IR Fol 4		+/- (goed gewicht)
	Vestia (42-bu 1157)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Nee	+/- (goed gewicht)
Romeinse sla	Actina	Syngenta	IR Fol 1		Ja
	Claudius	Rijk Zwaan	HR Fol 1		
	Patrona	Rijk Zwaan	Geen		+/-
	Maximus	Rijk Zwaan	Geen		Nee
Little Gem	Alsacia	Enza	HR Fol 1	Ja	Ja
Batavia	Jonction	Rijk Zwaan	Niet gepubliceerd	Ja	
	Othilie	Rijk Zwaan	IR Fol 1	+/-	

(*) Niet oké in veldjes met zeer hoge ziektedruk

(**) In 2020 gaf dit een ander resultaat dan de voorgaande proef

5. Reductie van Fol in de bodem

5.1. Verschillende bodembehandelingen in een tabel

Tabel 8. Verschillende bodembehandelingen in een tabel

Bodem-behandeling	Percentage afdoding		Voordelen	Nadelen
	0 – 20 cm	20 – 40 cm		
Zeilstomen met onderdruk (PSKW, 2021, 4 uur zeilen bol, diepte van 60 cm > 70°C gedurende 12 uur)	99-100 %	99-100 %	<ul style="list-style-type: none"> - Zeer hoge afdoding - Snelle groei in volgteelten - Eerste teelt na stomen kan met niet resistente rassen gewerkt worden (voordeel gewicht, houdbaarheid) - Voor kropsla: na 3-5 dagen kan terug geplant worden. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoewel de kostprijs heel sterk fluctueert met de gas- en olieprijs, toch steeds hogere kostprijs dan chemisch - Veldsla: opletten voor mangaanvrijstelling - Afhankelijk van bodemsoort, opletten voor mangaanvrijstelling, neem contact op met uw voorlichter - Sommige gronden kunnen na stomen nat zijn (compacte groei), andere dan weer te droog. Vraag raad aan de voorlichter.
Traditioneel zeilstomen (2021, teler, grof zand, 7 uur zeilen bol, ± 65°C op 30 cm diepte gedurende 3uur)	99 – 100 %	95 – 99 %	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge afdoding - Snelle groei in volgteelten - Voor kropsla: na 3-5 dagen kan terug geplant worden 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge kostprijs - Hoewel de kostprijs heel sterk fluctueert met de gas- en olieprijs, toch steeds hogere kostprijs dan chemisch - Veldsla: opletten voor mangaanvrijstelling: hier moet langer gewacht worden vóór zaai, eerst verhoogde watergift nodig

				<ul style="list-style-type: none"> -Afhankelijk van bodemsoort, opletten voor mangaanvrijstelling, neem contact op met uw voorlichter -Sommige gronden kunnen na stomen nat zijn (compacte groei), andere dan weer te droog. Vraag raad aan de voorlichter.
Traditioneel zeilstomen (2017, 72°C, 60 minuten, 25 cm diep)	98,8%	87,1%	- Idem zoals hierboven	- Idem zoals hierboven
Stoombreken	Laag	Zeer laag	Goedkoper	<ul style="list-style-type: none"> - Te weinig afdoding - Ongelijke temperatuur
Stoomvriezen	Laag	Zeer laag	Goedkoper	<ul style="list-style-type: none"> - Te lage T - Te weinig werkzaamheid tegen Fol, enkel onkruidbestrijding
Anaërobe bodemontsmetting Proefmiddel H (PSKW pottenproef, 2018, 4 weken) (Bron: Funsla)	79%	Onbekend	- Prijs: 0,6-1,8 €/m ²	<ul style="list-style-type: none"> - Mogelijks nitraatvrijstelling - Meer geel blad in Volgteelt - Proeven met veldsla: kiemingsproblemen (Bron: Altchem) - Tijd: 4 weken afdekking nodig
Anaërobe bodemontsmetting Proefmiddel H (PSKW veldproef, 2020)	Geen afdoding (0-30 cm)	95% (30-60 cm) (10 ⁷ → 10 ⁵ sporten eq/ml grond)		
Chemische bodemontsmetting Metam (PSKW pottenproef, 2018, 6 weken)	99,5-60% afhankelijk van de diepte	Onbekend	<ul style="list-style-type: none"> - Lagere prijs dan stomen - Hoger gewicht 1^{ste} teelt na ontsmetting 	- Tijd: afhankelijk van product meerdere weken afdekking nodig
Chemische bodemontsmetting	99,84% (0-30 cm)	99,84- 100% (Fol niet	- Lagere prijs dan stomen	

