



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

Bærseminar

3.-4. mars 2020, Olrud

Katherine «Katie» A. G. Nielsen (NIBIO/NMBU)

# Forekomst av resistent gråskimmel i norske og utenlandske jordbærsmåplanter: Testing av småplanter i to år

# «Forekomst av pesticidresistens hos gråskimmelsoppen i importerte og norskproduserte småplanter av jordbær»

- 2018-2019
- Småplanteprøver
  - Nederland (9)
  - Norge (13)
- 365 isolater av gråskimmelsopp
- Fungicidresistenstesting



**Norsk** Innlandet  
**Landbruksrådgiving**



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI



**Forskningsmidlene**

for jordbruk og matindustri



Planteprøve



Inkubering



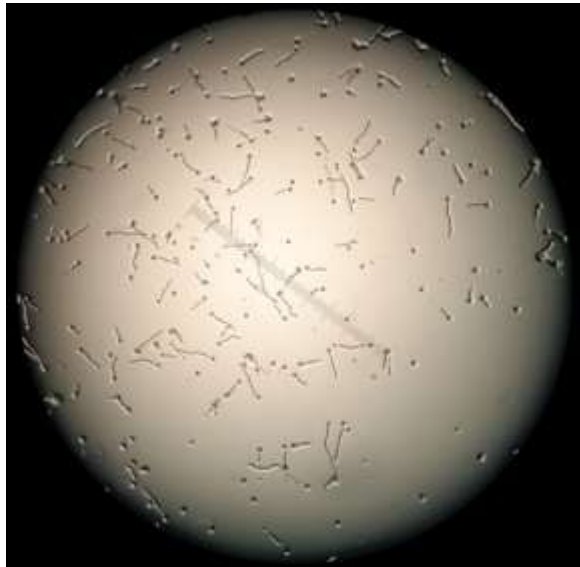
Isolering



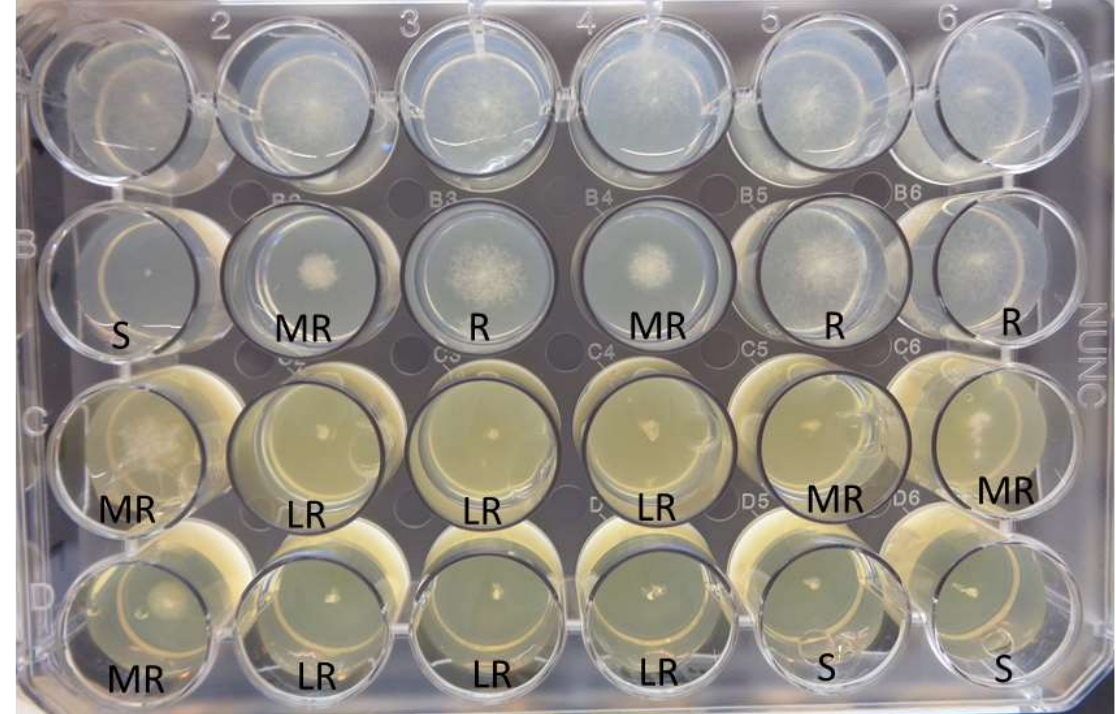
Enkeltsporeisolat

# Metodikk

2018  2019  
Spirehyfetest Mycelveksttest



A



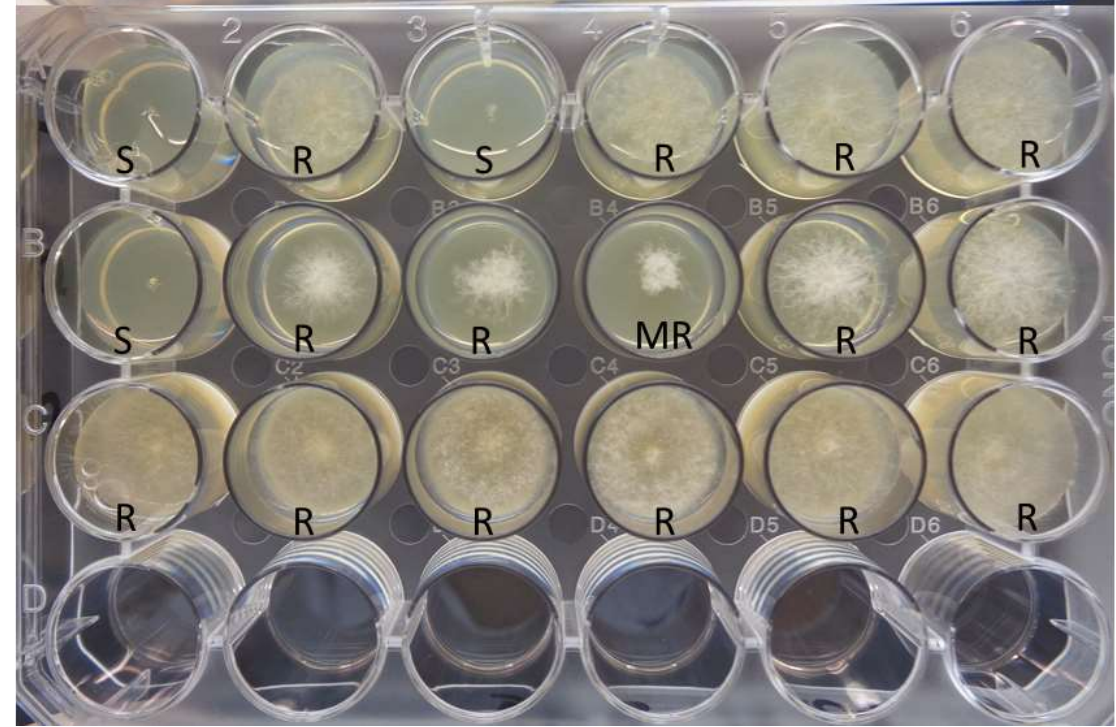
Control  
CZA

4.0 ppm  
pyrimethanil  
CZA

75.0 ppm  
boscalid  
YBA

10.0 ppm  
fluopyram  
YBA

B



50.0 ppm  
fenhexamid  
MEA

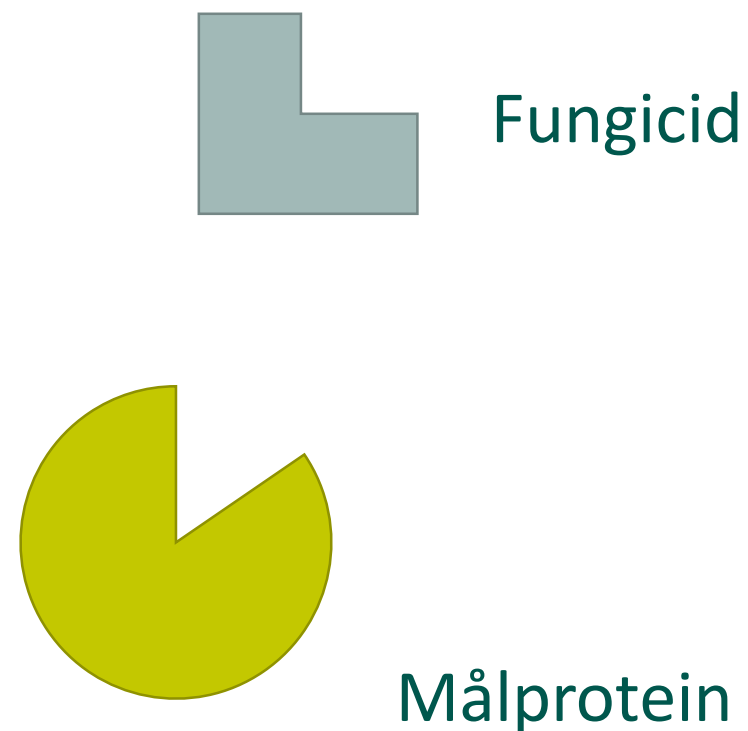
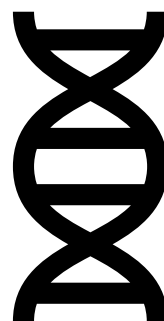
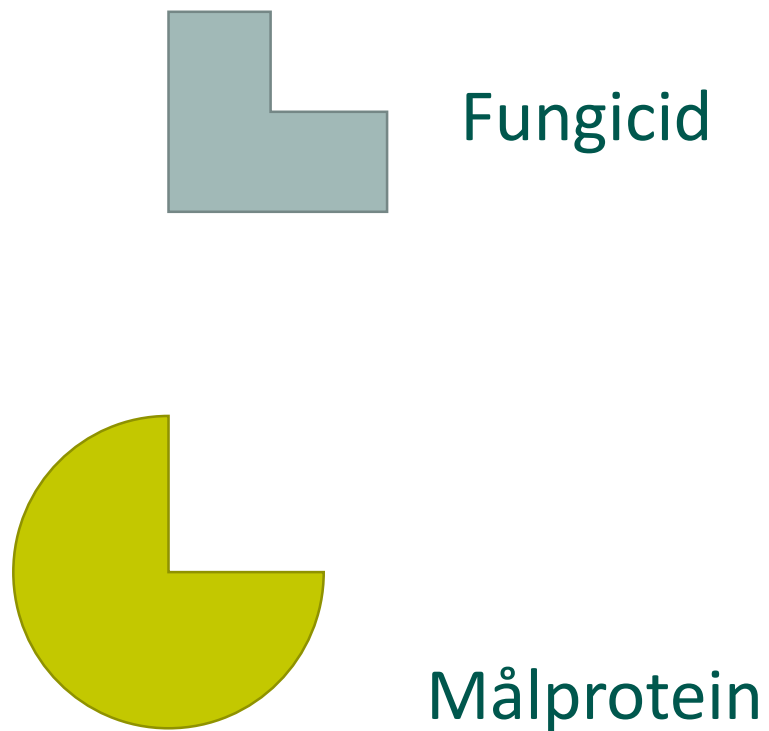
0.5 ppm  
fludioxonil  
MEA

