

# FUSARIUM SIEKTES



potatoes  
aartappels SA

**Saamgestel en gepubliseer deur Aartappels Suid-Afrika (Departement: Navorsing en Ontwikkeling)  
September 2018**

**Kopiereg.** Die inligting vervat in hierdie publikasie mag slegs aangewend word vir eie gebruik, navorsing of studie. Die kopiereg (geheel of gedeeltelik) van hierdie publikasie mag nie vir enige kommersiële of ander doelwit gekopieer, gereproduseer, oorgedra of gewysig word, sonder die uitdruklike geskrewe toestemming van Aartappels Suid-Afrika nie en dit mag slegs gedoen word onderhewig aan die voorwaardes ingevolge waarvan sodanige toestemming verleen word.

**Voorgestelde verwysing:** Aartappels Suid Afrika. 2018. Feiteblad: Fusarium siektes. Aanlyn beskikbaar by: <http://www.potatoes.co.za/research/factsheets.aspx>

**Vrywaring ten opsigte van publikasies:** <http://www.potatoes.co.za/contact/disclaimer.aspx>

# FUSARIUM SIEKTES

Besmetting van aartappels deur patogeniese *Fusarium*-spesies kom as verskillende simptome voor.

- **Fusarium verwelk** word sigbaar vanaf die middel van die seisoen tot aan die einde daarvan. *Fusarium*- en *Verticillium* verwelk het soortgelyke simptome en om die oorsaak van vaatbundelverwelk korrek te diagnoseer, moet monsters deur 'n diagnostiese laboratorium ontleed word.
- **Stingelentverrotting** kom aan die einde van die groeiseisoen voor en dit word veroorsaak deur besmetting van die stolons. *Fusarium* spp. word in die vaskulêre weefsel na die knolle gedra.
- **Droëvrot** van knolle is oor die algemeen nie 'n groot probleem by tafelaartappels nie, aangesien die meeste tafelaartappels binne enkele dae nadat dit geoes is, bemark

word. Waar aartappels vir weke of maande in die grond gelaat word, kan droëvrot egter aansienlike skade aanrig, veral tydens droë, warm toestande. *Fusarium*-droëvrot word geag as 'n probleem wat hoofsaaklik in die moerbedryf voorkom, aangesien sommige moere vir verlengde tydperke opgeberg word.

- **Verrotting van gesnyde moere** wat deur *Fusarium* spp. veroorsaak word, hou 'n hoë risiko in as die moere gekweek en/of opgeberg word onder toestande wat gunstig is vir *Fusarium* en/of as die moere in warm grond geplant word.

In 'n omvattende opname in die 1980s, het navorsers by LNR-Roodeplaat gevind dat altesaam nege *Fusarium*-spesies patogenies tot aartappels in Suid-Afrika is. *Fusarium oxysporum* en *F. solani* het die algemeenste voorgekom.

## DIE SIEKTEDRIEHOEK



### Gasheerplant

- *Fusaria* dring knolle gewoonlik binne deur wonde in die periderm skil.
- Kultivars verskil ten opsigte van hul vatbaarheid vir *Fusarium*-spesies.
- As gevolg van nematodebesmetting, kom *Fusarium* verwelk dikwels voor in versuijgronde.

### Patogene

- *Fusarium oxysporum* en *F. solani* is oorheersende spesies wat *Fusarium* siektes in Suid-Afrika veroorsaak.
- Knolle kan met meer as een *Fusarium* spesie besmet word.
- *Fusarium* kom algemeen voor in enige grond waar aartappels geplant word.
- Plaaslike isolate van patogeniese *Fusaria* is moontlik aangepas by die hoë temperatuur wat in die produksiestreke heers.

### Omgewing

- Maksimum verrotting van aartappelknolle vind plaas in knolle wat by hoë humiditeit en hoë temperatuur geberg word.
- Warm grondtemperatuur is bevorderlik vir droëvrot.

