

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



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

Vlaanderen
In opbouw

pcg

inagro
INNOVEREN IN AGRIKULTUUR & TOEGANG

PROEFSTATION
PROF. DR. G. DEBIEVE

UNIVERSITEIT
GENT

ILVO

1

Fusarium in bladgroenten

Tinne Dockx - PSKW

• Symptomen

- Normale inworteling
- Infectie wortels en verstopping vaatbundels =>
 - Verwelking
 - Geel blad
 - Lichtere kroppen tot volledig afsterven
 - Verkleurd snijvlak en vaatbundels



Fusarium in bladgroenten

Tinne Dockx - PSKW

- Symptomen



Epidemiologie en verspreiding

Epidemiologie en verspreiding

Tinne Dockx - PSKW

• Doel van deze taak:

- Fol 1 willen we niet verder verspreiden, ook weinig tolerante rassen
 - Ook verdere Fol 4 verspreiding voorkomen, sommige bedrijven hebben nog geen *Fusarium* in de serre
- ➔ Door middel van verschillende stalen willen we het voorkomen van *Fusarium* op een bedrijf in kaart brengen

- Slabedrijven 10 (9 Fol 4; 1 Fol 1) (2021)
- Staalname bij 5 plantenkwekers (2022)

Staalname slabedrijven (2021)

Tinne Dockx - PSKW

Conclusies:

- Kan in beregeningswater voorkomen (3/10); waarvan 1 vijverwater → opgelet & ontsmetten
- Hygiëne van machines belangrijk!
- Geen detectie op plantenkisten
- Oogstkisten onderzocht:
 - 1 teler in loods maar ontsmettingsprotocol onderzocht in samenwerking met EuroPoolSystem, BelOrta

Epidemiologie en verspreiding

Tinne Dockx - SKW

Staalname bij 5 plantenkwekers:

- Grond serre (onder doek)
 - Potgrond
 - Irrigatiewater
 - Dekzand (bij 1 kweker)
- via aanrijking en qPCR
- Jonge plantjes:
 - 2 verschillende zaaimomenten
 - 150 plantjes per zaaimoment
 - Analyse van wortels
 - Nog te analyseren: zaden!
- rechtstreekse qPCR

Epidemiologie en verspreiding

Tinne Dockx - PSKW

PK = plantenkweker
ns = no signal

Zowel Fol1 als Fol4	gemiddelde conidiosporen equivalenten/L grond & water conidiosporen equivalenten/m ²				
	PK 1	PK 2	PK 3	PK 4	PK 5
staal					
Grondstaal potgrond soort 1	ns	ns	ns	ns	ns
Grondstaal potgrond soort 2	/	/	/	ns	ns
Irrigatiewater	ns	ns	ns	ns	ns
Grondstaal grond serre	ns	ns	ns	ns	ns
Jonge plantjes	ns	ns	ns	ns	ns
Dekzand	/	/	/	/	ns

DL grond = 1 consp eq/L grond
DL water = 20 consp eq/L water

Staalname telers (2021): geen detectie op plantenkisten

--> Bij geen enkele plantenkweker Fol detectie

Ontsmettingsproducten

Testen van ontsmettingsproducten

Tinne Dockx - PSKW (Inagro)

- opp. testen (2022) – suspensietesten (2021)
 - Oppervlakte testen:
 - Hoeveelheid grond met chlamydosporen ($1 \cdot 10^4$ CFU/g) op oppervlak
 - 2 ml ontsmettingsmiddel
 - Na inwerktijd verdunnen en uitplaten
 - Suspensietesten:
 - Hoeveelheid grond met chlamydosporen ($1 \cdot 10^4$ CFU/g) op filter + ontsmettingsmiddel
 - Na inwerktijd reactie stopzetten door oplossing vacuüm weg te zuigen

Testen van ontsmettingsproducten

Tinne Dockx - PSKW (Inagro)

- opp. testen (2022) – suspensietesten (2021)

Middel	Werkzame stof	Conc. product	Duur	Oppervlakte-testen	Suspensie-testen
				Afdoding (%)	
Chloorstabil 299-B	natriumhypochloriet	1%	2"	100	99-100
		4%	2"	78,3	99-100
HuwaSan TR-50	waterstofperoxide	6%	2"	83,0	100
		6%	5"	81,3	100
Virocid	alkyl dimethyl benzyl ammoniumchloride, didecyldimethyl amoniumchloride, glutaraldehyde, isopropanol	0,50%	5"	93,6	/
		1%	5"	100	/
		0,50%	5'	100	/
		1%	5'	100	/
Menno Florades	benzoëzuur	2%	15'	93,0	98
		2%	30'	95,6	99-100

