

Hygiëneprotocol *Fusarium* in sla

Versie 4: 2 juni 2022

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 Vandevelde, Tom Arnouts, Maarten Amaye, An Decombel, Ellen Pauwelyn, Ilse Leenknecht, Hanna Mestdagh, Kurt Heungens, Monica Höfte, Ellen Dendauw.

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	7
2.5. Invloedsfactoren.....	8
3. Bedrijfshygiëne	10
3.2. Hygiëne tijdens de teelt	12
3.3. Hygiëne samen met bodembehandeling	13
4. Rassenkeuze	14
5. Reductie van Fol in de bodem	15
5.1. Stomen	15
5.1.1. Zeilstomen	15
5.1.2. Zeilstomen met onderdruk	17
5.2. Verschillende bodembehandelingen in een tabel.....	19
5.3. Gewasbeschermingsmiddelen	21
5.3.1. Chemische gewasbeschermingsmiddelen	21
5.3.2. Biologische gewasbeschermingsmiddelen.....	21
5.4. Vruchtafwisseling.....	22
5.5. Teelt op hydrocultuur	22

***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. 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 hier 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.

Voor de aanpak van *Fusarium* moet gezocht worden naar oplossingen door hygiëne, resistentie en (groene) gewasbeschermingsmiddelen. Ook door de grond te stomen, kan je het inoculum sterk 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. 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*. *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,

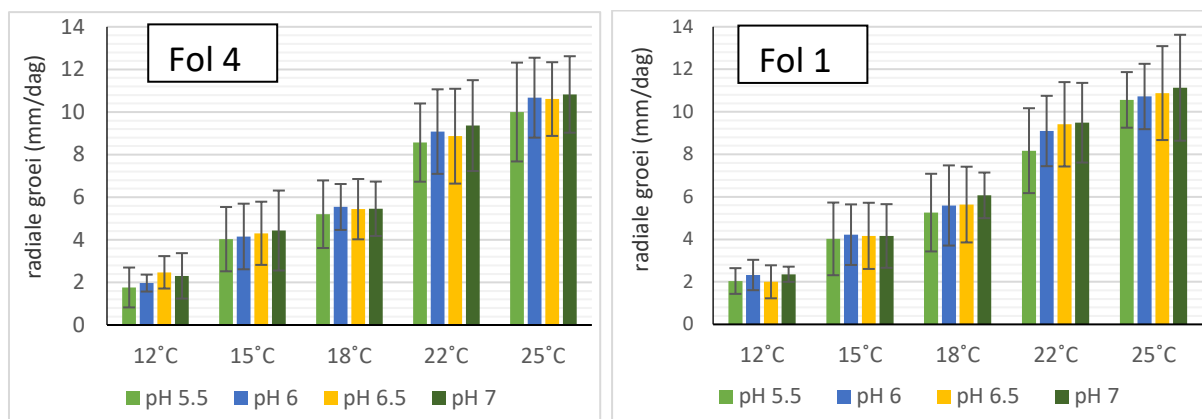
kisten, paletten kleeft). Zaad lijkt geen belangrijke rol te spelen in de verspreiding, maar zaadoverdracht kan niet helemaal worden uitgesloten. Nederlandse zaadbedrijven hebben de schimmel nooit kunnen aantonen in slazaad. Belgische onderzoekscentra gaan in 2022 ook op zoek of verspreiding via zaad 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 plannen we ook staalnames bij plantenkwekers.

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. Onderstaande tabel geeft verschillende ontsmettings-middelen weer waar 100% afdoding is, hou rekening met **dosis en inwerktijd**.

