

Hygiëneprotocol

***Fusarium* in sla**

Versie 3: 23 februari 2021

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

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

Partners:

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

Auteurs:

Tinne Dockx, Isabel Vandeveld, Sofie Venneman, Peter Bleyaert, An Decombel, Ilse Leenknecht, Hanna Mestdag, Kurt Heungens, Monica Hofte, Saskia Buysens.

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

1	Inleiding	3
2	<i>Fusarium</i>	4
3	Besmetting en verspreiding	5
4	Symptomen	6
5	Maatregelen	7
5.1	Bedrijfshygiëne	7
5.1.1	Ontsmettingsmiddelen.....	8
5.1.2	Ontsmettingsapparatuur	9
5.1.3	Inrichten serre.....	9
5.1.4	Tijdens de teelt	10
5.1.5	Als besmetting heeft plaatsgevonden	10
5.1.6	Teeltwissel.....	11
5.2	Reductie van Fol in de bodem	12
5.2.1	Chemische bodemontsmetting	12
5.2.2	Stomen.....	13
5.2.3	Anaerobe bodemontsmetting.....	15
5.3	Biologische en chemische gewasbescherming.....	16
5.3.1	Chemische gewasbeschermingsmiddelen	16
5.3.2	Biologische gewasbeschermingsmiddelen	16
5.4	Rassenkeuze	16
5.5	Teeltperiode.....	18
5.6	Vruchtafwisseling.....	18
5.7	Teelt op hydrocultuur:	18

***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* ging. In 2017 wordt het probleem over gans Vlaanderen vastgesteld: provincie Antwerpen, Oost-Vlaanderen, West-Vlaanderen, met een zwaartepunt in de provincie Antwerpen en Oost-Vlaanderen. De *Fusarium* kwam in het begin vooral voor bij jaarrond bedrijven en daar zijn er ondertussen al veel bedrijven gestopt. Elk jaar worden nog steeds vaststellingen gedaan van nieuwe bedrijven met *Fusarium*, waardoor we nu in 2020 op 75% van het nu nog geproduceerde areaal grondteelt sla en alternatieve sla *Fusarium* is vastgesteld in België. Alle telers met jaarrond teelt sla hebben reeds *Fusarium* vastgesteld, maar dus ook al veel bedrijven met 2-3 teelten per jaar. Uit onderzoek van de NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) blijkt dat het in Nederland om een nieuwe fysio gaat van *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*, namelijk fysio 4 (Fol 4). Deze nieuwe fysio wijkt af van fysio 1 die in Spanje en Italië in open lucht sla voorkomt. Onderzoek aan de Universiteit Gent (Labo Fytopathologie) toonde aan dat hier in België ook vooral fysio 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 het meest verspreid.

Voor de aanpak van *Fusarium* moet gezocht worden naar oplossingen door hygiëne, resistente rassen en (groene) gewasbeschermingsmiddelen. Ook door de grond te behandelen, kan je het inoculum terugdringen en zo de symptomen onder controle houden.

Om verdere uitbreiding op het bedrijf en tussen bedrijven van de verschillende fysio's zo veel mogelijk te beperken zijn hygiënemaatregelen noodzakelijk.

Een eerste versie van dit hygiëneprotocol om het optreden en verspreiden van *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* zo veel mogelijk tegen te gaan, werd opgemaakt dankzij een samenwerkingsverband tussen de partners van het FUNSLA project (Inagro, PCG, UGent, ILVO en PSKW). Hiervoor werd gebruik gemaakt van het Hygiëneprotocol opgesteld in Nederland door Groen Agro Control in samenwerking met LTO Glaskracht Nederland. Deze geupdate versie werd gemaakt in het kader van het FoSSy project met dezelfde Belgische partners.