# BESTUUR DIE RISIKO VAN FUSARIUM SIEKTES

	RISIKO	BESTUUR
LANDKEUSE	Land met 'n geskiedenis van Fusarium siektes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indien dit bekend is dat Fusarium siektes in 'n bepaalde land voorkom, moenie daar plant nie.</li> <li>- 'n Lang rotasiesiklus (meer as vyf jaar) sal die risiko van Fusarium siektes verlaag.</li> </ul>
	Opslagaartappels is nie beheer nie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beheer opslagaartappels vir die hele rotasiesiklus omdat opslagaartappels die besmettingsvlak van grond handhaaf.</li> </ul>
	Warm, sanderige grond	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sien toe dat die rotasiesiklus lank genoeg is om die risiko van Fusarium siektes te verlaag.</li> <li>- Beheer aalwurm.</li> </ul>
	Lande met 'n geskiedenis van nematode-skade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beheer toestande om aalwurm te beperk.</li> <li>- Indien moontlik, vermy die aanplant van aartappels op sodanige lande vir 'n periode van vyf jaar.</li> </ul>
KULTIVARKEUSE	Vatbare kultivars word geplant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kultivars se vatbaarheid vir Fusarium siektes varieer. Die relatiewe vatbaarheid van die meeste gewilde kultivars in Suid-Afrika is nog nie bepaal nie.</li> <li>- Die vatbaarheid van kultivars soos bepaal in ander lande, is van beperkte waarde aangesien die algemeenste <i>Fusarium</i>-spesies in Suid-Afrika nie dieselfde is as die in Europa, die Verenigde Koninkryk of die Verenigde State van Amerika nie.</li> </ul>
PLANT-TYD	Plant in warm grond	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sien toe dat moere met 'n lae voorkoms van droëvrot geplant word.</li> <li>- Beheer nematodes.</li> <li>- Moet nie oorbesproei nie.</li> </ul>
AARTAPPEL-MOERE	Besmette moere word geplant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vra 'n inspeksieverslag aan vanaf u moerverskaffer voordat die bestelling bevestig word.</li> <li>- Plant slegs gesertifiseerde moere met 'n lae voorkoms van droëvrotsimptome.</li> <li>- Inspekteer moere voor aanplanting, veral as die moere vir 'n paar maande opgeberg was.</li> <li>- Sien Aartappels Suid-Afrika se Beste Praktyke vir die Hantering van Moere.</li> </ul>
	Moere word gesny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plant moere van die verlangde grootte om die risiko's van sny van moere inhou, te voorkom.</li> <li>- Moenie moere vir aanplanting in warm grond sny nie.</li> <li>- Gebruik slegs moerlotte van die beste gehalte vir sny.</li> <li>- Handhaaf goeie sanitasiestandaarde tydens sny van moere.</li> <li>- Sien: Die Sny van Moere. CHIPS Maart/April 2016.</li> </ul>
GEWASONDERHOUD	Versuiptoestande	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestuur besproeiing om versuiptoestande te vermy ten einde die risiko van nematode en sekondêre besmetting deur sagtevrotpatogene te verlaag.</li> </ul>

# BESTUUR DIE RISIKO VAN FUSARIUM SIEKTES

	RISIKO	BESTUUR
OES EN GRADERING	Skil het nie geset nie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laat voldoende tyd toe vir behoorlike skilset nadat plante afgesterf het om meganiese skade aan knolle tydens oes te verminder.</li> <li>- Om skilset te bevorder, hou ongeveer tien dae voor oes op om te besproei.</li> <li>- Vermy te veel stikstoftoediening, veral in die laaste helfte van die seisoen.</li> </ul>
	Meganiese skade aan knolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oes as die grondwaterinhoud 65% van beskikbare grondwater is aangesien dit kluitvorming beperk.</li> <li>- Moet nie oes as die grond en knoltemperatuur &lt;10°C is nie. By lae temperature is knolle meer geneig om te kraak.</li> <li>- Sorg dat die uithaler reg ingestel is sodat die lem diep genoeg ingaan om die wortels onder die knolle af te sny. Die grondspoed van die uithaler moet in pas wees met die spoed van die kettings sodat knolle op 'n kussing van grond oor die kettingstawe beweeg.</li> <li>- Gebruik borsels wat geskik is vir aartappelknolle.</li> <li>- Identifiseer plekke op die sorteerlyn waar knolle beskadig word en stel dit reg om verwonding van knolle te beperk.</li> </ul>
OPBERGING	Droëvrot ontwikkel tydens opberging	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sorg dat beskadigde skil en gewonde weefsel van moere deeglik herstel voor opberging of vervoer.</li> <li>- Moenie moerlotte met 'n risiko vir droëvrot vir lang tydperke opberg nie.</li> <li>- Indien tafelaartappels vir weke of maande in die grond gelaat moet word, oes eers die lande met die hoogste risiko van <i>Fusarium</i> droëvrot.</li> </ul>