10.0 ppm  
pyraclostrobin  
+  
99.9 ppm SHAM  
MEA

# Hvorfor mycelveksttest?

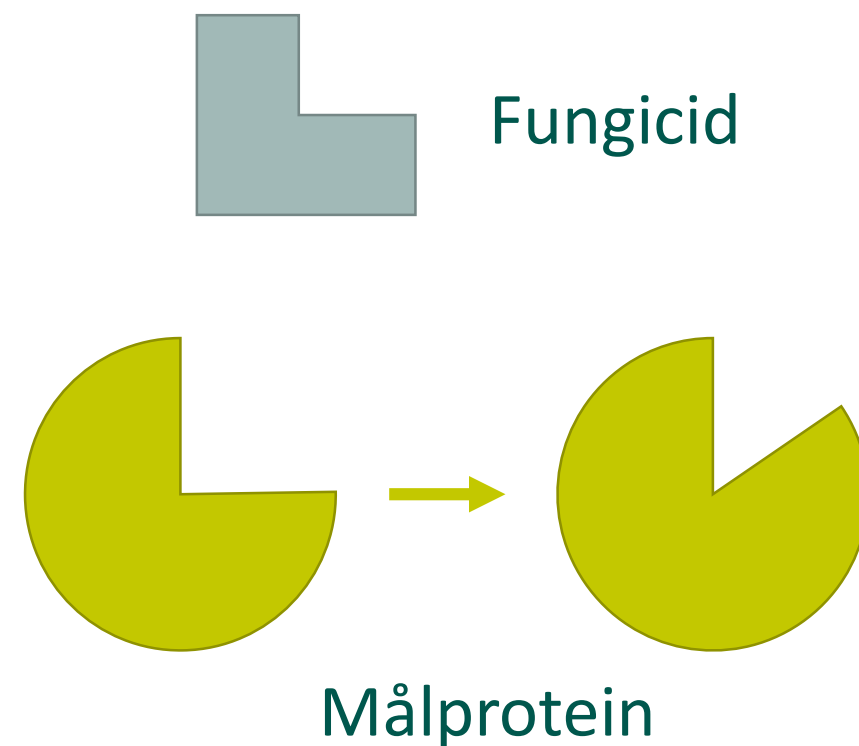
- Tid
- Switch
  - Resistens mot fludioksonil →
- «Delresistens»
- Konsekvenser for virkning i felt
- Resistensmekanismer

# Resistensmekanismer hos soppen: Endring i målprotein

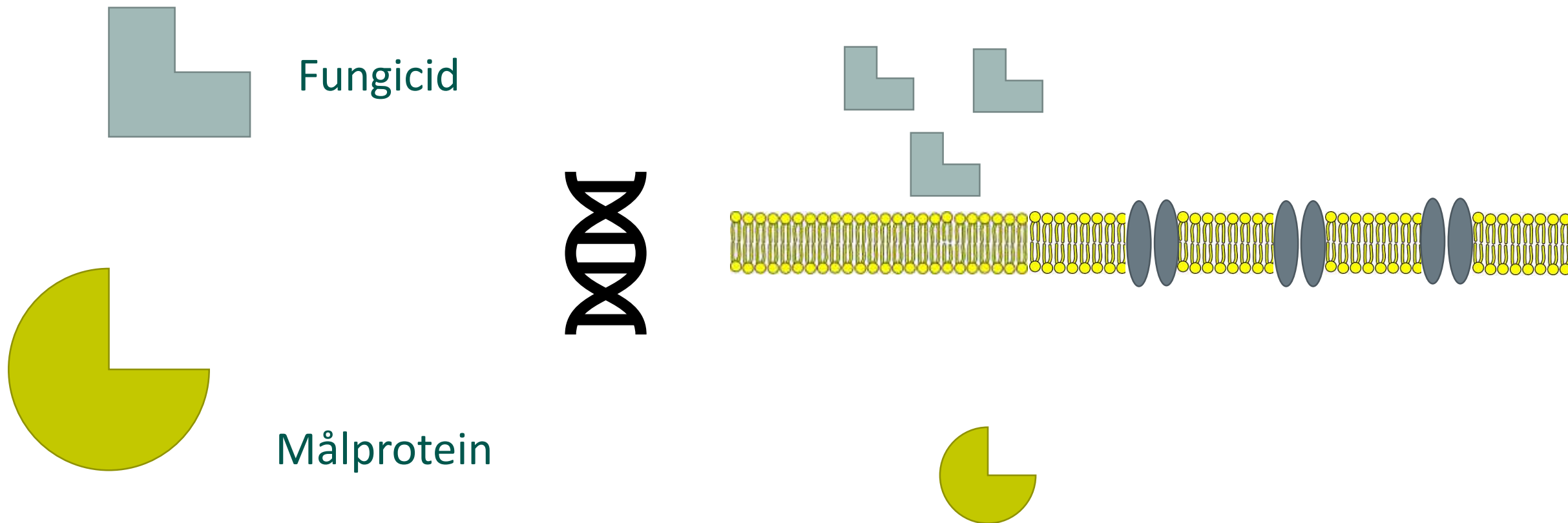


# Resistensmekanismer hos soppen: Endring i målprotein

- Gir spesifikk (høy) resistens
  - Signum (boskalid, pyraklostrobin)
  - Teldor (fenheksamid)
  - Luna Sensation (fluopyram, trifloksystrobin)
  - *Scala/Switch (pyrimetanil/cyprodinil)?*



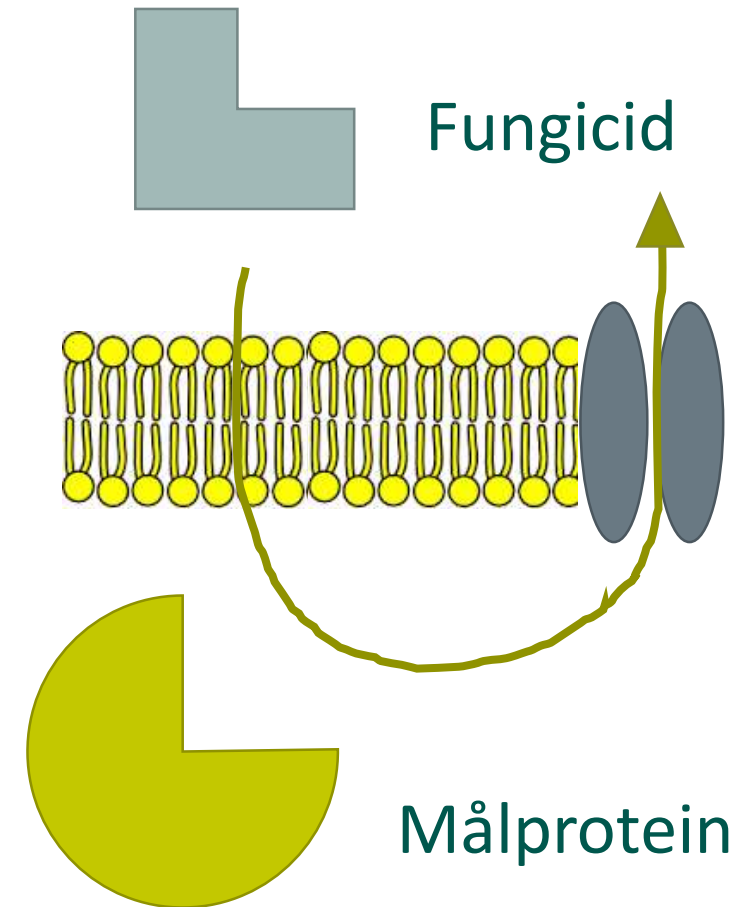
# Resistensmekanismer hos soppen: Efflukspumper





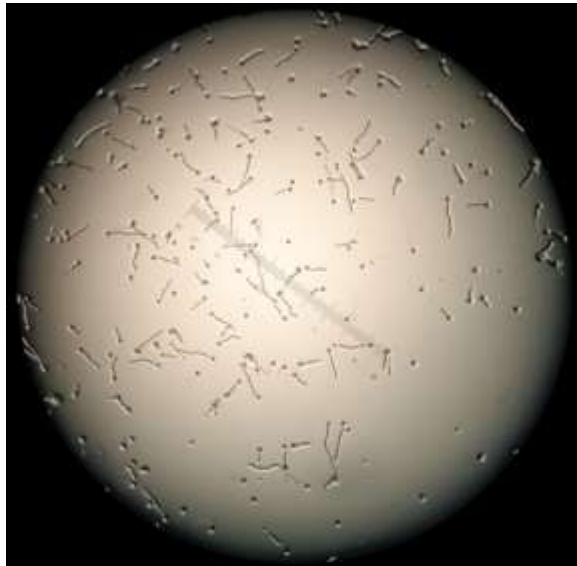
# Resistensmekanismer hos soppen: Efflukspumper

- Gir MDR (multidrug-resistens)
  - Scala (pyrimetaniil)
  - Switch (fludioksonil, cyprodinil)
  - Geoxe (fludioksonil)