2 *Fusarium*

Fusarium oxysporum is een veelvoorkomende 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 'forma speciales'. Zo zijn er al meer dan 120 verschillende 'formae speciales' beschreven. De plantpathogene ondersoort 'forma speciales', bij sla is *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*. *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 slaplant met bruine vaatbundels (Bron: PSKW)

In 1955 werd in Japan voor het eerst melding gemaakt van een ondersoort van *Fusarium oxysporum* in sla. Deze 'forma 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 kan benoemd worden. In België komt voornamelijk fysio 4 voor, maar op enkele bedrijven werd ook al fysio 1 vastgesteld. Fysio 4 (Fol 4) werd eveneens waargenomen in Ierland en Engeland sinds 2016 - 2017. De aantasting door Fol 1 komt pas voor bij hogere bodemtemperaturen dan Fol 4, waardoor de aantasting pas later in het voorjaar begint en de symptomen in het najaar sneller afnemen. Voor zover bekend is door staalname, zien we op een 3-tal bedrijven een menginfectie van Fol 1 en Fol 4: soms in eenzelfde afdeling, soms in verschillende afdelingen.

F. 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 verstoppem 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 eindeloos in de grond overleven. Er is op dit moment nog geen oplossing om de bodem volledig vrij van *Fusarium* te krijgen.

Hoewel zaad geen belangrijke rol lijkt te spelen in de verspreiding, kan zaadoverdracht niet helemaal worden uitgesloten. Nederlandse zaadbedrijven hebben de schimmel nooit kunnen aantonen in slazaad. Bij een mogelijke besmetting is het belangrijk om direct hygiënische maatregelen te nemen om verdere verspreiding tegen te gaan.

3 Besmetting en verspreiding

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.

De schimmel tast *Lactuca sativa* aan: ijsbergsla, krop(boter)sla, eikenbladsla, Batavia, Lollo bionda, Lollo rossa, Romeinse sla, Multileaf-soorten. Sommige soorten tonen wel een verhoogde tolerantie.

Bovengrondse verspreiding van de schimmel vindt vooral plaats via verspreiding van ziek plantmateriaal, plantenresten, via teelthandelingen en waterdruppels. Over middellange en korte afstanden kan de ziekte ook via besmette grond worden verspreid (aarde die aan machines, werktuigen, kisten, paletten kleeft) en zelfs via de lucht. Verspreiding over lange afstand kan via zaad.



Figuur 3. Necrose in de vaatbundels veroorzaakt door *Fusarium oxysporum f. sp. lactucae* (Bron: Groen Agro Control)

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 15°C kunnen optreden.

Uit onderzoek blijkt dat gevoelige rassen bij hogere temperaturen meer last hebben van aantasting. Het is daarom ook lastig aan te geven wat de algemene temperatuurrange is voor sla. Dit behoort tot één van de taken in het nieuwe project FoSSy. Tijdens plantperiodes met hogere temperaturen is het beter om tolerante, intermediair resistente of volledig resistente rassen te telen.

4 Symptomen

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. De kans is kleiner dat ze erdoor komen. Bij verwelkingsverschijnselen aan grote planten kan de plant er nog mogelijks doorkomen, maar groei zal achter blijven. Hoe meer inoculum aanwezig in de bodem, hoe zwaarder de aantasting aan de sla.



Figuur 4. Achterblijvende groei veroorzaakt door *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* bij zware en lichtere aantasting (Bron: PSKW)

Geïnfekteerde planten laten meestal een roodbruine verkleuring zien in de wortelbasis, deze rot tijdens het afsterven. In de bladnerven is ook vaak een vaatverkleuring te zien.



Figuur 5: Symptomen van verwelking in kropsla (Bron: Rijk Zwaan)

5 Maatregelen

5.1 Bedrijfshygiëne

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

5.1.1 Ontsmettingsmiddelen

Belangrijk hierbij: de juiste werkvolgorde en de juiste prioriteiten hanteren. Verwijder alle gronddeeltjes van materialen die in contact zijn geweest met grond en ontsmet daarna: laarzen, kledij, messen, bakken, machines,... Eventueel kan men naspoelen met water om overtollig ontsmettingsproduct te verwijderen. Onderstaande tabel geeft verschillende ontsmettingsmiddelen weer, hou rekening met **dosis en inwerktijd**.