⇒ Suspensietesten geven over het algemeen betere resultaten t.o.v. oppervlakte-testen bij dezelfde producten, inwerktijden en concentratie

⇒ 99-100 = groei van 1 of enkele kolonies op de voedingsbodem

Testen van ontsmettingsproducten

Tinne Dockx - PSKW (Inagro)

- Overige proefopzetten:
 - Ontsmettingsmethode voor EPS kisten: 100% afdoding
 - Warm water:

Middel	Duur	% afdoding (niet naspoeien)	% afdoding (met naspoeien)
Warm water (65°C)	2"	4,6	99,8

Minimum 65°C bij suspensietesten wel goede resultaten. Vermoedelijk door toepassen plantenspuit: snelle afkoeling en door contact met koud oppervlak. Nog steeds nuttig om materialen en oppervlakken te ontsmetten en reinigen met warm water

Rassen

Rassenonderzoek

Elk jaar rassenproeven

- Alle rassen, alle types
- Nieuwe, bestaande
- Geen IR, IR, HR
- Bepalen/screenen of ze gevoelig of tolerant zijn

Daarnaast rassenproeven op marktwaarde (gewicht, geel blad, rand, smet)

Screeningsproef 2022 PSKW



Rassenonderzoek

Voorlopige resistentietabel Fol 1 + 4

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
	Limambo	Rijk Zwaan	HR Fol 4	onbekend
	Limeira	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja
	Livorno	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Ja
	Lozano	Rijk Zwaan	IR Fol 1	Ja
	Lugano	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja
	Teramo (86-182 RZ)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	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
	Corentine	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja
	E01C.10493	Enza	Ja	Ja
	Leotine (86-527 RZ)	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja
	Satine	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja (*)
	Soltero	Nunhems		Ja (*)
Groene eik	Advisor	Enza	Nee	Ja (**)
	Divisor	Enza	Ja	Nee
	Kiesel (82 – 135 RZ)	Rijk Zwaan	Geen	+/-
	Kitonia	Rijk Zwaan	IR Fol 4	nee
	Kimnoz	Rijk Zwaan	IR Fol 1	+/-

(*) Niet oké in veldjes met zeer hoge ziektedruk

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

Rassenonderzoek

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
Rode eik	Adalyn	Enza	Geen	Nee
	Ayarāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Eventāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Neherāi	Rijk Zwaan		Ja
	Rouxāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Rutilāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Saturdāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Shentāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Soupirāi	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Xandra	Rijk Zwaan	Geen	Nee
	Xem	Rijk Zwaan	Geen	Ja
Zoumāi	Rijk Zwaan	IR Fol4		50% met lichte symptomen
Salanova-Rood	Codex	Rijk Zwaan	IR Fol 1,4	Ja

Rassenonderzoek

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
Kropsla	Clarke	Nunhems/ BASF	Geen	Nee
	Cosmopolia	Rijk zwaan		Nee
	Jones (E01B.11914)	Enza	HR Fol 1	Ja
	Funkia (42-bu 1851)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Nee
	Lucrecia	Rijk Zwaan	geen	+/- (goed gewicht)
	Mattia (42-bu1527)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Nee
	Ostria (42-bu1742)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Ja
	Vestia (42-bu 1157)	Rijk Zwaan	IR Fol 4	Nee
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
Batavia	Jonction	Rijk Zwaan	Niet gepubliceerd	Ja
	Othilie	Rijk Zwaan	IR Fol 1	+/-



17

Hygiëneprotocol

Tinne Dockx - PSKW

- Update hygiëneprotocol

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 Leenknegt, Hanna Mestdagh, Kurt Heungens, Monica Hoffe, Ellen Dendaauw.



18

Vruchtafwisseling

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - UGent

- Testen vatbaarheid van:
 - Veldsla
 - Selder
 - Rucola
 - Spinazie
 - Paksoi
- Eerst op laboschaal (gesteriliseerd substraat), later een selectie testen in het veld (**2022**)
- Opvolgen Fol in wortel en bodem (met qPCR assay)
 - zorgt het gewas voor een **vermeerdering of daling** van het Fol inoculum?