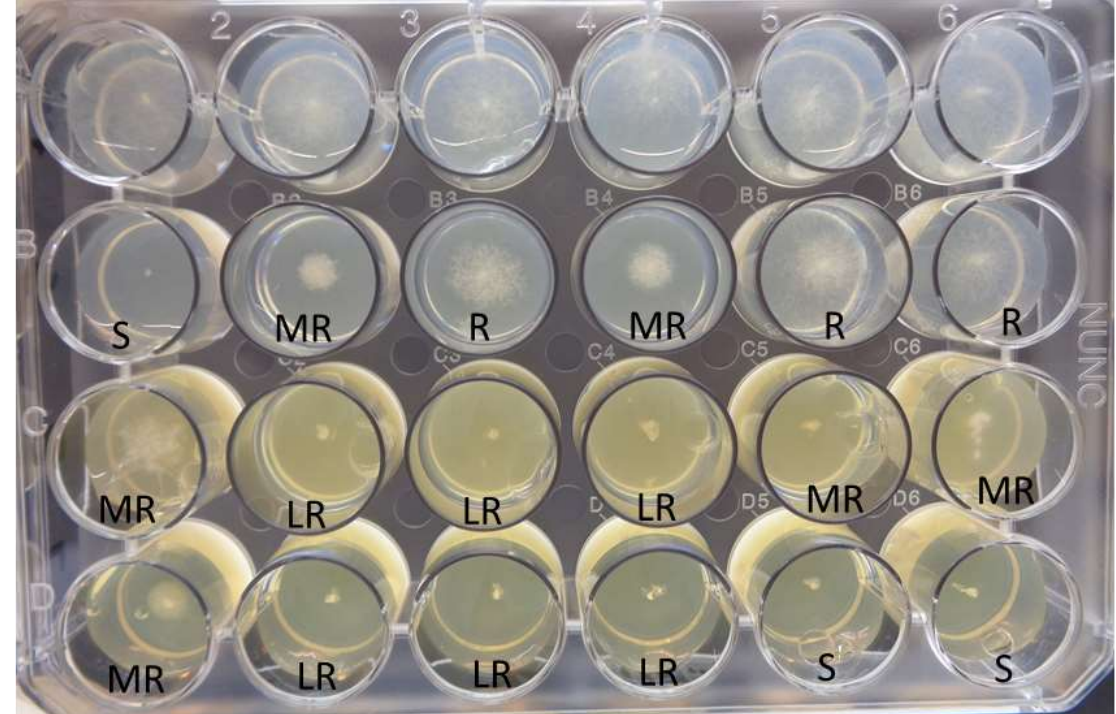


# Metodikk

2018 → 2019  
Spirehyfetest → Mycelveksttest



A



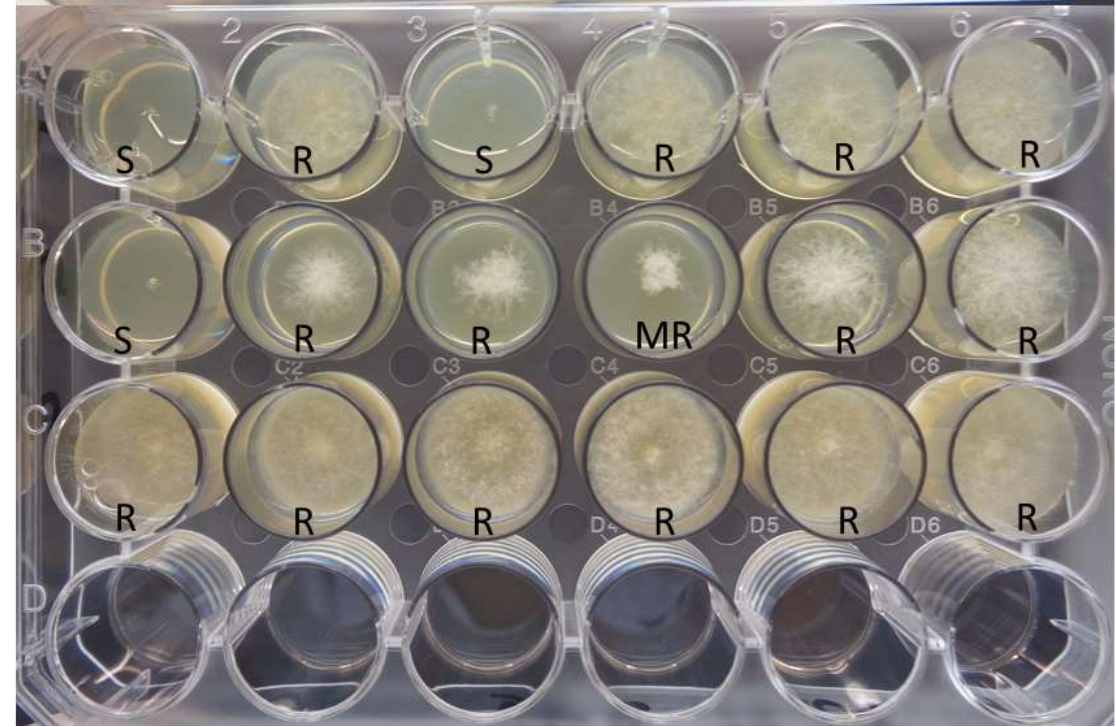
Control  
CZA

4.0 ppm  
pyrimethanil  
CZA

75.0 ppm  
boscalid  
YBA

10.0 ppm  
fluopyram  
YBA

B

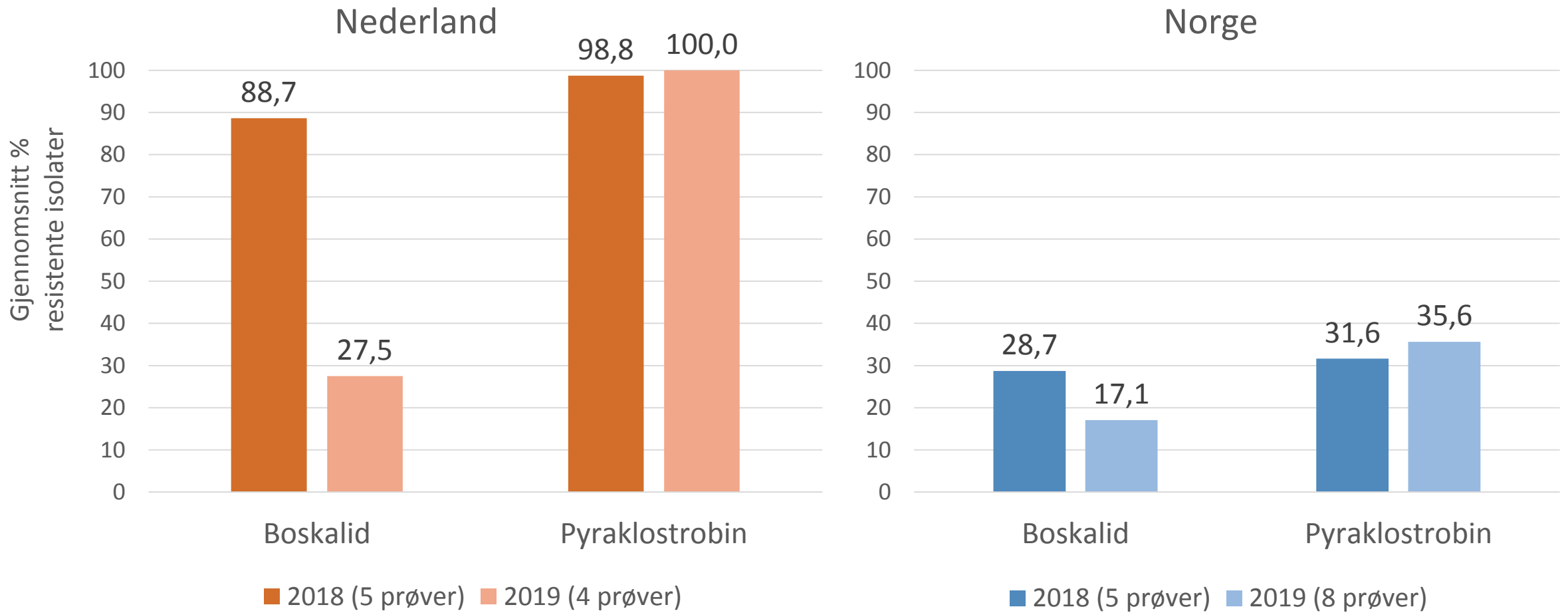


50.0 ppm  
fenhexamid  
MEA

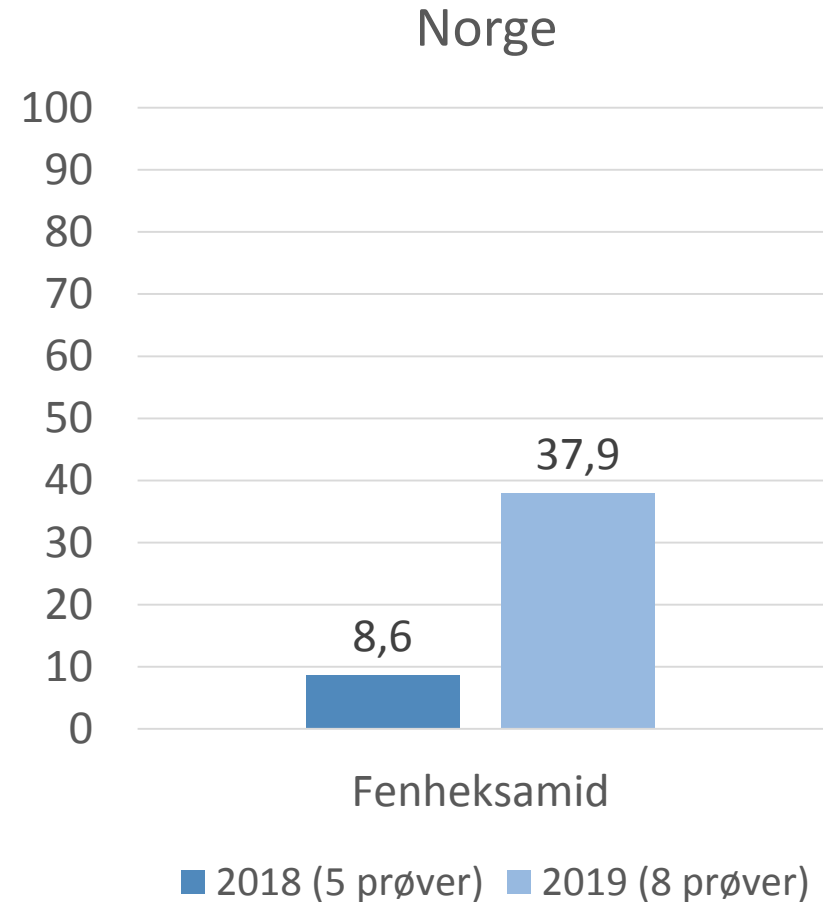
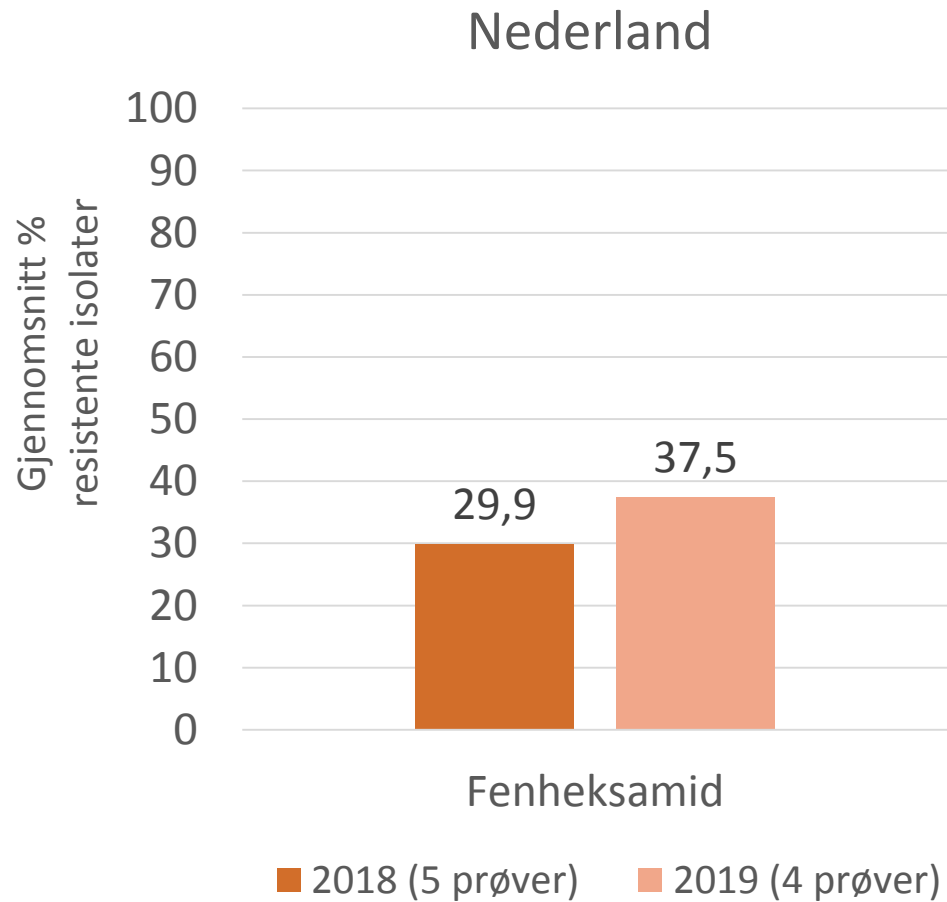
0.5 ppm  
fludioxonil  
MEA