Basamid (PSKW veldproef, 2020)	($10^6 \rightarrow 10^4$ sporen eq/ml grond)	detecteerbaar 30-60 cm)	- Hoger gewicht 1 ^{ste} teelt na ontsmetting	
--------------------------------	---	-------------------------	---	--

5.2. Stomen

Door de grond te stomen, kan je het inoculum sterk terugdringen en zo de symptomen voor een bepaalde periode zoveel mogelijk onder controle houden. Het inoculum kan door stomen nog niet 100% gereduceerd worden, er blijft dus infectiegevaar bestaan voor de latere slateelten. Het is daarom belangrijk om bodembehandelingen zoals grondstomen te combineren met een goede bedrijfshygiëne en het nemen van teelttechnische maatregelen. Volgens de literatuur is een temperatuur van **70°C gedurende dertig minuten nodig om *Fusarium* pathogeen af te doden. In de praktijk proberen we een bodemtemperatuur van 75°C te halen gedurende 60 minuten op 35 cm diepte.**

5.2.1. Zeilstomen

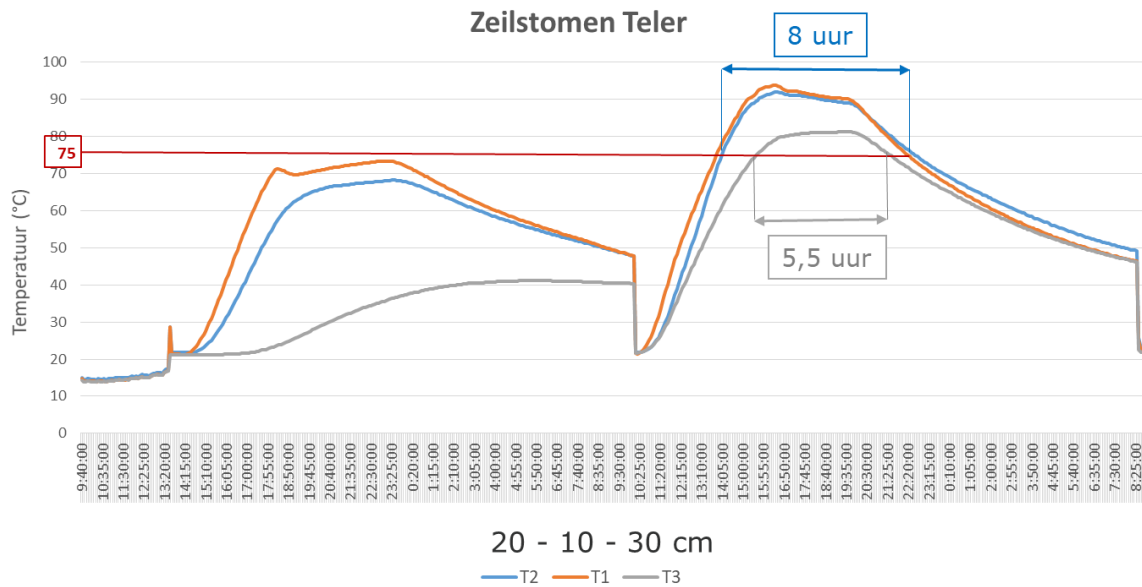
Onderzoek heeft aangetoond dat je door middel van het traditioneel zeilstomen het inoculum in de 0-20 cm laag met **98,8 % kan terugdringen**, in de 20-40 cm laag was dit 87,1%. Hierbij werd op een diepte van 20 cm gedurende acht uur meer dan 60°C behaald, en was de bodemtemperatuur gedurende zes uur **>70°C**. Door vóór het stomen de juiste grondbewerkingen uit te voeren kunnen er hogere temperaturen bereikt worden. Uit een veldproef op PSKW is gebleken dat bij de combinatie van **opbreken (ganzevoet) en diepspitten (tot 40 cm diep) van de bodem er sneller hogere temperaturen worden bereikt** dan enkel spitten of enkel breken (tabel 8). Als men deze grondbewerkingen toepast bij een relatief droge bodem, wordt er sneller een hogere temperatuur bereikt. Dit kan leiden tot een lager energieverbruik.