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW

Validatie in het veld

- PSKW Afd.8 (plantdatum 23/05/2022):
 - Veel Fol 4
 - Gewassen:
 - Paksoi (Joi Choi)
 - Groene selder (Paolo)
 - Spinazie (Antigua)
 - Veldsla (Festival)
 - Kropsla (Vestia)
 - Oogstdatum:
 - 26/06/2022
 - 25/07/2022: Selder



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

Vlaanderen
In ondernemen

pcg inagro
INNOVEREN IN GROEN
PLAATSEN & TOEGANG

PROEFSTATION
VOOR DE GROENTASTEEL

UNIVERSITEIT
GENT

ILVO

21

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW

Validatie in het veld

- Grondstalen voor en na de teelt
- 5 prikken van 0 - 30 cm
- Grondoppervlak van ± 15 op 15 cm



inagro
INNOVEREN IN GROEN
PLAATSEN & TOEGANG

PROEFSTATION
VOOR DE GROENTASTEEL

UNIVERSITEIT
GENT

ILVO

22

Taak 2.1 Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW

Validatie in het veld

Type	Ras	snijvlak		Doorsnede wortel		Gewicht (g/stuk)
		ziekte-incidentie (%)	ziekte-index (%)	ziekte-incidentie (%)	ziekte-index (%)	
Kropsla	Vestia	6b	21	11b	21	631
Groene selder	Paolo	4b	10	3b	10	671
Paksoï	Joi Choi	34a	9a	31a	8a	1231
Spinazie	Antigua	0b	0a	3b	0a	100
Veldsla	Festival	0b	0a	0b	0a	5

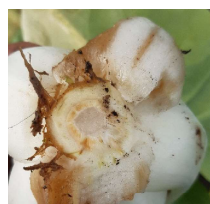
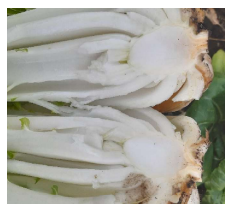


23

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW

• Validatie in het veld



**Paksoï;
Fol 4**

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW (Inagro)

Validatie in het veld

- Inagro: achtereenvolgende teelten op zelfde locatie
 - **Veldsla** (Audace): 8/6/2022-13/07/2022
Geen symptomen
 - **Rucola** (Bellezia): 20/7/2022 - 11/08/2022 en 22/08/2022 (enkel staalname na 2e oogst)
Geen symptomen
 - **Spinazie** (Kodiak): 30/8/2022 - 11/10/2022
Geen symptomen

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW (Ugent)

Eerdere resultaten op laboschaal: **500 CFU/g grond**
46 dpi

	Kropsla	Paksoi	Selder	Spinazie	Rucola	Veldsla	
Uitwendig	→	→	→	→	→	→	Ter vergelijking met de controle (niet geïnoculeerd)
Inwendig	→	→	→	→	→	→	
Wortelgewicht	→	→	→	→	→	→	
Bladgewicht	→	→	→	→	→	→	
Fol4 in de wortel	→	→	↑	→	→	→	Ter vergelijking met kropsla
Fol4 in de grond	→	→	↑	→	↓	↑	

■ scoort goed
■ scoort matig
■ scoort slecht

Bepaling van gevoeligheid van verschillende gewassen voor vruchtafwisseling

Tinne Dockx - PSKW

- Tijdens veldproeven werd Fol in de grond opgevolgd
 - Langere opvolgingstijd nodig
 - Bvb. veldslateler die omgeschakeld is
- Veldproeven voorlopig focus op planten: qPCR + microscopie
 - Latente aanwezigheid van Fol
 - Kan Fol zich vermeerderen in de plant?

Fusarium in de bodem bepalen

'Fusarium plekken'

→ plekken waar duidelijke Fusarium symptomen waar te nemen zijn

waarden in conidiosporen equivalenten/L grond

Taak 1.2 Epidemiologie en verspreiding

Hanna Mestdagh - UGent

Verband tussen mate van aantasting en hoeveelheid Fol in de grond

1. 'Fusarium plekken'
 - plekken waar duidelijke Fusarium symptomen waar te nemen zijn

2. Methode van staalname
 - X mengstaal: 75,25 conidiosp eq/L grond

Fusarium in de bodem reduceren

Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

Traditioneel zeilstomen bij de telers:

- In 2021: opvolging bij twee telers
- In 2022: opvolging bij drie telers
 - Teler 1 provincie Antwerpen
 - Teler 2 provincie Antwerpen
 - Teler 3 in Nederland (Plaatstomen)
- **Temperaturopvolging**
 - Fol 30 min. 70°C (1u)
- Teeltopvolging