## DIE PATOGENE

Die genus *Fusarium* word geag as een van die mees aanpasbare en veelsydige genera in die swamkoninkryk en spesies kom algemeen voor in grond waar aartappels geproduseer word. Die genus bestaan uit baie patogeniese en nie-patogeniese spesies. 'n Groot aantal gewasplante dien as gashere vir verskillende patogeniese *Fusarium*-spesies.

Gebaseer op 'n uitgebreide opname wat in die 1980s op 51 plase gedoen is, is altesaam nege *Fusarium* spp. as droëvrot patogene in Suid-Afrika geïdentifiseer. 'n Meer uiteenlopende *Fusarium*-populasie is geïsoleer van knolle met droëvrotletsels, as van dié met stingelentverrotting. Dit kan toegeskryf word aan die feit dat *Fusarium* droëvrotbesmetting hoofsaaklik deur wonde plaasvind, terwyl stingelentverrotting meer

kompleks is. *Fusarium* spp. kom óf alleen, óf in kombinasie in besmette knolle voor. *Fusarium solani* en *F. oxysporum* is die oorheersende spesies wat uit die besmette knolle geïsoleer word, met laasgenoemde wat in veel hoër getalle voorkom, veral vanaf droëvrotletsels.

In die opname van die 1980s, was *Fusarium oxysporum* en *F. solani* die oorheersende spesies wat geïsoleer is. Agt spesies (*F. oxysporum*, *F. crookwellense*, *F. solani*, *F. sambucinum*, *F. acuminatum*, *F. graminearum*, *F. scirpi* en *F. equiseti*) het tipiese droëvrotletsels op geïnkuleerde aartappelknolle veroorsaak. *Fusarium oxysporum* was die mees patogeniese, gevolg deur *F. crookwellense*, *F. solani* en *F. sambucinum*.

## SIEKTE-ONTWIKKELING

### Besmetting tydens die groeiseisoen

Patogeniese en nie-patogeniese *Fusarium*-spesies kom algemeen voor in die meeste grond waar aartappels geplant word en miselium (swamdrade) bly aanwesig op die worteloppervlak van plante. Hifes (enkele swamdrade) kan die plante direk binnedring, maar verkry meestal deur wonde toegang tot

plante. Waar *Fusarium* plante direk binnedring, gebeur dit by die wortelpunte waar die selwande dun is of deur natuurlike openinge, onverkurkte en vergrote lentselopeninge en mikrokrake op knolle en stolons. Wonde word ook veroorsaak deur insekte, en veral deur aalwurm.

Nadat die plant binnegedring is, kan nie-patogeniese *Fusarium*-spesies nie binne-in die plant groei nie. Patogeniese *Fusarium*-spesies groei egter deur en tussen plantselle tot in die xileemvate. Mikrospore vorm binne-in xileemvate en dit versprei dan van een xileemsel na die volgende. Om homself teen die patogeen te verdedig, produseer die plant vaskulêre jellies om die patogene te lokaliseer. Hierdie jel, tesame met swamgroei binne-in die xileemvate, lei tot verlaagde waterinname en verwelking van 'n besmette halm (**Fusarium verwelk**).

Knolle kan besmet word deur spore wat deur die vaatweefsel van besmette stolons die knol binnedring. Tipiese simptome is verbruining van die vaatweefsel van die knol en droëvrot wat begin by die stolon-ent van knolle om tot **stingelentverrotting** te lei.

As besmette knolle (hetsy deur vaatweefsel of deur wonde in die skil) egter in die grond geberg word vir 'n paar maande voor oes, sal **droëvrot** ontwikkel. Droëvrot kan veral ernstige afmetings aanneem gedurende warm, droë tye.