Middel	Toelatings-nummer	Werkzame stoffen	Dosering	Minimale inwerktijd	Opmerkingen
Warm water (minimum 65°C)				5 seconden	
Chloorstabil 299-B	299B	natriumhypochloriet	1,0%	5 seconden	
Huwa-San TR-50	3300B	waterstofperoxide	4,0%	5 seconden	Geen volledige afdoding als <4% dosering
Ecoclear Prox	2408B	actief waterstofperoxide	6,0%	5 seconden	Erkend voor gebruik in biologische landbouw
Kickstart 2	10017B	Waterstofperoxide	2,0%	5 seconden	

Tabel 1: Deze tabel geeft de verschillende ontsmettingsmiddelen weer waar 100% afdoding is bij een bepaalde concentratie en een inwerktijd van 5 seconden (bron: inagro)

Basis is: Schoon starten en schoon blijven!

- Alles wat ontsmet moet worden, dient eerst grondig gereinigd te worden. Organisch materiaal neutraliseert ontsmettingsmiddelen, waardoor ze niet meer actief zijn. Daarom moet alles eerst schoon gespoten of schoon gespoeld worden voordat ontsmet kan worden.
- Maak een schema met de planning van onderdelen en middelen, in volgorde van toepassing en uitvoering. Raadpleeg bij gebruik van middelen altijd het wettelijk gebruiksvorschrift <http://docs.health.belgium.be/ActiveProducts.pdf> . Laat niemand (per ongeluk) van een vuil naar een schoon gedeelte gaan.
- Ontsmettingsmiddelen geven het beste resultaat bij hoge RV, hoge temperatuur (20°C), schoon oppervlak en lange inwerkdur (van een half uur tot 16 uur, afhankelijk van het gebruikte middel). Het beste is er voor te zorgen dat alles zo lang mogelijk nat blijft.

Opmerking:

Bij gebruik van **niet gestabiliseerde waterstofperoxide** met eenzelfde hoeveelheid actieve stof als 6% Huwa-San TR-50 werd met 5 seconden inwerktijd **geen volledige afdoding** bekomen!

5.1.2 Ontsmettingsapparatuur

- 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/ 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.

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

5.1.3 Inrichten serre

- Zorg dat het hele bedrijf schoon is en schoon blijft. Zorg voor een goede planning en aanpak, laat niemand (per ongeluk) van een vuil naar een schoon gedeelte gaan.
 - Handen: Zeep, gel met alcohol.
 - Ontsmettingsmatten voor ontsmetten schoeisel: Kaliloog (1-2%), Huwa-San TR – 50 (4%) of chloorstabil 299-B (1%).
 - Schoonmaken pad, machines, mesjes, enz.: Gebruik zo warm mogelijk water en een hogedrukreiniger en ontsmet met Natriumhypochloriet (100 ppm) of Chloorstabil 299-B (1%).
 - Groene aanslag, biofilm: gebruik waterstofperoxide, natriumhypochloriet. Let wel: gebruik geen natriumhypochloriet in gietwater tijdens de teelt omwille van de chloraatproblematiek.
 - 70-80% alcohol om handen, kleine oppervlakten en gereedschap te ontsmetten.
- Plaats een grote ontsmettingsmat bij iedere bedrijfsingang en ingang naar de teeltruimte. Leg zodanig grote matten neer dat een oogstkar/ heftruck met alle wielen er doorheen rijdt. Er omheen lopen of omheen stappen moet onmogelijk zijn. Ook eigen personeel met bedrijfsschoeisel moeten door de mat lopen. Zorg dat de matten steeds nat zijn. Vul de matten met kaliloog (1-2% kaliloog) of Chloorstabil 299 - B (1%) en zorg dat deze schoon en effectief blijven. Matten die niet goed worden bijgehouden vormen juist een bron van infectie.
- Alleen volledig gereinigde bakken van de plantenkweker gebruiken.
- Planten: Ga uit van gezond plantmateriaal, zorg voor een ingangscontrole van plantmateriaal. **Het plantmateriaal moet opgekweekt zijn op een bedrijf dat ook maatregelen tegen *Fusarium* implementeert.**
- Gebruik schone schoenen en kleding (kleding wassen op 90°C!).