Bodem eerst opengebrouwen
daarna diepspitten

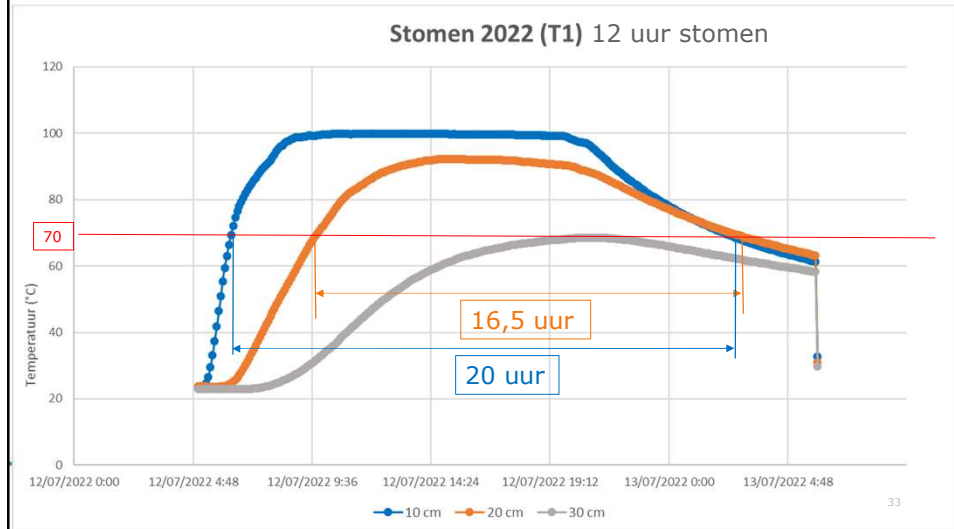


Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

Teler 1: temperaturopvolging

Zandgrond



Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

Teler 1: teeltopvolging

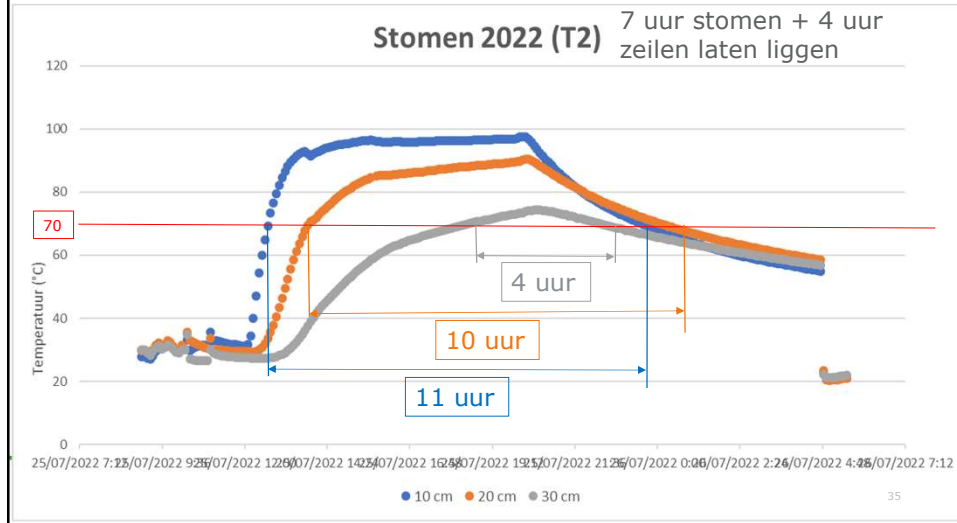
- 1^{ste} teelt, serre met Lucrecia en Gardia:
 - Niet IR rassen
 - Perfecte teelt
- 2^{de} teelt, serre met Gardia en Halewyn
 - Niet IR rassen
 - 0,5% uitval door Fol

34

Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

• Teler 2



Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

Teler 2: teeltopvolging

- 1^{ste} teelt, serre met Lucrecia en Vestia (IR):
 - Praktisch geen Fol
- 2^{de} teelt, volledige serre Halewyn
- Resultaten
 - In geval van Lucrecia, daarna Halewyn, **alles niet IR**
 - 20 – 30% uitval door Fol
 - 1 strook Galloway: geen uitval door Fol
 - In geval van Vestia (**IR**), daarna Halewyn:
 - **0,5% uitval**
- In het verleden in alle kappen Fol aanwezig:
 - Verschillen door rassenkeuze?