### **Besmetting van knolle tydens en na oestyd**

*Fusarium* kan knolle nie deur die verkurkte periderm (skil) binnedring nie. Verwonding van die periderm tydens uithaal, optel, sortering en verpakking asook mikro-wonde veroorsaak deur aalwurm en vergroute lentiselle of knolkrake, bied menigte

toegangspunte tot knolle. Patogeniese *Fusaria* neem dan die knolweefsel oor en veroorsaak droëvrot. As knolle nie opgeberg word nie, hou *Fusarium* geen risiko van verrotting in vir tafelaartappels nie. Verrotting van weefsel gebeur op klein skaal wanneer knolle teen 'n lae temperatuur opgeberg word. As sulke knolle egter uit koelkamers verwyder word om spruiting moontlik te maak, kan droëvrot in 'n kort tydjie ontwikkel.

### **Sekondêre besmetting**

Warm, vogtige toestande in gronde en tydens opberging is gunstig vir sagtevrot-bakterieë (*Pectobacterium*) om droëvrotletsels binne te dring gedurende die groeiseisoen of tydens opberging. Daarom is dit moontlik dat droëvrot, sowel as sagtevrot in 'n enkele knol kan voorkom.

### **Gesnyde moere**

*Fusarium* droëvrot, en sagtevrot wat deur onder andere *Pectobacterium* veroorsaak word, is die belangrikste oorsake van die verrotting van gesnyde moere. Die gesnyde oppervlak stel knolweefsel bloot aan uitdroging en dit is in groot besmettingsoppervlak vir bakteriese en/of swampatogene, wat lei tot verrotting van moerstukke. Enkele spruite groei dikwels uit gedeeltelik-verrotte moerstukke en vorm klein, stadig groeiende plante wat meer vatbaar is vir ander siektes en verlaagde produksie tot gevolg het.

## **SIMPTOME**

Besmette weefsel is gewoonlik vaalbruin of ligbruin van kleur en verander in donkerbruin as dit aan lug blootgestel word. Die verrottende kante vloei ineen met die gesonde weefsel. As gevolg van die vogverlies uit die weefsel, word holtes dikwels uitgevoer met wit, geel of pienk misellium (swamdrade) wat onder die plek van die besmetting vorm. Tydens opberging kan blou, swart, pers, grys, wit, geel of pienk spoormassas in hierdie holtes vorm. Ouer dooie weefsel neem 'n verskeidenheid van kleure aan en is droog en sponserig by lae temperatuur. Inwendig-besmette weefsel word dikwels ferm en droog, of selfs poeieragtig.

Knolletsels (by wonde of vergrote lentiselopeninge) is ongeveer 'n maand na besmetting sigbaar as klein bruin kolletjies. Besmetting versprei stadig en die periderm wat letsels bedek, sak in en verskrimpel, soms in konsentriese kringe rondom die plek van besmetting namate die dooie weefsel droog en poeieragtig word. As verrotting voortgaan, word donker spoorvormende strukture, moontlik pienk, wit of blou van kleur, dikwels op die dooie periderm gevorm. Verrotte knolle verskrimpel en verdroog. Op die land mag verskimpeling

van besmette moere en stippeling van besmette moerstukke nie so voor die handliggend wees nie. Die oppervlak wat die letsels bedek is bruin en die onderliggende dooie weefsel het minder holtes. Dooie weefsel kan grondinsekte en larwes lok, wat dien as draers van *Pectobacterium* spp. in nat grond, wat dikwels as sekondêre patogene binnedring. Simptome wat slegs deur *Fusarium* spp. veroorsaak word, of in kombinasie met *Pectobacterium* spp., sluit in algehele of gedeeltelike verrotting van moerstukke, afname van groeikrag en swak opbrengs.

Alhoewel die simptome van stingelentverrotting baie dieselfde is as dié van droëvrot, is die simptome aan die stingelent van die knol gewoonlik eers sigbaar tydens oes. Sommige van die besmette knolle kan 'n ingesonke, verskimpelde, droë letsel van wisselende omtrek hê, terwyl ander slegs 'n effense teken van vrot aan die punt van die stolon-aanhegsel kan hê. Wanneer laasgenoemde knolle naby die stingelent deurgesny word, is vaatbundelverbruining wat tot in verskillende dieptes in die knol strek, sigbaar. Vaatbundelverbruining kan die hele vaskulêre ring affekteer, maar dit het meer dikwels slegs 'n uitwerking op afsonderlike gedeeltes daarvan.