5.1.4 Tijdens de teelt

- Bezoekers die niet per se in de serre hoeven te zijn; toegang weigeren en deur op slot.
- Ontsmettingsmatten neerleggen bij ingang waar men niet omheen kan en zorgen dat deze altijd doordrenkt is met kaliloog of chloorstabil: zorg dat pH altijd boven 10 is.
- Medewerkers schone kleding laten gebruiken en handen laten schoonmaken met water en zeep voordat ze de serre in gaan, daarna eventueel ontsmetten.
- Aparte oogstbroeken per afdeling/vak, regelmatig ontsmetten.
- Per afdeling/vak apart en ontsmet gereedschap gebruiken.
- Altijd in dezelfde werkrichting gewaswerkzaamheden uitvoeren.
- Bezoekers: wegwerp overlaarzen, wegwerp overall en wegwerp handschoenen aan laten trekken.



Figuur 6: Maak duidelijk aan bezoekers dat het dragen van overlaarzen verplicht is

- Gewascontrole is essentieel; inspecteer regelmatig planten op mogelijke symptomen.
- Verdachte planten laten onderzoeken door een gerenommeerd laboratorium.
- Met beregenen kan plaatselijk verspreiding plaatsvinden met spatwater, via besmette grond of besmette planten.
- Bij recirculatie van het voedingswater: water ontsmetten via verhitting, UV of ozon.
- Controleer de effectiviteit van de ontsmetter voordat met recirculeren gestart wordt.

5.1.5 Als besmetting heeft plaatsgevonden

- Besmette planten of planten die in aanraking zijn gekomen met besmette planten in gesloten plastic zak uit serre verwijderen. Het beste is om besmette planten,

plantenresten en wortelresten te verwijderen en een buffer van planten daar omheen (1-2 m²).

- Plaatsen met besmetting markeren. Let op de werkvolgorde: in zone waar besmette planten hebben gestaan als laatste gewaswerkzaamheden uitvoeren.
- Na verwijderen van besmette planten handen grondig wassen met zeep en als kleding in aanraking is gekomen met besmet plantenmateriaal: kleding uittrekken en wassen op minimaal 90°C met waspoeder.

5.1.6 Teeltwissel

- Verwijderen van oud gewas (blad, liefst ook wortel, maar niet haalbaar). Versnipperen van gewasresten zorgt voor direct besmetten van de grond.
- Na verwijderen van al het organisch materiaal: teeltruimte uitspuiten, 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: Grondstomen kan de hoeveelheid *Fusarium* in de bodem sterk verminderen, maar niet 100% reduceren. Er blijft dus infectiegevaar bestaan voor de latere slateelten. Het is daarom belangrijk om bestrijdingsmaatregelen zoals grondstomen te combineren met teelttechnische maatregelen.
- Voer een ruimtebehandeling uit om sporendruk op het schermdoek te verlagen, laat het schermdoek 75% open lopen. Loonbedrijven gebruiken een combinatie van waterstofperoxide/perazijnzuur als fogbehandeling.
- Alle apparatuur schoonmaken en ontsmetten; machines (spitmachine, heftruck, plantmachine), mesjes, gereedschappen, trays, verpakkingsmateriaal, spuitapparatuur etc. De erkende producten hiervoor hebben een erkenning van categorie PT (producttype) 2 nodig en staan vermeld in Tabel 2. Er zal in de toekomst nog een proef worden opgemaakt, waarbij we analyseren of we **de inwerktijd van onderstaande ontsmettingsmiddelen kunnen doen dalen. In tabel 1 is dat al aangetoond voor bepaalde producten.**

Middel	Toelatings-nummer	Werkzame stoffen	Dosering	Minimale inwerktijd	Opmerkingen
Chloorstabil 299-B	299B	natriumhypochloriet	1,0%	5 minuten	
Horticlean 15 Fort	7716B	perazijnzuur, waterstofperoxide	1,0%	60 minuten	Corrosief
Huwa-San TR-50	3300B	waterstofperoxide	2,0%	60 minuten	
Kickstart 2	10017B	waterstofperoxide	4,0%	20 minuten	
Menno Florades	10212P/B	benzoëzuur	1,0%	16 uur	Voor bestrijding van plantpathogene schimmels: de oppervlakten moeten minimaal 16 uur nat blijven.
Proefmiddel 1		Decaanzuur, octaanzuur	2,0%	15 minuten	
Proefmiddel 2		perazijnzuur, waterstofperoxide	1,0%	60 minuten	Corrosief

Tabel 2: 100% afdoding van de opgegeven dosering en inwerktijd werden geverifieerd met laboproeven op chlamydosporen

- Maak overige bedrijfsruimtes proper. Doe alle kleding en schoeisel wat gebruikt is in de oude teelt weg of was kleding zeer goed (90°C).
- Zorg voor bodemverbetering en een weerbaarder gewas.