Figuur 6. Eerst grond open breken en nadien diepspitten tot 40 cm diepte

In 2021 werd een teler opgevolgd die het traditioneel zeilstomen toepaste. De zeilen waren gedurende zeven uur bol. De teler heeft zoals aangewezen eerst hun grond opengebroken en nadien diep gespuit. Op een diepte van 20 cm werd gedurende acht uur of meer, een bodemtemperatuur boven 75°C behaald. **Temperaturen hoger dan 75°C werden op een**

diepte van 20 cm soms gehaald voor enkele uren, op andere plaatsen net niet. 70°C wordt meestal wel bereikt. Bodemanalyses tot 30 cm diep gaven een reductie van $\geq 95\%$ voor het aantal sporen, na het zeilstomen.



Grafiek 2. Temperatuurverloop onder twee verschillende zeilen (bron: PSKW)

5.2.2. Zeilstomen met onderdruk

Het beste resultaat krijgt men door te stomen met afzuiging via een oppervlakkige drainage. Wanneer je gaat stomen met behulp van een stoomdrainage (zeilstomen met onderdruk), worden er hogere temperaturen bereikt. Ook in de **diepere lagen bereikt de bodem gedurende meerdere uren een temperatuur $\geq 70^\circ\text{C}$** . *Fusarium* wordt hierdoor beter afgedood tot in de diepere lagen.



Aanleg stoomdrainage door L. Christensen. De zuigdrains zijn om de 2,67 meter ingegraven. Op het einde gaat de hoofddrain naar buiten en mondt uit in de pompput.



De ventilator op de pompput



De stoomketel, de slurven, de zeilen en de kettingen werden voor de eerste keer stomen gehoord.



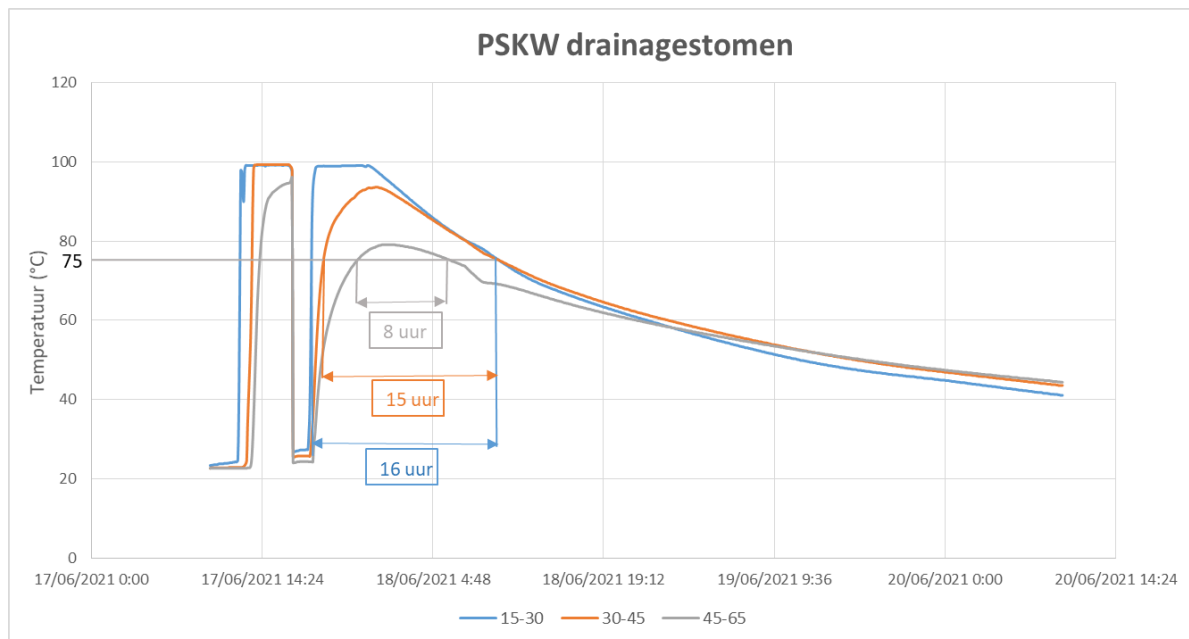
De tweede dag worden de kettingen aan de rechterkant losgemaakt en wordt het zeil naar de linkerkant van de beuk gebracht.



Als de zeilen volledig bol blijven staan, kan de onderdruk worden verhoogd.