Die eerste simptome van *Fusarium* verwelk kom gewoonlik in die middel van die groeiseisoen voor wanneer aangetaste plante ligter verkleur, gevolg deur vergeling van die onderste blare en verwelking. Die siekte versprei dan met tyd teen die stam op. Soms verkleur die groeipunte van besmette plante na pers. Nog 'n algemene simptome van besmetting is die voorkoms van luggedraagde knolle in die blaaroksels. Besmette plante sterf gewoonlik af op 'n jong stadium. *Fusarium* verwelk

verskil van bakteriese verwelk in die sin dat die verwelking wat deur laasgenoemde veroorsaak word, erger is en sonder vergeling van die blare geskied. By besmette plante kan die wortelkorteks sowel as die halms 'n kurkagtige verrotting vertoon en wanneer die halms gesny word, word tipiese verbruining van die vaatbundels waargeneem. Die weefsels om die aangetaste selle in die vaskulêre ring kom gewoonlik bruin, gelerig of waterdeurdrenk voor.

## ASPEKTE VAN GEÏNTEGREERDE BESTUUR

### Verspreiding

*Fusarium*-spesies is grond- en moergedraagd. *Fusarium* vorm dikwandige spore (chlamydospore) wat hulle teen ongunstige klimaatstoestande en mikro-organismes in die grond beskerm. Spore kan deur die grond versprei word deur aan implemente, skoene en lewende hawe vas te kleef, of deur wind of water.

### Grondbestuur

Die ideaal is om te voorkom dat grond besmet word. Dit is egter moeilik omdat moere 'n besmettingsrisiko deur *Fusarium* spp. kan inhou. Daarmee saam kan weerstandige, dikwandige spore (chlamydospore) vir baie jare in grond oorleef. Aangesien die meeste grond in aartappelproduksiestreke vir baie jare vir aartappelproduksie gebruik is, moet aangeneem word dat die grond besmet is en die enigste bestuurstrategie 'n geïntegreerde benadering is.

Rotasie tussen nie-gasheerplante en aartappels elke 5 – 7 jaar word aanbeveel om die besmettingsvlak, en dus ook die risiko van *Fusarium* siektes te verlaag.

'n Aartappelknol-skyf-lokaastegniek is ontwikkel om 'n vinnige, effektiewe, kwantitatiewe en kwalitatiewe manier te vind om die absolute inokulumpotensiaal van *Fusarium* spp. droëvrotpatogene in grond wat ná oes aan knolle vaskleef, daar te stel. Hierdie goedkoop en eenvoudige tegniek kan gebruik word om die risiko van opbergingsdroëvrot te voorspel.

Nematodes in die grond veroorsaak mikrowonde aan wortels en stolons, wat aan *Fusarium* spp. maklike toegang tot in die plant

bied. Dit is dus belangrik om nematodes te bestuur. Sorg dat die grondvogvlak tydens oes ongeveer 65% is om beskadiging van knolle deur kluite tydens oes te beperk.

### Behandeling van moere

Behandel alle moere met 'n geregistreerde swamdoder voor plant of behandel die grond tydens plant. Buitelandse navorsers het bevind dat sommige *Fusarium* spp. en/of lyne weerstandig geword het teen van die swamdoders. Ongelukkig is daar vir jare reeds geen soortgelyke navorsing in Suid-Afrika gedoen nie.

### Plant

Indien moerlotte 'n hoë risiko van *Fusarium* inhou en/of indien die land 'n geskiedenis van *Fusarium* siektes het, moet sover moontlik nie in koue of warm grond plant nie om sodoende die stres en vatbaarheid van plante te verminder.

### Oes- en na-oeshantering

Die doelwit met alle praktyke tydens oes- en na-oeshantering moet wees om meganiese beskadiging sover moontlik te voorkom om sodoende die besmetting van moere te beperk.

### Aartappelmoere

Aartappelmoere word in verskillende generasies en klasse gesertifiseer nadat die knolle gesorteer is op grond van visuele simptome van *Fusarium* droëvrot en stingelentverrotting (sien onderstaande tabel).