10.0 ppm  
pyraclostrobin  
+  
99.9 ppm SHAM  
MEA

# Signum

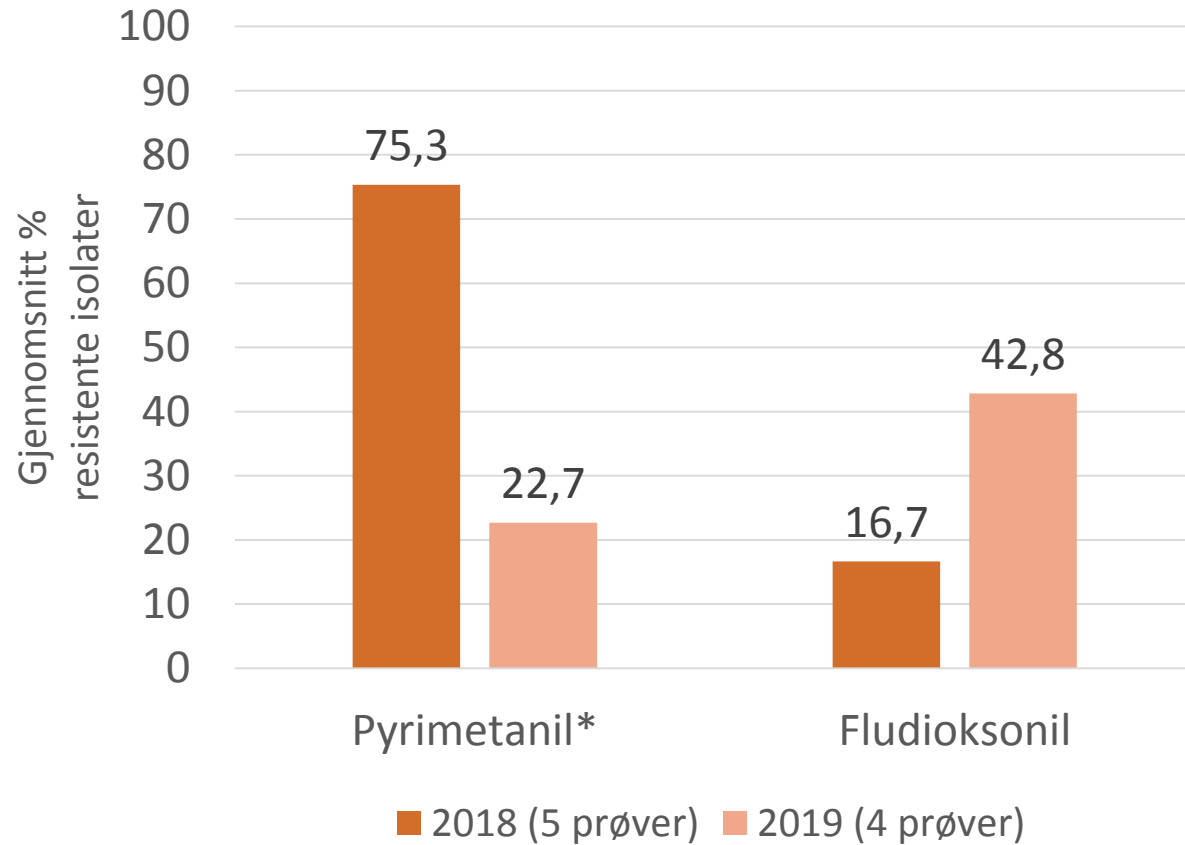


# Teldor

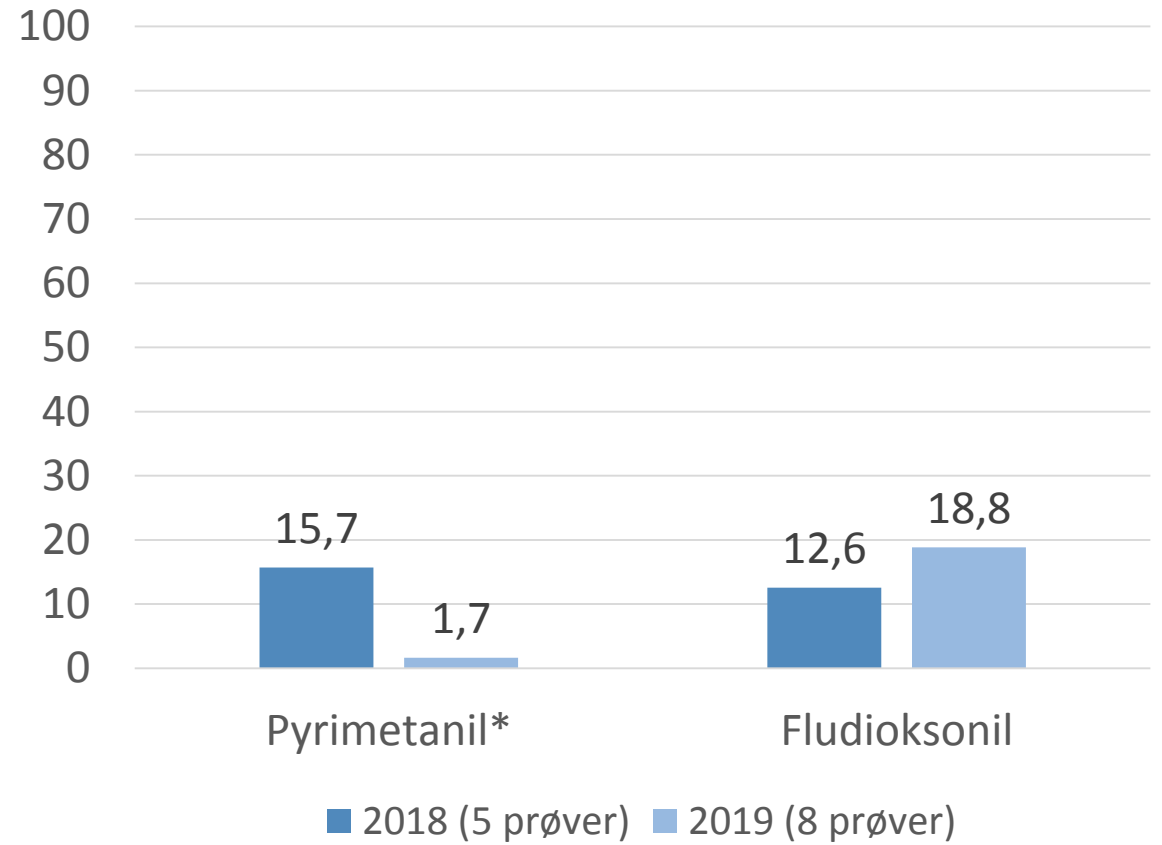


# Switch

## Nederland

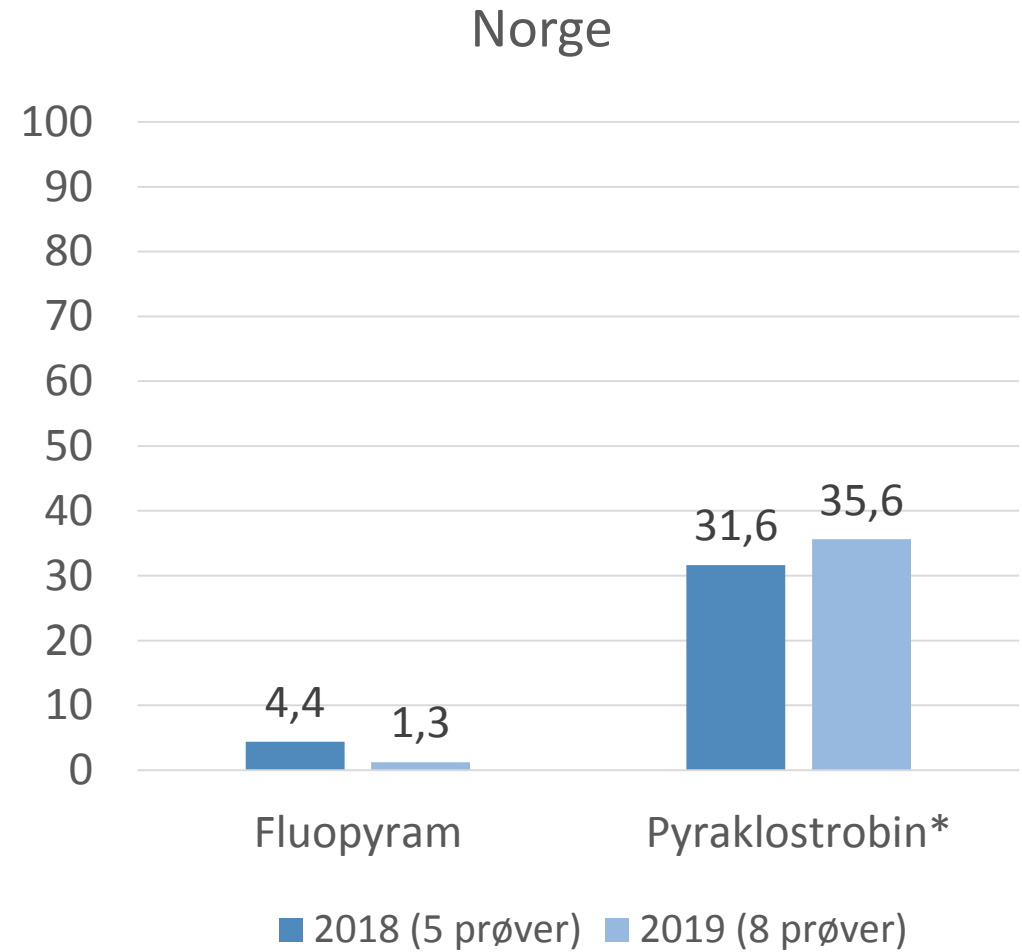
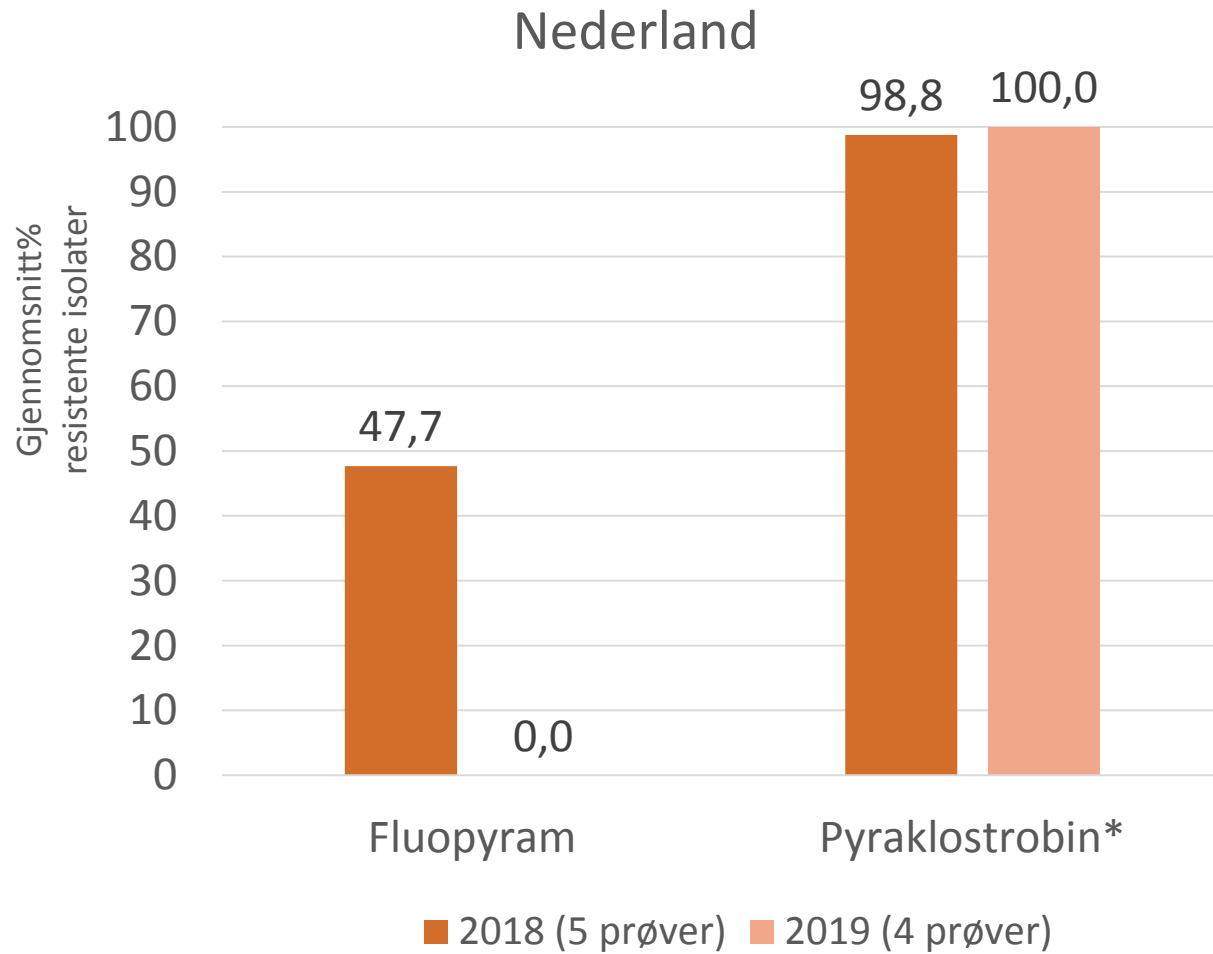


## Norge



\*kryss-resistens med cyprodinil i Switch

# Luna Sensation

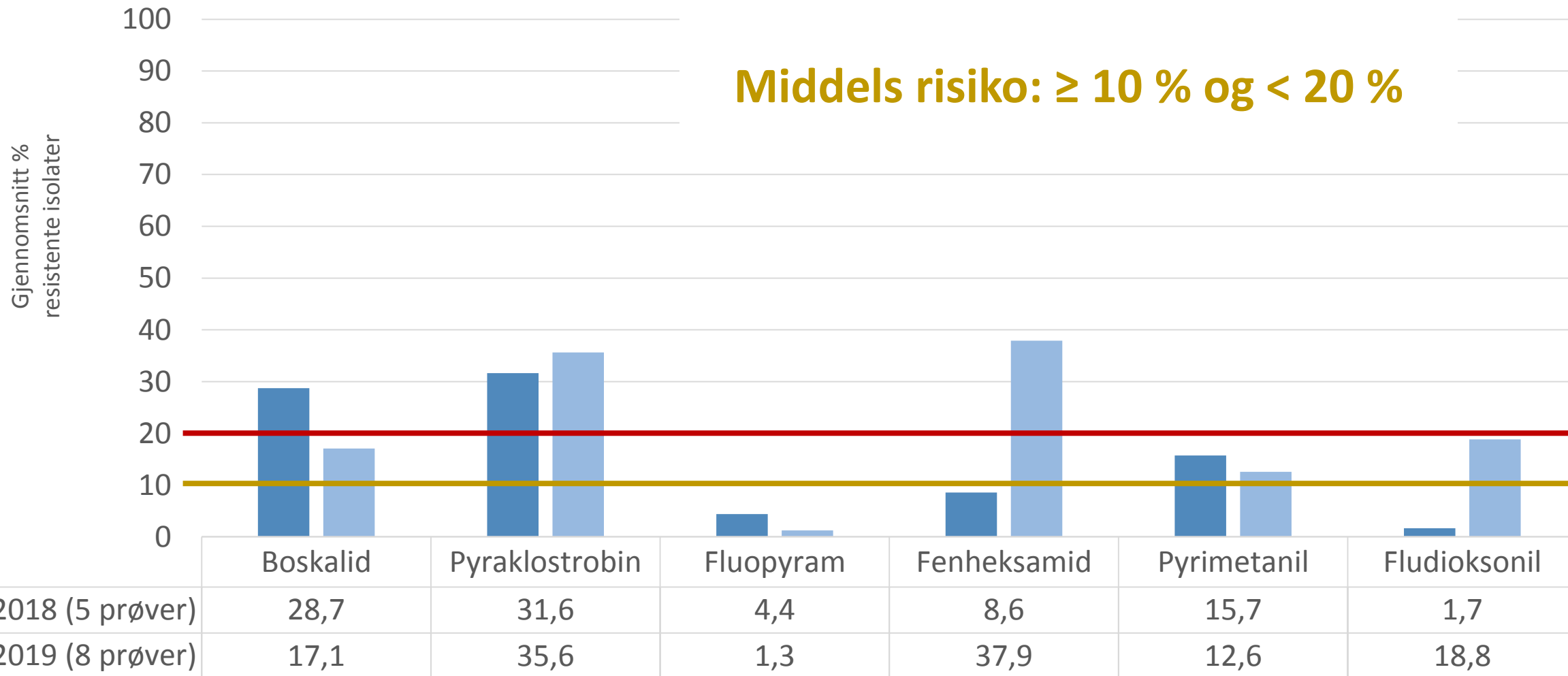


\*kryss-resistens med trifloksystrobin i Luna Sensation

# Tolkning av resultater: Virkning i felt?

**Høy risiko:  $\geq 20\%$**

**Middels risiko:  $\geq 10\%$  og  $< 20\%$**



**Høy risiko: ≥ 20 %**  
**Middels risiko: ≥ 10 % og < 20 %**

Spirehyfetest (2018)			% R	% R	% R	% R	% mR + R	% s + mR	
Mycelveksttest (2019)			% MR + R	% R	% R	% R	% R	% R	
			Luna Sensation				Switch		
			Signum			Teldor		Geoxe	
	Sort	Prøve	Produsent	Boskalid	Pyraklostrobin	Fluopyram	Fenheksamid	Pyrimetanil	Fludioksonil
Nederland 2018	Sonata	48/18		81,3	100,0	56,3	33,3	86,7	31,3
	Rumba	50/18		93,3	100,0	40,0	26,7	46,7	6,7