5.2 Reductie van Fol in de bodem

5.2.1 Chemische bodemontsmetting

5.2.1.1 Basamid

Basamid is één van de overblijvende chemische bodemontsmettingsmiddelen die nog mag worden toegepast onder strenge voorwaarden. Basamid is in het kader van ALTCHM toegepast in een serre waar Fol 4 aanwezig is. Na deze toepassing was er een reductie van 40% van *Fusarium* in bodemlaag 0 – 30 cm waar te nemen. In de volgende 30 cm was er een sterke vermindering van *Fusarium* waargenomen. Onderzoek in Groot-Brittannië toonde aan dat met een hogere dosis een beter resultaat bekomen wordt, maar dat is absoluut niet erkend in België (intussen ook niet meer in Groot-Brittannië).

5.2.1.2 Metam-Na en Metam-K

Daarnaast is Metam-Na en Metam-K ook toegelaten, mits toepassen via druppelirrigatie. Dit zijn eveneens producten op basis van MITC, net zoals Basamid, met dat verschil dat Basamid een korrel is en de net genoemde producten vloeibaar. De resultaten van de proeven, in opdracht van Certis, kunnen bij hen opgevraagd worden.

5.2.2 Stomen

Ook door de grond te stomen, kan je het inoculum terugdringen en zo de symptomen voor een bepaalde periode zoveel mogelijk onder controle houden. Volgens de literatuur is een temperatuur van 70°C gedurende dertig minuten het meest optimaal om de pathogeen 100% af te doden.

5.2.2.1 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** en 87,1% afdoding gaf in de 20-40 cm laag. Hierbij werd op een diepte van 20 cm gedurende acht uur meer dan 60°C en gedurende zes uur >70°C behaald. Afhankelijk van de grondbewerking die vóór het zeilstomen plaatsvond zullen er al dan niet hogere temperaturen bereikt worden. Uit een veldproef op PSKW is gebleken dat bij het opbreken van de bodem (ganzevoet) en daarna diepspitten (diep spitten tot 40 cm diep) er sneller hogere temperaturen worden bereikt dan enkel spitten of enkel breken. Als men dit toepast bij een relatief droge bodem, dan wordt het snelst een hoge temperatuur bereikt. Dit zou moeten leiden tot een lager verbruik.

Nr.	Grondbewerking	Hoogste T op 20 cm (°C)	Aantal uren >70°C (op 20cm)
1	Droog /Spitten PSKW: dwars + langs	71,8	1u30
2	Droog /Opbreken + diepspitten DCG (40 cm)	82,2	6u35
3	Droog /Opbreken: dwars + langs	70,0	0u15
4	Nat /Spitten PSKW: dwars + langs	67,5	0u
5	Nat /Opbreken + diepspitten DCG (40 cm)	76,5	5u
6	Nat /Opbreken: dwars + langs	74,3	2u30

Tabel 3: Deze tabel geeft weer welke maximum temperatuur er bereikt wordt en het aantal uren dat er meer dan 70°C is bereikt op 20 cm diepte voor elke grondbewerking (bron:PSKW).

5.2.2.2 Stoomdrainage

Het beste resultaat geeft stomen met afzuiging via drainage omdat *Fusarium* ook in diepere grondlagen kan overleven. Bijkomend werd opgemerkt dat wanneer je gaat stomen met behulp van stoomdrainage (zeilstomen met onderdruk), *Fusarium* goed kan afgedood worden. In de lagen met grondwater (zuurstofloos milieu) kan *Fusarium* moeilijker overleven. Op PSKW werd met 8 uur zeilen bol op 35 cm diepte gedurende 7 uur 70°C behaald en op die plaatsen de *Fusarium* na stomen **volledig afgedood**. Op plaatsen waar minder lang gestoomd werd, was er geen 100% afdoding. Mogelijks trad daar ook een nieuwe insleep op van buitenaf.