As grond met *Fusarium* spp. besmet was kan spore aan die oppervlak van die moere in die grond vaskleef. Spore kan die

Siekte	Maksimum toelaatbare % <i>Fusarium</i> besmette aartappelmoere									
	G0	G1-3			G4-6			G7-8		
		Elite	Klas 1	Std.	Elite	Klas 1	Std.	Elite	Klas 1	Std.
Droëvrot	0	0.2	0.5	5.0	0.5	1.0	5.0	1.0	3.0	5.0
Stingelent-verrotting	0	0.2	0.5	3.0	0.5	1.0	3.0	1.0	2.0	3.0
Maksimum gesamentlike %	0	0.2	0.5	5.0	0.5	1.0	5.0	1.0	3.0	5.0

knol binnedring indien die periderm van sodanige knolle tydens hantering beskadig word. Indien die periderm nie beskadig word nie, kan die spore ná aanplanting van die moere die grond besmet. Die behandeling van moere met 'n geregistreerde swamdoder voor plant, word dus aanbeveel.

**Fusarium spesies is monosikliese patogene op aartappels**

- Die grootte van die aanvanklike inokulum in die grond raak

nie binne 'n enkele aanplanting met aartappels groter nie, tensy bykomende inokulum van buite ingebring word.

- Fusarium siektes sal nie noodwendig in die eerste seisoen nadat 'n land besmet geraak het, opgemerk word nie.
- Die inokulumvlak verhoog egter by herhaalde aanplanting van gasheerplante, en daarmee saam, raak Fusarium siektes meer ernstig.

## FUSARIUM DROËVROT KAN MET GANGREEN VERWAR WORD

Gangreensimptome word gewoonlik vereenselwig met klein, donker induikings wat in die skil ontwikkel. Letsels kan tot duimgrootte vergroot as gevolg van die verrotting onder die skil. As knolle oopgesny word, kan diep letsels met 'n skerp rand gesien word, maar simptome kan wissel.



Foto: ARC-VOP

## MOET FUSARIUM VERWELK NIE MET BAKTERIESE VERWELK SIEKTES VERWAR NIE

Fusarium verwelk verskil van bakteriese verwelk siektes in die sin dat laasgenoemde veroorsaak word deur *Ralstonia solanacearum* en sagtevrot patogene wat 'n meer ernstige, groen verwelk sonder vergeling van die blare is.



**Lees meer:**

Aartappels Suid-Afrika, 2015. Beste praktyke vir die hantering van moere [www.potatoes.co.za/research/best-practices](http://www.potatoes.co.za/research/best-practices)

Aartappels Suid-Afrika, 2016. Final Report: Fusarium dry rot in South Africa. [www.potatoes.co.za/research/final-reports](http://www.potatoes.co.za/research/final-reports)

**CHIPS artikels aanlyn beskikbaar by** [www.potatoes.co.za/research/Chips-articles/disease-control](http://www.potatoes.co.za/research/Chips-articles/disease-control)

- Fusarium dry rot of potato in South Africa I: Fungicide treatment of seed pieces (2016)
- Fusarium dry rot of potato in South Africa II: Species associated with dry rot (2016)
- Fusarium dry rot of potato in South Africa III: Effect of temperature on dry rot development of tubers inoculated with different fusarium species (2016)
- Fusarium dry rot on potatoes: Bioassay to predict the risk (2017)

## SIMPTOME VAN DROËVROT

As *Fusarium* besmette stamme oopgesny word, word tipiese verbruining van die vaatweefsel waargeneem (Figuur 1). By knolle het vaskulêre bondels 'n taanbruinkleur (Figuur 2). Die begin van stampuntvrot (Figuur 3) en 'n meer gevorderde

stadium (Figuur 6). *Fusarium*-droëvrotletsels op knolle waar die patogeen toegang tot die knol verkry het deur vergrote lentiselle (Figuur 4). Figure 5 en 6 toon *Fusarium*-droëvrot in 'n gevorderde stadium. Moere met erge droëvrot (Figuur 7).



**ERKENNING:** Dr. Freddie Denner (Rolfes Agri) vir tegniese insette