Figuur 7: Werking zeilstomen met onderdruk met behulp van stoomdrainage

In 2021 heeft PSKW opnieuw gestoomd via stoomdrainage met onderdruk. Door vooraf de juiste grondbewerkingen toe te passen konden we stomen op een droge en losse grond die niet te fijn was. Ook maakten we gebruik van een stoomketel die hogere stoomtemperaturen kon produceren. Er werd gestoomd onder hoge druk. Door de combinatie van deze factoren werden er al na vier uur zeilen bol hoge temperaturen bereikt op de verschillende dieptes. (Grafiek 3). De eerste piek op de grafiek zijn temperaturen verlopen op een diepte van 15, 30 en 45 cm diepte, de tweede piek op 30, 45 en 65 cm diepte. Na het stomen was er geen Fol detecteerbaar in zowel de bodem als in de geïnfecteerde zaden die we geplaatst hebben in de bodem (tabel 9 en 10).



Grafiek 3. Temperatuurverloop stomen met onderdruk (bron: PSKW 2021)

Tabel 9. Hoeveelheid Fol conidiosporen in de bodem voor en na stomen en na de eerste teelt

	Conidiosporen eq/L grond		
	Voor stomen	Net na stomen	Na 1ste teelt
Kap 1, plaats 1	3,0	0	0,1
Kap 2, plaats 2	1,45	0	0,04
Kap 2, plaats 3	108	0	0
Kap 2, plaats 4	98,5	0	0
Kap 3, plaats 5	401	0	0
Kap 3, plaats 6	44,7	0	0
Kap 1, plaats 7 (lichte Fol symptomen)	/	/	8,7

Tabel 10. Afdoding Fol op geïnfecteerde zaden in onbehandelde grond, in frigo op 2°C en na stomen met onderdruk

Diepte (cm)	Behandeling	Totaal aantal zaden geïnfecteerd met Fol	Aantal zaden negatief getest op Fol	Aantal zaden positief getest op Fol
15	Grond onbehandeld	28	0	28
30	Grond onbehandeld	29	0	29
15	Frigo (2°C)	54	0	54
15	Stomen met onderdruk	56	56	0
30	Stomen met onderdruk	50	50	0

5.3. Gewasbeschermingsmiddelen

5.3.1. Chemische gewasbeschermingsmiddelen

Op dit ogenblik zijn er geen middelen toegelaten voor de bestrijding van *Fusarium* in sla. Vanuit het project FUNSLA en FoSSy zijn verschillende middelenproeven opgestart om te onderzoeken welke middelen een remmend effect hebben tegen Fol 4. Azoxystrobin, aanwezig in de producten Ortiva, Amistar en Mirador, en erkend in serresla tegen *Rhizoctonia* vertoonde in het begin van de teelt een lichte nevenwerking tegen *Fusarium*. In de proef van 2020 gaf de combinatie van Geoxe met Ortiva een nevenwerking tegen Fol 4. Luna Privilege werd meerdere keren getest en geeft wisselende resultaten: soms nevenwerking maar wordt niet altijd opnieuw bevestigd. Proefmiddelen getest in 2021 tonen geen effect op *Fusarium*. In 2023 leggen we opnieuw een middelenproef aan.

5.3.2. Biologische gewasbeschermingsmiddelen

In het kader van het project FUNSLA en FoSSy werden verschillende middelenproeven aangelegd. Geen enkel middel bleek in staat om de ziekte onder controle te houden. Wel waren er lichte verschillen in gewicht en wortelontwikkeling. Zo werd voor Asperello en Trianium-P, beide producten op basis van *Trichoderma* een licht positief effect waargenomen wanneer de eerste toepassing gebeurde door aangieten op de plantbakken of bij de plantenkweker. Als Bio Controle Organisme hebben Asperello (*Trichoderma asperellum* T34) en Trianium-P (*Trichoderma harzianum* T-22) al een erkenning in de teelt van sla onder bescherming. Wanneer de aantasting van *Fusarium oxysporum* nog erg laag is, kunnen de resultaten mogelijks beter zijn. Uit een plantbakkenproef met Asperello werd er hogere wortelontwikkeling waargenomen, waardoor de plant een sterkere weerbaarheid heeft bij lage infectie. Bij de proef met Trianium-P leidde dit tot een iets lagere ziekte-index. We raden aan om fungiciden en producten op basis van *Trichoderma* niet te combineren in eenzelfde tank. Op de bodem kunnen ze wel apart toegepast worden. De fungicide gaat in competitie met de aanwezige pathogeen Fol in de bodem om zo de groei te onderdrukken bij lage infectie.