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



De slurven van de stoomketel naar de grondserre



De ventilator op de pompput



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



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 stoomdrainage

5.2.2.3 Stoomfrezen en stoombreken

Naast zeilstomen en stoomdrainage is er ook stoomfrezen en stoombreken. Deze behandeling moet verder op punt gezet worden. Door de lage bodemtemperatuur die bovendien ook nog te variabel is, voldoet deze techniek voorlopig niet (zie tabel 4).



Figuur 8: Stoomfrezen



Figuur 9: Stoombreken

	Stoombreken	Stoomfrezen
10 cm	22 – 90 °C	42 – 71 °C
15 cm	23 – 92 °C	25 – 62 °C
30 cm	20 – 92 °C	23 – 43 °C

Tabel 4: Variabiliteit in bereikte bodemtemperatuur

5.2.3 Anaerobe bodemontsmetting

Er zijn op dit moment nog geen middelen bruikbaar die resultaten geven tegen de bestrijding van *Fusarium*. In het kader van het project ALTCHAM is een anaërobe bodemontsmetting toegepast in een serre waar Fol 4 aanwezig was. De behandeling bestaat uit plantaardige reststromen afkomstig uit de agro-industrie. Na het inbrengen wordt de bodem gedurende twee tot drie weken afgedekt. Hierdoor ontstaat een 'vergistingsproces waardoor de zuurstof gereduceerd wordt'.

5.3 Biologische en chemische gewasbescherming

5.3.1 Chemische gewasbeschermingsmiddelen

Er zijn op dit moment 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*, maar op het einde van de teelt was de behandelde sla volledig aangetast. 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.

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 Trianum-P, beide producten op basis van *Trichoderma* een licht positief effect waargenomen wanneer de eerste toepassing gebeurde door aangieten op de plantenbakken of bij de plantenkweker. Asperello (*Trichoderma asperellum* T34) en Trianum-P (*Trichoderma harzianum* T-22) hebben al een erkenning in de teelt van sla onder bescherming. Het is een biologisch fungicide op basis van de antagonistische schimmel *Trichoderma*. Wanneer de aantasting van *Fusarium oxysporum* nog erg laag is, kunnen de resultaten mogelijk beter zijn. Uit een plantbakkenproef met Asperello was er hogere wortelontwikkeling waargenomen, waardoor de plant een sterkere weerbaarheid heeft bij lage infectie. Bij de proef met Trianum-P leidde dit tot een iets lagere ziekte-index. We raden aan om de fungicide, zoals Rizolex of Serenade (*Bacillus subtilis* QST 713), en producten op basis van *Trichoderma* niet te combineren in eenzelfde tank. Op de bodem kunnen ze wel apart toegepast worden. Producten op basis van *Trichoderma* worden best niet gemengd in eenzelfde tank. De fungicide gaat in competitie met de aanwezige pathogeen in de bodem om zo de groei te onderdrukken bij lage infectie.

5.4 Rassenkeuze

Afhankelijk van hoe groot de aantasting is op het bedrijf, welke fysio men heeft en in de periode oogst 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 (met een 'toevallige' resistentie tegen Fol 1 of Fol 4) of een kropsla met resistentie tegen Fol 4. 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 terug (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).