	Sonata	51/18		100,0	100,0	73,3	33,3	93,3	26,7
	Sonata	52/18		93,8	93,8	43,8	31,3	75,0	6,3
	Rumba	53/18		75,0	100,0	25,0	25,0	75,0	12,5
Nederland 2019	Saga	76/19		35,0	100,0	0,0	75,0	55,0	80,0
	Sonsation	102/19		0,0	100,0	0,0	0,0	15,8	26,3
	Sonata	103/19		70,0	100,0	0,0	60,0	10,0	40,0
	Florence	104/19		5,0	100,0	0,0	15,0	10,0	25,0
Norge 2018	Florence	94/18	NO_1	92,9	92,9	0,0	0,0	42,9	0,0
	Frida	43/19	NO_2	23,1	21,4	7,7	28,6	14,3	8,3
	Korona	95/18	NO_2	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Frida	7/19	NO_3	21,4	21,4	14,3	14,3	21,4	0,0
	Korona	18/19	NO_3	6,3	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Norge 2019	Saga	122/19	NO_2	15,0	20,0	0,0	40,0	10,0	45,0
	Polka	123/19	NO_2	15,8	61,1	0,0	47,4	10,5	15,8
	Saga	106/19	NO_3	35,0	80,0	0,0	60,0	35,0	35,0
	Florence	105/19	NO_4	10,0	25,0	0,0	5,0	0,0	5,0
	Korona	125/19	NO_4	0,0	5,0	0,0	5,0	5,0	0,0
	Saga	126/19	NO_4	5,3	15,8	0,0	15,8	0,0	0,0
	Saga	146/19	NO_5	10,5	15,0	0,0	70,0	10,0	15,0
	Korona	147/19	NO_5	45,0	63,2	10,0	60,0	30,0	35,0