Tabel 1. Percentage afdoding voor ontsmettingsmiddelen bij verschillende dosissen en 2 seconden inwerktijd

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	% afdoding (niet naspoelen)	% afdoding met naspoelen
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	2 seconden	99-100*	99-100*
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	4%	2 seconden	99-100*	99-100*
Huwa-San TR-50	Waterstofperoxide	6%	2 seconden	100	99-100*
Intra hydro care	Waterstofperoxide	4%	2 seconden	99-100*	99-100*

*Groei van 1 of enkele kolonie

Tabel 2: Percentage afdoding voor ontsmettingsmiddelen bij verschillende dosissen en 5 seconden inwerktijd

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	% afdoding (niet naspoeien)	% afdoding met naspoeien
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	5 seconden	/	100
Ecoclear Prox	Actief waterstofperoxide	6%	5 seconden	/	100
Horticlean 15 Fort	Perazijnzuur, waterstofperoxide	0,5%	5 seconden	99-100*	84
Horticlean 15 Fort	Perazijnzuur, waterstofperoxide	1,4%	5 seconden	99-100*	93
Kickstart 2	Waterstofperoxide	2%	5 seconden	/	100
Kickstart 2	Waterstofperoxide	5%	5 seconden	/	100
Sopurclean NR	Decaanzuur, octaanzuur	4%	5 seconden	100	91
Warm water (minimum 65°C)			5 seconden	/	100

Tabel 3: Percentage afdoding voor ontsmettingsmiddelen bij verschillende dosissen en bij langere inwerktijden

Handelsmiddel	Werkzame stoffen	Dosering	inwerktijd	% afdoding (niet naspoeien)	% afdoding met naspoeien
Chloorstabil 299-B	Natriumhypochloriet	1%	5 minuten	/	100
Virkon S	Pentakalium-bis	1%	10 minuten	/	100
Sopurclean NR	Decaanzuur, octaanzuur	2%	15 minuten	/	100
Menno florades	Benzoëzuur	2%	15 minuten	98	99-100*
Menno florades	Benzoëzuur	2%	30 minuten	99-100*	99-100*
Eco Clear Prox	waterstofperoxide	4%	30 minuten	99-100*	
Horticlean 15 Fort	Perazijnzuur, waterstofperoxide	1%	60 minuten	/	100
Huwa-San TR 50	Waterstofperoxide	2%	60 minuten	/	100
Niet gestabiliseerde H ₂ O ₂	Waterstofperoxide	3,5%	60 minuten	/	100

*Groei van 1 of enkele kolonies

Aandachtspunten:

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

Naspoelen vermindert de nawerking.

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 gebruiksvoorschrift <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 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 4. 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
	Limeira	Rijk Zwaan	IR Fol 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	Ja (**)
	Divisor	Enza		Ja	Nee
	Kiesel (82 – 135 RZ)	Rijk Zwaan	Geen	+/-	Nee
	Kitonia	Rijk Zwaan	IR Fol 4	nee	Ja
	Kimenez	Rijk Zwaan	Geen	+/-	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		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. 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.**

5.1.1. 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 5). Als men deze grondbewerkingen toepast bij een relatief droge bodem, wordt er sneller een hogere temperatuur bereikt. Dit kan leiden tot een lager energieverbruik.

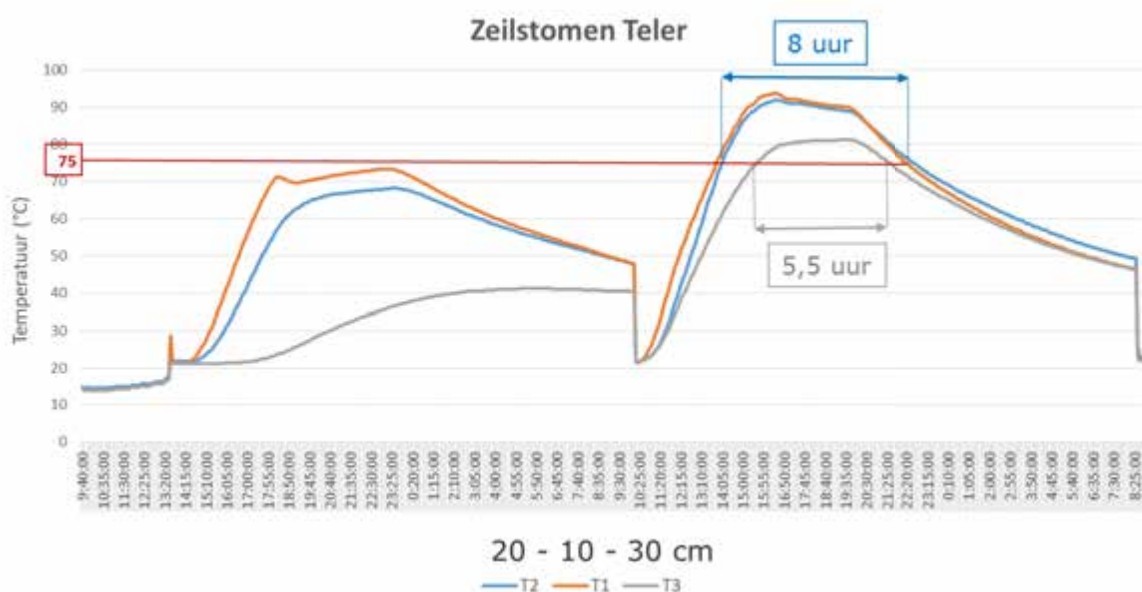
Tabel 5. Maximum bereikte temperatuur en het aantal uren meer dan 70°C op 20 cm diepte voor elke grondbewerking