36

Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

STOMEN

	PSKW 2020	PSKW 2021	Teler 1 2021	Teler 2	Teler 1'	Teler 2	Teler 3	
Stoomjaar	2020		2021			2022		
Project	FoSSy	FoSSy	FoSSy	FoSSy	Altchem	FoSSy	Altchem	
Oppervlakt	10 a	6,6 a	1 ha	0,5 ha	2 ha	0,5 ha		
stoombedrijf	Wymo	Wymo	Hoogenraad	Hoogenraad	Zuidwijk en Koolen	Hoogenraad	Eigen machine	
aantal uren bol	8 à 9 uur	4 uur	7 uur	7 uur	12 uur	7 uur + 4 uur zeilen laten liggen	Zoekende	
Huur ketel + personeelskosten (euro/ m²)	2,00	3,00	1,00	1,00	0,50 (geen personeelskosten)	1,00		
Aanleg drainage	/	3,00 euro/m² Voor 0,5 ha: 2,1 euro/ m² (2022)	/	/	/	/		
Verbruik gas (m³/m²)	/		3,37				ongekend	
Gaskosten (euro/ m²)	1,50 (oliekosten)	2,10 (oliekosten)	1,00	0,90 - 1,00	1,00	0,90 - 1,00		
Totaal (euro/m²)	3,5	5,1 euro /m² + eenmalig aanleg drainage	2,00	1,9 - 2,00	1,50	1,9 - 2,00		
10 cm diepte	Max T	/	99,1°C	93,8°C	92,4°C	99,8°C	97,6°C	81,6°C
	Tijd boven 70°C	/	19 uur	8 uur	11,5 uur	20 uur	11 uur	30 minuten
20 cm diepte	Max T	/	93,6°C	92,0°C	73,6°C	92,3°C	90,4°C	56,9°C
	Tijd boven 70°C	/	6,5 uur	18,5 uur	8 uur	5 uur	16,5 uur	10 uur
30 cm diepte	Max T	45,3°C (35 cm diepte)	79,1°C	81,1°C	66°C	68,4°C	74,3°C	37,8°C
	Tijd boven 70°C	0 uur	11,5 uur	5,5 uur	0 uur	0 uur	4 uur	0 uur

Fol na stomen volledig weg & 5 opeenvolgende teelten geen Fol



37

Inoculum van Fol terugdringen in de bodem

Tinne Dockx - PSKW

Kennis rond stomen:

- Droge grond beter dan natte grond (Stoomproef PSKW 2020)
 - Lucht warmt sneller op dan water
- Grondsoort heeft invloed
 - Zandgronden meer gesloten structuur (laag luchtgehalte)
 - Kleigrond (brokken) meer open structuur = sneller
- Grondbewerking heeft invloed
 - Breken (45cm) + diepspitten (40cm) beste resultaten (Stoomproef PSKW 2020)
- Soort stoomketel (Wymo: hogere druk en hogere stoomtemperatuur)
- Onderdruk (hogere temperaturen op grotere diepten)



38

Resistentie Fol 4 doorbroken

Resistentie Fol 4 doorbroken

Tinne Dockx - PSKW

- Reeds verschillende jaren zien we bij meerdere slatellers in Vlaanderen met IR rassen planten met 'slap hangende bladeren'
 - Vestia (IR Fol 4):



Resistentie Fol 4 doorbroken

Tinne Dockx - PSKW

- In 2021 serres met zeer grote problemen
- In 2022 (zeer warme en droge zomer)
 - Duidelijk meer bedrijven
 - Soms al in juni
 - In september heel erg
- Resistentie van IR rassen is op een aantal bedrijven doorbroken
- De schimmel heeft zich (lichtjes) gemodificeerd/aangepast
- ILVO onderzoekt momenteel de modificering van het gen

41

Resistentie Fol 4 doorbroken

Tinne Dockx - PSKW

Proef 2023:

- **Grootschalig screeningsproef** op een bedrijf waar Fol 4 is doorbroken
 - Kropsla, Lollo rossa (**Basalmine**), Lollo bionda (**Limeira, Teramo, Lamarre**),
Rode eikenblad, groene eikenblad,
Romeinse sla en Batavia
 - Bij teler waar Fol 4 duidelijk is doorbroken
 - Proef PCG-PSKW.

42

Fusarium oxysporum f.sp. lactucae

Tinne Dockx - PSKW

Zeer zeer complexe materie

- Fol 4, Fol 1, Fol 4 doorbroken
- Veredeling heeft vnl. IR rassen, weinig HR
- Fol 4+ rassen weinig kennis
- Moeilijk om conclusies te trekken over hoeveelheid in de bodem
- Afname chemische GBM en ontsmetting
- Wat met veldsla in de toekomst?

Fusarium oxysporum f.sp. lactucae

Tinne Dockx - PSKW

TIPS

- Hygiëne – ontsmettingsproducten materialen/kisten
- Rassenkeuze
- Gebruik wortelbeschermende producten vb. Trichoderma's
- Chemische GBM niet echt sterk, maar Geoxe, Ortiva/Amistar, Luna P.
- Reductie in de bodem
 - Na ontsmetten/stomen voorkeur IR rassen
- Andere teelten lente-zomer-vroege herfst kan.



Bedankt!

Tinne.Dockx@proefstation.be