# Multiresistens

Prøve	Luna Sensation			Teldor	Switch	
	Signum		Fluopyram		Pyrimetaniil	Geoxe
	Boskalid	Pyraklostrobin				
146/19	10,5	15,0	0,0	70,0	10,0	15,0

**Multiresistens:**  
 En soppstamme  
 resistent mot flere  
 typer fungicider  
 (≠ multidrug-resistens)

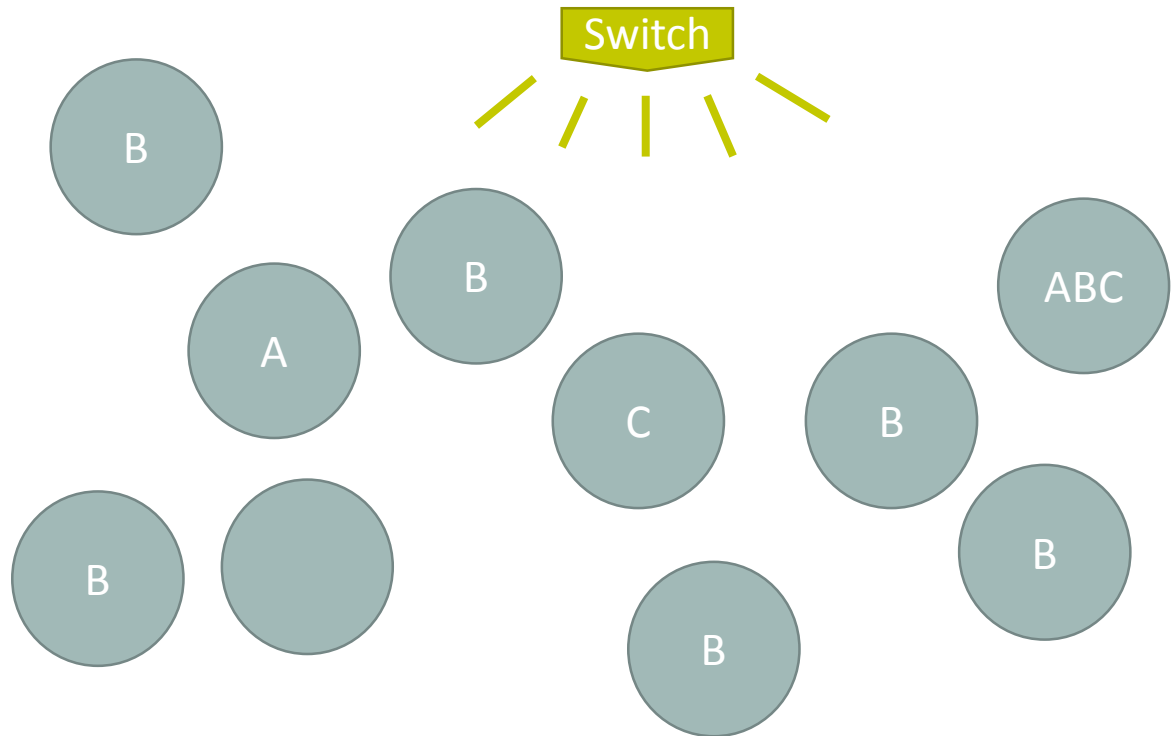
**Kan overleve:**  
 Signum  
 Teldor  
 Switch  
 Luna Sensation?



Prøve	Boskalid	Pyraklostrobin	Fluopyram	Teldor	Pyrimetaniil	Geoxe
S	S	S	S	R	S	LR
MR	MR	R	S	R	R	R
S	LR	LR	S	R	LR	MR
S	LR	R	S	R	LR	MR
LR	R	R	S	R	LR	S
S	LR	LR	S	R	S	LR
S	MR	MR	S	S	S	LR
S	LR	LR	S	R	S	LR
S	LR	LR	S	S	S	S
S	LR	LR	S	S	S	LR
S	LR	LR	S	R	LR	MR
S	LR	LR	S	R	S	LR
S	LR	LR	S	S	S	S
S	MR	MR	S	S	S	LR
S	LR	LR	S	S	S	S
MR	MR	R	MR	R	R	R
S	LR	LR	S	R	S	LR
S	S	S	S	R	S	S
NA	S	S	S	R	LR	R
S	LR	LR	S	R	S	MR

# Multiresistens

Bruk av et soppmiddel kan bidra til å opprettholde resistens mot andre soppmidler når det er multiresistens.



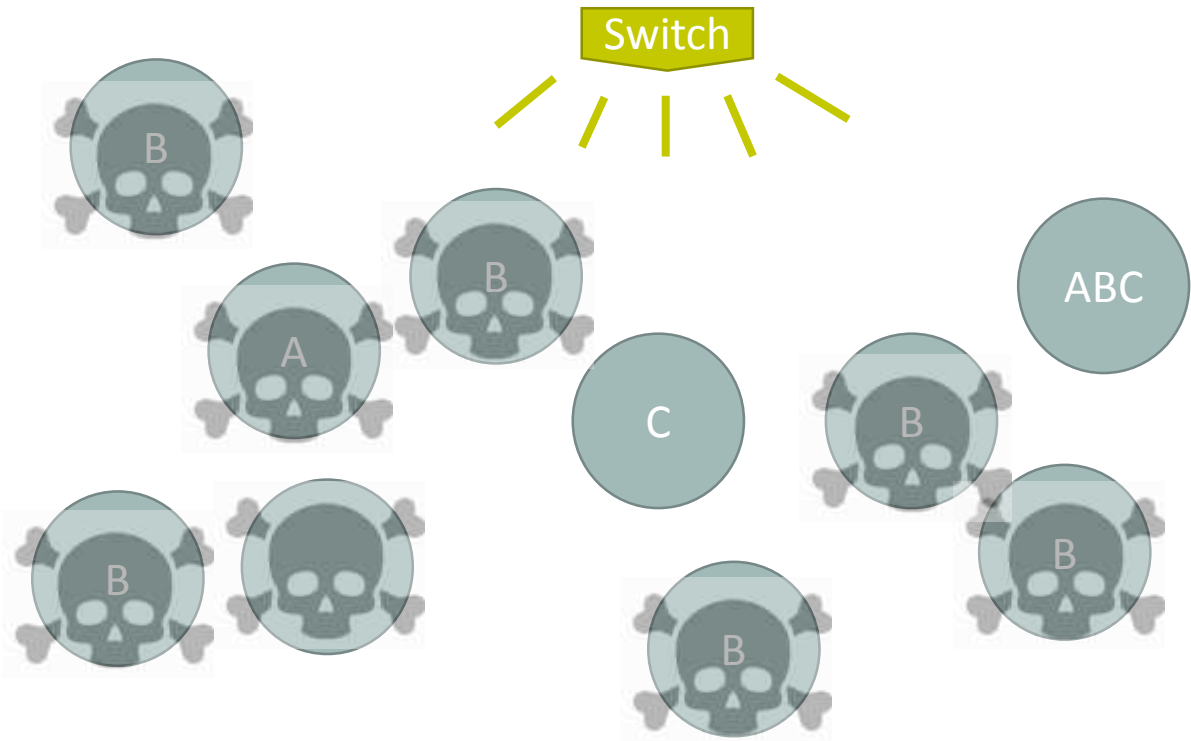
A: Signum (pyraklostrobin + boskalid)

B: Teldor (fenheksamid)

C: Switch (cyprodinil + fludioksonil)

# Multiresistens

Bruk av et soppmiddel kan bidra til å opprettholde resistens mot andre soppmidler når det er multiresistens.



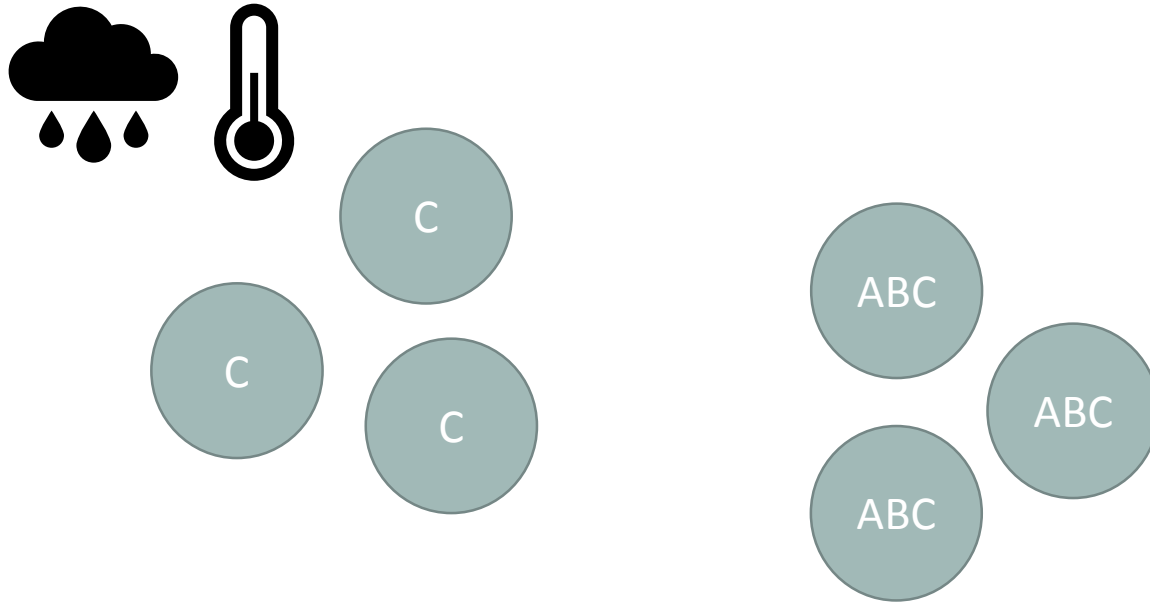
A: Signum (pyraklostrobin + boskalid)

B: Teldor (fenheksamid)

C: Switch (cyprodinil + fludioksonil)

# Multiresistens

Bruk av et soppmiddel kan bidra til å opprettholde resistens mot andre soppmidler når det er multiresistens.