Nr.	Grondbewerking	Hoogste T	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	0u15
4	Plantklare bodem /Spitten PSKW: dwars + langs	67,5	0u
5	Plantklare bodem /Opbreken + diepspitten DCG (40 cm)	76,5	5u
6	Plantklare bodem /Opbreken: dwars + langs	74,3	2u30



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)

5.1.2. 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. In de lagen met grondwater (zuurstofloos milieu) kan *Fusarium* moeilijker overleven. Op PSKW werd in 2019, met 8 uur zeilen bol, op 35 cm diepte gedurende 7 uur 70°C behaald. **Na het stomen was er geen *Fusarium* meer detecteerbaar in de bodem**. Na enkele teelten konden we vaststellen dat er opnieuw *Fusarium* aanwezig was, wel met een lagere aantastingsgraad bij gevoelige rassen. We vermoeden dat door het stomen de aanwezige *Fusarium* sporen onder de detectielimiet worden terug gedrongen, maar **niet 100% werden afgedood**.



1
Aanleg stoomdrainage door L. Christianen. De zuigdrains zijn om de 2,67 meter ingegraven. Op het einde gaat de hoofddrain naar buiten en mondt uit in de pompput.



2
De slurven van de stoomketel naar de grondserre



3
De ventilator op de pompput



4
De stoomketel, de slurven, de zeilen en de kettingen werden voor de eerste keer stomen gehuurd.



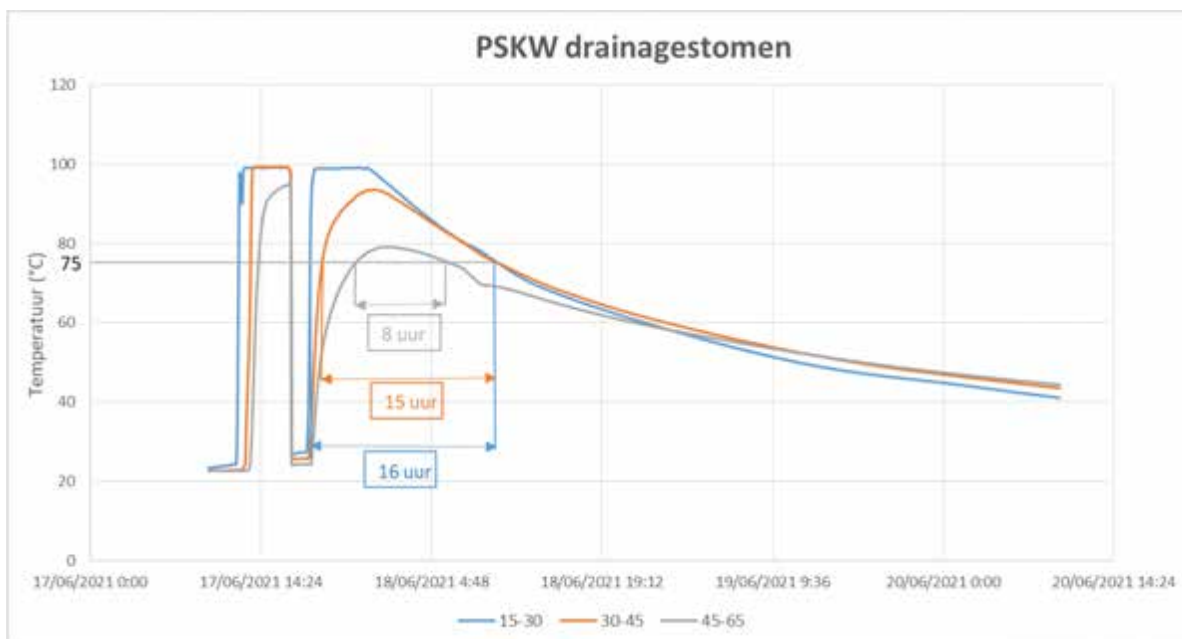
5 De tweede dag worden de kettingen aan de rechterkant losgemaakt en wordt het zeil naar de linkerkant van de beuk gebracht.