	Ras	Zaadhuis	Opgegeven door zaadhuis	Veldproeven	
				Fol1	Fol4
Lollo bionda	Jokary	Enza	Niet gepubliceerd	Ja	Ja
	Limeira	Rijk Zwaan	Fol4	Ja	Ja
	Livorno	Rijk Zwaan	Fol4	+/-	Ja
	Lozano	Rijk Zwaan	Fol1	Ja	Nee
	Lugano	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja	Ja
	Mercato	Rijk Zwaan	Fol4		
	Teramo (86-182 RZ)	Rijk Zwaan	Fol4	Ja	+/-
Lollo rossa	Athmos	Rijk Zwaan	Niet gepubliceerd	Ja	Ja
	Corentine	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja	Ja
	E01C.10493	Enza	Niet gepubliceerd	Ja	Ja
	Leotina (86-527 RZ)	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja	Ja
	Satine	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja (*)	Ja
	Soltero	Nunhems	Niet gepubliceerd	Ja (*)	Ja
	86-519 RZ	Rijk Zwaan	Niet gepubliceerd	Ja	Ja
	Basalmine (86-540 RZ)	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja	Ja
Groene eik	Kitonia	Rijk Zwaan	Fol4	nee	Ja
	Kimenez	Rijk Zwaan	Geen	+/-	Nee
	Kiesel (82 – 135 RZ)	Rijk Zwaan	Geen	+/-	Nee
	Advisor	Enza	Niet gepubliceerd	Nee	Nee
	Divisor	Enza	Niet gepubliceerd		Nee
Rode eik	Zoumaï	Rijk Zwaan	Fol4		50% met lichte symptomen
	Rouxai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Xandra	Rijk Zwaan	Geen	Nee	Nee
	Xem	Rijk Zwaan	Geen	Ja	Nee
	Eventai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Soupirai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Saturdai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Shentaï	Rijk Zwaan	Geen	Ja	Nee
	Rutilai	Rijk Zwaan	Geen		Nee
Salanova-Rood	Codex	Rijk Zwaan	Fol1,4	Ja	Ja
Kropsla	Clarke	Nunhems/ BASF	Geen		Nee
	Duka (42-109)	Rijk Zwaan	Fol4		+/-
	Letha (42-123)	Rijk Zwaan	Fol4	Nee	+/-
	Funkia (42-bu 1851)	Rijk Zwaan	HR Fol4	Nee	Ja
	Ostria (42-bu1742)	Rijk Zwaan	HR Fol4		
	Mattia (42-bu1527)	Rijk Zwaan	HR Fol 4		

	Vestia (42-bu 1157)	Rijk Zwaan	HR Fol4	Nee	Ja
	E01B.11914	Enza	HR Fol1	Ja	Ja
Romeinse sla	Maximus	Rijk Zwaan	Geen		Nee
	Claudius	Rijk Zwaan	HR Fol1		
	Patrona	Rijk Zwaan	Geen		+/-
	Actina	Syngenta	Fol1		Ja
Little Gem	Alsacia	Enza	HR Fol1	Ja	Ja
Batavia	Jonction	Rijk Zwaan	Niet gepubliceerd	Ja	
	Othilie	Rijk Zwaan	Fol1	+/-	

*()Niet oké in veldjes met zeer hoge ziektedruk

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

5.5 Teeltperiode

Een teeltperiode kiezen die het minst geschikt is voor de ontwikkeling van *Fusarium*. Grondtemperatuur heeft een grote invloed op de ontwikkeling van *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*. De symptomen van Fol 4 zijn beperkt tussen begin februari en begin april, bij Fol 1 zijn de symptomen beperkt tussen begin december en begin juni.

5.6 Vruchtafwisseling

Onderzoek heeft aangetoond dat *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* ook wortels kan koloniseren van o.a. tomaat, broccoli, bloemkool en spinazie, maar zonder zichtbare symptomen. Ook op plantenresten kan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* groeien. Op deze manier kan het inoculum van *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* blijven toenemen. Het is hierdoor nog onduidelijk of vruchtafwisseling een oplossing kan bieden voor de bestrijding van *Fusarium*. Dit wordt onderzocht in het huidige project FoSSy.

5.7 Teelt op hydrocultuur:

- Testen met kunstmatige infectie met Fol 1 leidde niet tot aantasting van de planten.
- Kunstmatige infectie met Fol 4 kon echter wel leiden tot aantasting van de plant.

Er zijn nog geen natuurlijke aantastingen in Nederland of België bekend. Er is geen garantie dat *Fusarium* niet zal optreden. *Fusarium* is een waterminnende schimmel en kan zich juist in een teelt op water zeer snel verspreiden. Wanneer ontsmettingsapparatuur continu kan blijven draaien kan sla op water een optie voor de toekomst zijn, maar de hoge investeringskosten vormen hierbij wel een drempel.



Meer informatie:

Neem voor vragen contact op met volgende personen:

Tinne.Dockx@proefstation.be; Hanna.Mestdagh@UGent.be
Isabel.Vandeveldel@proefstation.be; An.Decombel@Inagro.be

Dit 'Hygiëneprotocol Fusarium in sla' is opgesteld door de projectgroep FoSSy en gebaseerd op het 'Hygiëneprotocol in sla' opgemaakt in het project Funsla en 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.