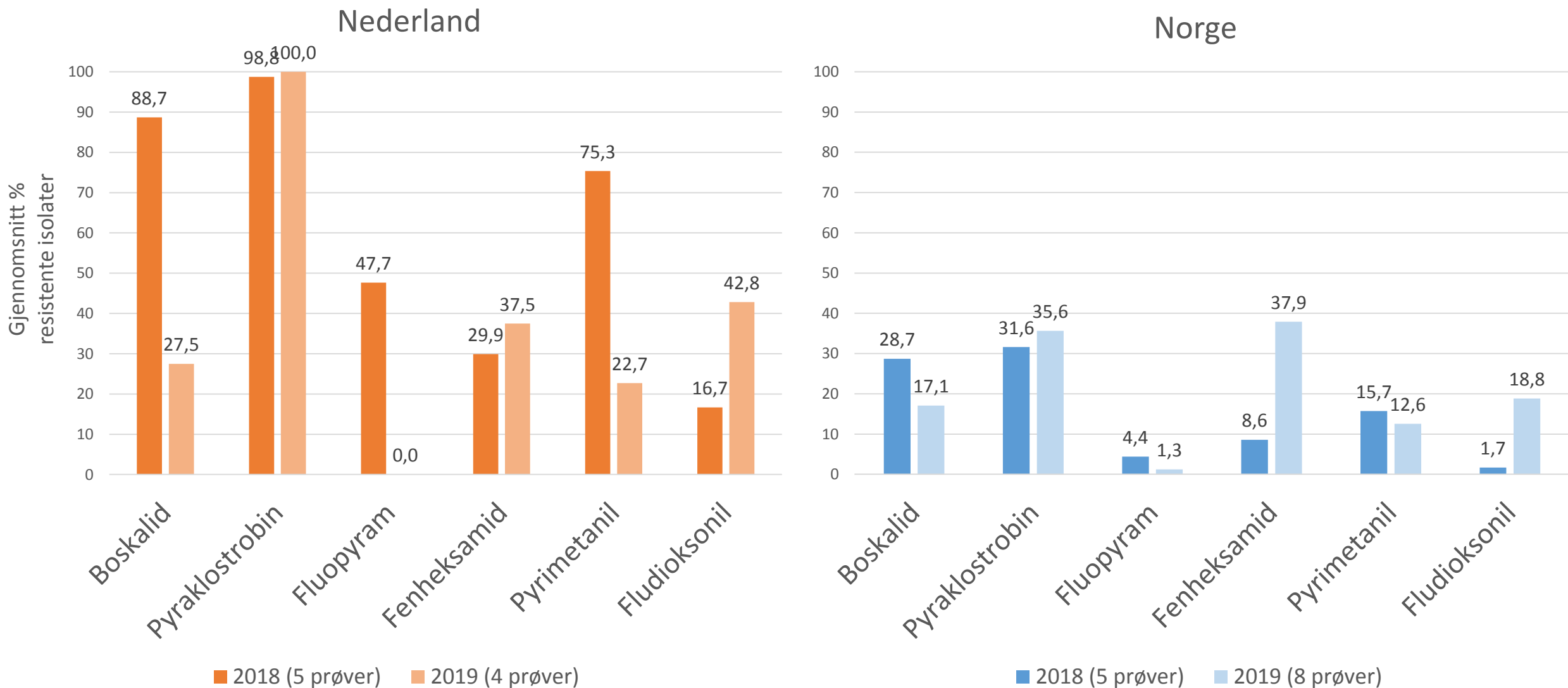


A: Signum (pyraklostrobin + boskalid)

B: Teldor (fenheksamid)

C: Switch (cyprodinil + fludioksonil)

# «Forekomst av pesticidresistens hos gråskimmelsoppen i importerte og norskproduserte småplanter av jordbær» 2018-2019



# «Forekomst av pesticidresistens hos gråskimmelsoppen i importerte og norskproduserte småplanter av jordbær»

- **Fungicidresistente gråskimmel spres med småplanter av jordbær**
- **Viktig smittekilde**
- **Multiresistens!**
- **Resistens mot fluopyram (Luna Sensation) påvist men fremdeles lav**












- Stor variasjon
- Signum- og Teldor-resistens mest vanlig
- Switch-resistens funnet






- Høy resistens mot Signum og Teldor
- Resistens mot Switch mer vanlig

# Status: Fungicidresistens hos *Botrytis* i jordbær

Produkt	SDHI	QoI	KRI (Hydroxylanilides)	AP	PP
Signum	Boskalid 	Pyraklostrobin 			
Teldor			Fenheksamid 		
Switch				Cyprodinil 	Fludioksonil 
Geoxe					Fludioksonil 
Scala				Pyrimetaniil 	
Luna Sensation	Fluopyram 	Trifloksystrobin 			Godkjenning?

SDHI: Succinate-dehydrogenase inhibitors, QoI: Quinone outside inhibitors, KRI: Ketoreductase inhibitors, AP: Anilino-pyrimidines, PP: Phenylpyrroles

## MULTIRESISTENS

-  Høy risikonivå
-  Middels risikonivå
-  Lav risikonivå

# Stor tap til gråskimmel i 2016

## Bønder i krisemøte

Norges Bondelag og Agderbær har bedt om et krisemøte med Landbruksdepartementet som følge av ødelagte jordbæravlinger.



Jordbær Lier har nå også fått gråskimmelsopp. Foto: Berit Roald / NTB scanpix



**Taper 10 millioner, varsler konkurser**



# Resistenstesting 2016

Resistens mot soppmidler hos *Botrytis* –  
årsaken til gråskimmel i jordbær

Status for resistenssituasjonen i jordbærfelt i Agder

- Oppdrag fra Landbruks- og Matdepartementet
- Prøveuttak fra 20 jordbærfelt
- Resistenstesting med spirehyfetest (Weber & Hahn, 2011)

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 61 | 2017



# Rapportert problemer med gråskimmel i 2016

## Fire kategorier:

1. Svært store
2. Store
3. Middels
4. Små



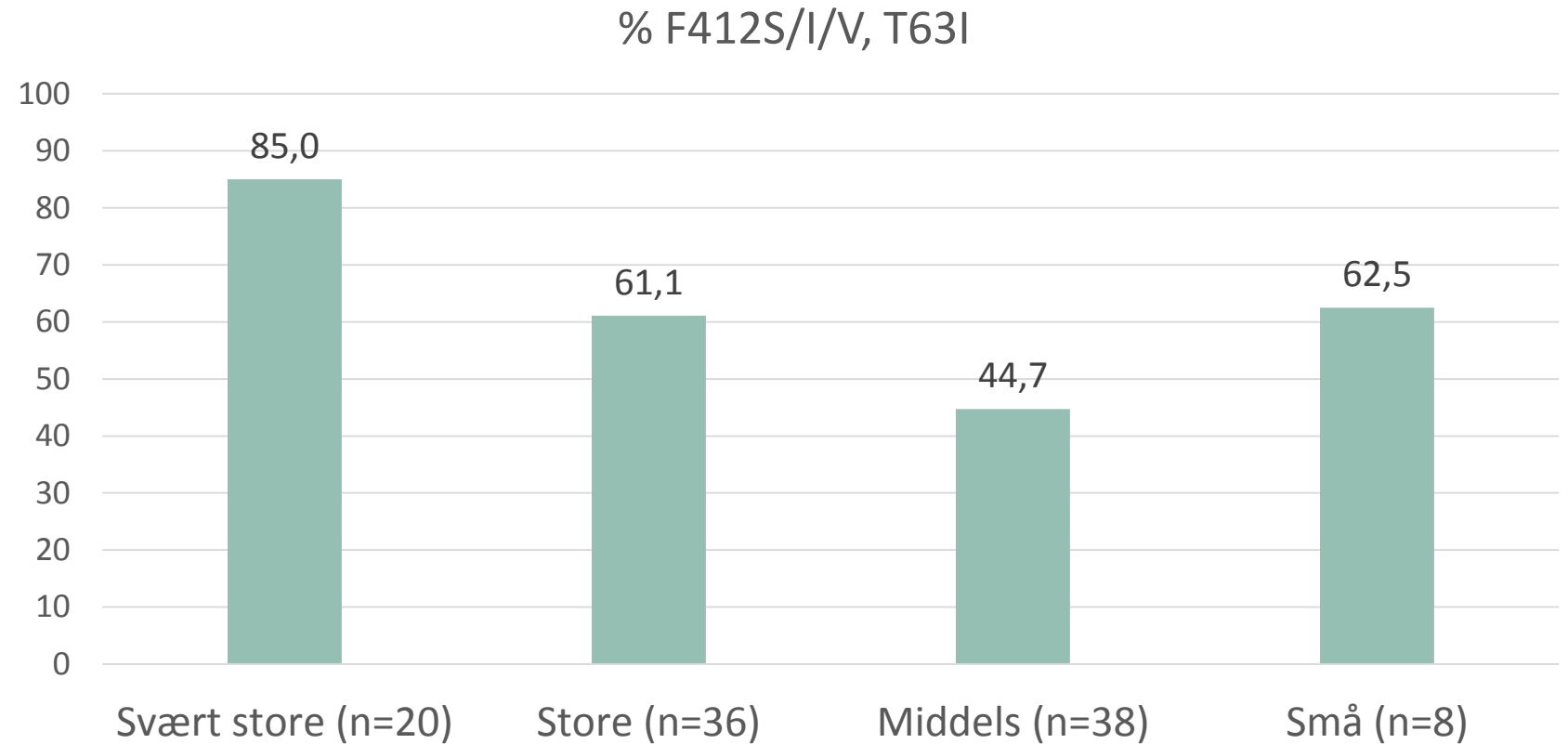
Resistens mot soppmidler hos *Botrytis* –  
årsaken til gråskimmel i jordbær  
Status for resistenssituasjonen i jordbærfelt i Agder



Gunn Mari Strømeng og Arne Stensvold  
Divisjon bioteknologi og plantehelse, Avdeling soppjakkemidler