5.4. Vruchtafwisseling

Extern onderzoek heeft aangetoond dat *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* (Fol) ook wortels kan koloniseren van o.a. tomaat, broccoli, bloemkool en spinazie, maar zonder zichtbare symptomen. Ook op plantenresten kan Fol groeien. Op deze manier kan het inoculum mogelijks in stand worden gehouden. Het is hierdoor nog onduidelijk of vruchtafwisseling een oplossing kan bieden voor de bestrijding van *Fusarium*.

Uit de veldproeven van 2022, uitgevoerd op praktijkbedrijven, kunnen we besluiten dat de geteste gewassen: groene selder (Paolo, Rumba), spinazie (Antigua, Kodiak), rucola (Bellezia) en veldsla (Festival, Audace) kunnen geteeld worden op serrebodems met Fol 4. Bij paksoï (Joi Choi, Bopak) en knolvenkel (Solaris) werden er wel lichte symptomen van Fol waargenomen. De resultaten voor paksoï zijn tegenstrijdig met wat we zien op de bedrijven in Nederland, maar we willen toch waarschuwen voor verkleuring bij paksoï.

Via qPCR analyse werd ook de hoeveelheid Fol 4 in de wortels van enkele planten nagegaan. Bij spinazie, paksoï, knolvenkel en selder werd geen Fol 4 gedetecteerd. Dit kunnen we voor Paksoï en knolvenkel mogelijk verklaren doordat de verkleuring veroorzaakt werd door een andere *Fusarium oxysporum* of de aanwezige Fol onder detectielimiet is. Bij veldsla was er wel detectie van Fol 4 in de wortel.

Door de detectie van Fol in veldsla werd een laboproef opgezet om de dosis-respons van veldsla in Fol 4 besmette grond na te gaan. Hiervoor werden volgende concentraties vergeleken: 0, 1, 10, 100 en 500 chlamyosporen/g grond. Uitwendig werden bij de hoogste concentratie veel symptomen waargenomen, ook de gewichten lagen aanzienlijk lager dan de controle. Belangrijk is dat er weinig tot geen symptomen werden waargenomen bij lagere Fol 4 hoeveelheden (vergelijkbaar met de praktijk), maar dat hierbij wel Fol 4 werd gedetecteerd in de wortel. Bij oogst en inwerken van de plantenresten bestaat hierdoor het risico dat dit gewas het Fol 4 inoculum in de grond in stand kan houden.

In pottenproeven met een hoge concentratie aan Fol 4 (500 chlamyosporen/g grond, toegevoegd aan steriele potgrond) werd onder labo omstandigheden de concentratie van Fol 4 opgevolgd tijdens de teelt van verschillende gewassen. Zes weken na verpotten werd er een sterke stijging van Fol in de grond waargenomen bij kropsla (Cosmopolia), veldsla (Groene van Cambrai) en groene selder. Bij Paksoï (Joi Choi) en spinazie (Winterreuzen) bleef de concentratie op hetzelfde niveau. Bij rucola (Wilde) werd er een daling van de Fol concentratie vastgesteld. Langdurige opvolging in de praktijk is nodig om dit te bevestigen.

5.5. Teelt op hydrocultuur

Testen met een gecontroleerde inoculatie van Fol 1 leidde niet tot aantasting van de planten. Een kunstmatige infectie met een zeer hoge concentratie van Fol 4 kon echter wel leiden tot aantasting van de plant. *Fusarium* is een watertolerante schimmel en kan zich juist in een teelt op water zeer snel verspreiden. DNA multiscans, uitgevoerd in zomerproeven op hydro, tonen aan dat *Fusarium oxysporum* kan aanwezig zijn in het voedingswater. Het is onduidelijk of het gaat over *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. Er zijn nog geen natuurlijke aantastingen in Nederland of België bekend. In 2022 en 2023 worden er proeven uitgevoerd met Fol 1 en Fol 4 op hydrocultuur.

Meer informatie:

Neem voor vragen contact op met volgende personen:

Tinne.Dockx@proefstation.be; Hanna.Mestdagh@UGent.be

Isabel.Vandevelde@proefstation.be; An.Decombel@Inagro.be;

Jeroen.vanmullem@pcgroenteteelt.be

Dit 'Hygiëneprotocol Fusarium in sla' is opgesteld door de projectgroep FoSSy. Op sommige plaatsen wordt verwezen naar het Nederlandse 'Hygiëneprotocol Fusarium in sla', opgesteld door Groen Agro Control (Liesbeth Nijs) en LTO Glaskracht Nederland en gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Aan dit hygiëneprotocol kunnen geen rechten worden ontleend.