6 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 temperatuur verlopen op een diepte van 15, 30 en 45 cm diepte, de tweede piek op 30, 45 en 65 cm diepte.



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

5.2. Verschillende bodembehandelingen in een tabel

Tabel 6. Verschillende bodembehandelingen in een tabel

Bodembehandelin g	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 olieprijzen, 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 olieprijzen, toch steeds hogere kostprijs dan chemisch - Veldsla: opletten voor mangaanvrijstelling: hier moet langer gewacht worden vóór zaai, eerst verhoogde watergift nodig - 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	- Te weinig afdoding - Ongelijke temperatuur
Stoomvriest	Laag	Zeer laag	Goedkoper	- Te lage T - Te weinig werkzaamheid tegen Fol, enkel onkruidbestrijding
Anaërobe bodemontsmetting Proefmiddel H (PSKW pottenproef, 2018, 4 weken) (Bron: Funsla)	79%	Onbekend	Goedkoop	- Mogelijks nitraatvrijstelling - Meer geel blad in Volgteelt - Proeven met veldsla: kiemingsproblemen (Bron: Altchem)
Anaërobe bodemontsmetting Proefmiddel H (PSKW veldproef, 2020)	Geen afdoding (0-30 cm)	95% (0-30 cm)		
Chemische bodemontsmetting Metam (PSKW pottenproef, 2018, 6 weken)	99,5-60% afhankelijk van de diepte	Onbekend	- Lagere prijs dan stomen - Hoger gewicht 1^{ste} teelt na ontsmetting	
Chemische bodemontsmetting Basamid (PSKW veldproef, 2020)	99,84% (0- 30 cm)	99,84-100% (Fol niet detecteerba ar 30-60 cm)	- Lagere prijs dan stomen - Hoger gewicht 1 ^{ste} teelt na ontsmetting	

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*, 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. Proefmiddelen getest in 2021 tonen geen effect op *Fusarium*. In 2022 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 Trianum-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 Trianum-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 Trianum-P leidde dit tot een iets lagere ziekte-index. We raden aan om de fungiciden, zoals Rizolex, 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* 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 mogelijks in stand worden gehouden. Het is hierdoor nog onduidelijk of vruchtafwisseling een oplossing kan bieden voor de bestrijding van *Fusarium*. De verschillende partners gaan samenwerken om de gevoeligheid van verschillende gewassen na te gaan op *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* en de impact van deze gewassen op het in de grond aanwezige inoculum. Eerst wordt op laboschaal de gevoeligheid bepaald van verschillende gewassen op het *Fusarium* inoculum. Deze gewassen worden dit jaar (2022) ook in veldproeven in serres op een Fol bodem aangelegd (paksoï, veldsla, rucola, spinazie, knolvenkel,...).

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 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 worden er proeven uitgevoerd van *Fusarium* 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;

Ellen.Dendauw@pcgroenteteelt.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.