# Rapportert problemer med gråskimmel i 2016

**Teldor**  
(fenheksamid)

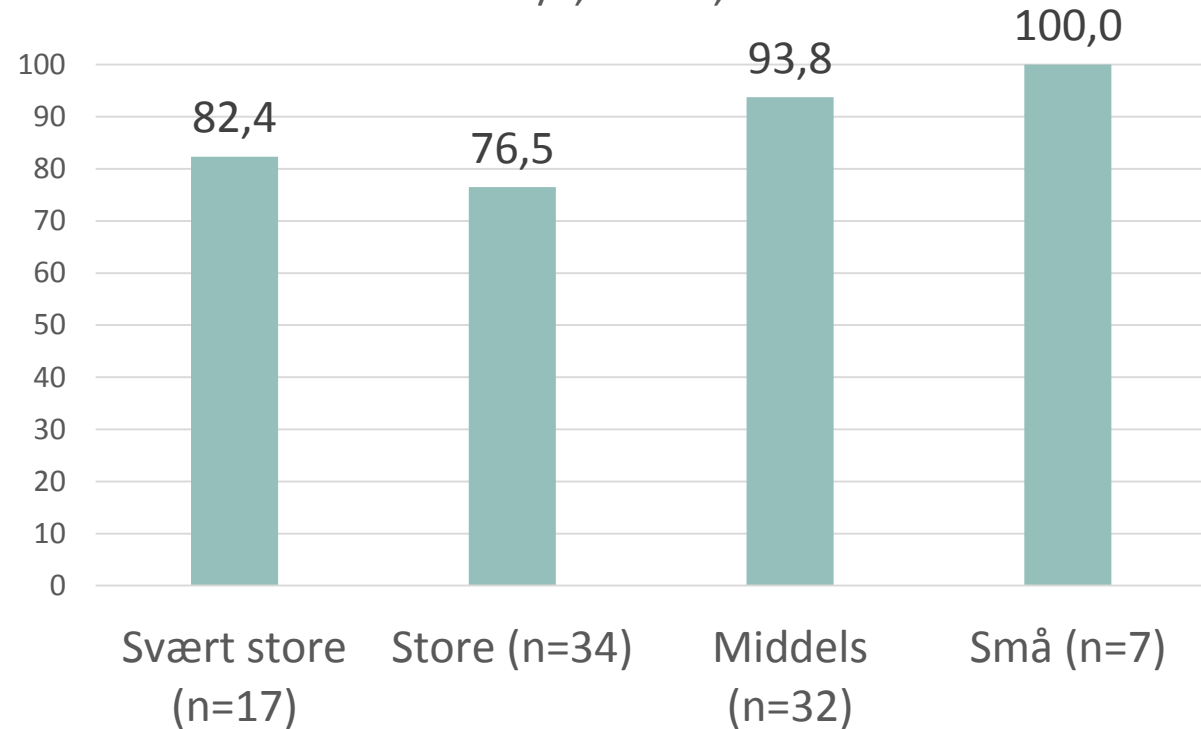


# Rapportert problemer med gråskimmel i 2016

## Signum

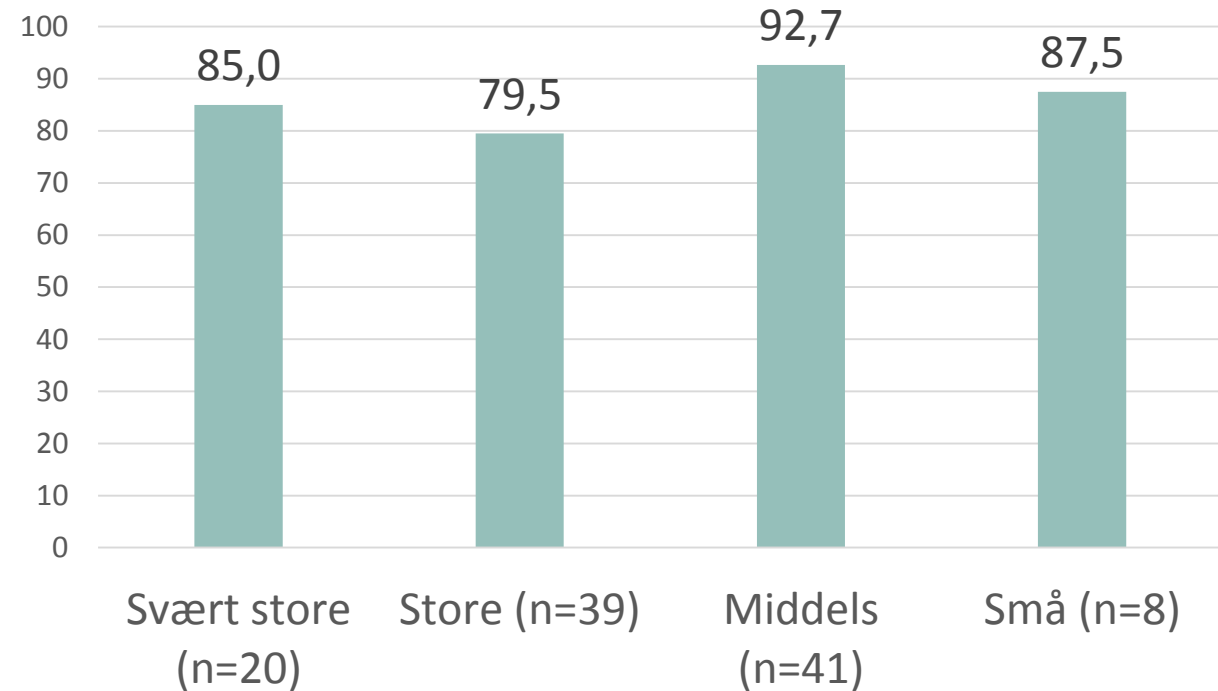
(boskalid)

% H272R/Y, N230I, P225F



(pyraklostrobin)

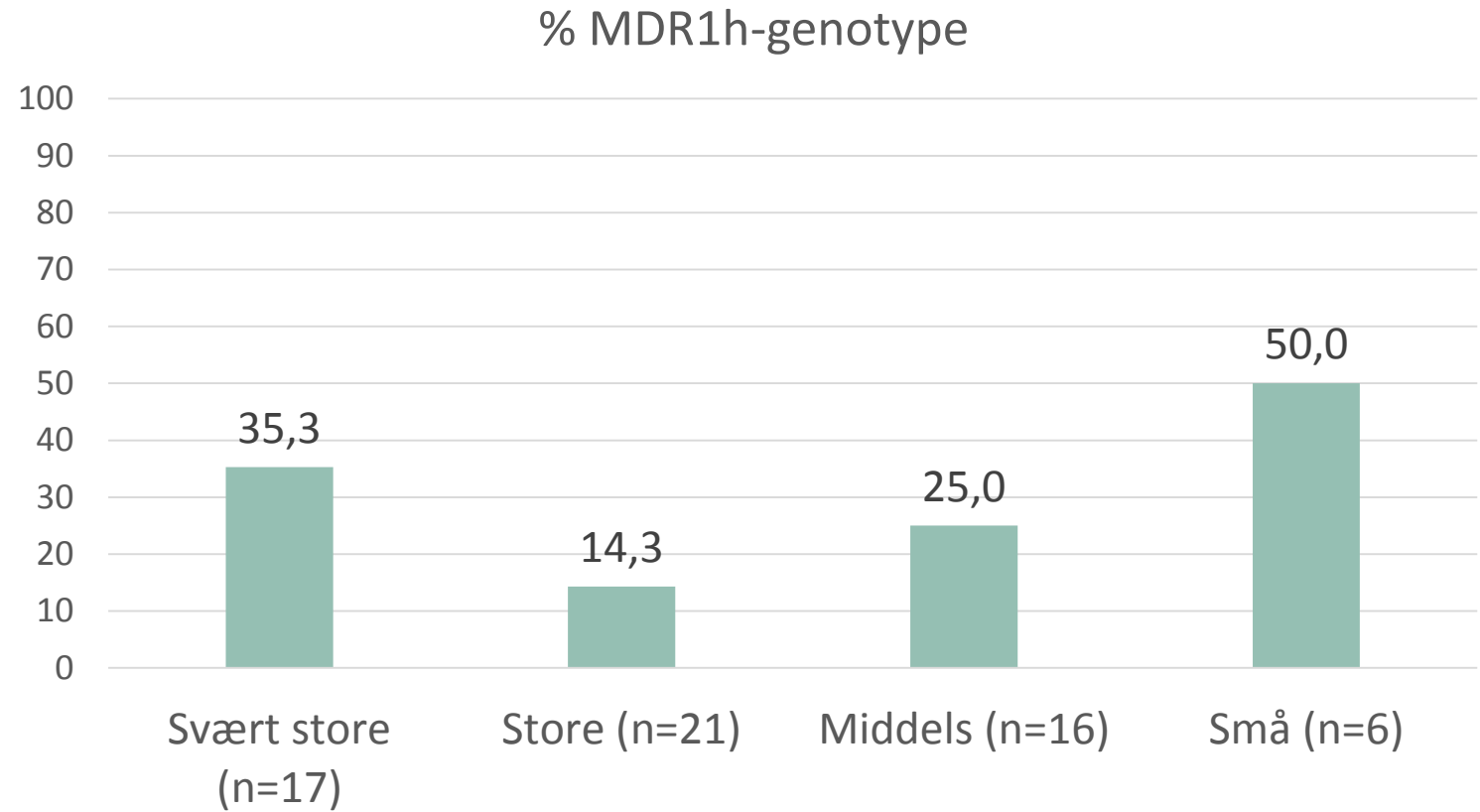
% G143A



# Rapportert problemer med gråskimmel i 2016

## Switch

(cyprodinil + fludioksonil)



# Rapportert problemer med gråskimmel i 2016

- Høy fungicidresistens uavhengig av rapportert problemer
- Flere faktorer bidro til problemer i 2016
- Integrert plantevern (hjelper også med fungicidresistens)
  - Raskt opptørking av plantematerialet
  - Begrenset gjødsling
  - Dyrking i tunnel
  - Fjerning av planterester og råtne bær



Foto: K. A. G. Nielsen

## Soppsykdommer i jordbær og fungicidresistens

### GRÅSKIMMEL

#### Biologi

Gråskimmel i jordbær er forårsaket av arter innen soppselekt *Botrytis*, hovedsakelig *B. cinerea*. Soppen kan infisere alle overjordiske plantedeler, men åpne blomster er mest mottakelige. Infeksjon skjer ved at sopp sporer (konidier) infiserer gjennom åpne blomster i fuktig vær. Hvis det er langvarige fuktige forhold i blomstringen, kan blomstene visne. Men det er vanlig at soppen ligger latent i blomstene og utvikler seg videre ved fuktige forhold under kartutviklingen. En fast, gråbrun råde vil spre seg fra hamsen på bærene fram mot modning.

Gråskimmel danner et typisk gråaktig belegg av mycel med sporebærere og sporer over den råtne delen av det infiserte vevet. Videre spredning til friske bær skjer først og fremst ved kontakt med infiserte bær. Selv om soppen har optimal temperatur rundt 18°C, kan den fortsette å vokse ned mot 0°C. Gråskimmel-soppen overvintrer som mycel og hvileknoller (sklerotier) i planterester. Sklerotier er tettpakkede små klumper av mørkfarga (melaniserte) soppfyfer. Sporedannelse fra dette materialet er smittekilde om våren, og store mengder sporer spres med vinden.



<http://hdl.handle.net/11250/2637503>

# Oppsummering



Fungicidresistens = alvorlig



Resistent gråskimmel inn med småplanter



Integrert plantevern for kontroll og resistens



# Plantevernmiddelresistens: Mutasjon, seleksjon og spredning (RESISTOPP) 2017-2021

Fungicidresistens hos gråskimmelsopp:

Arne Stensvand (prosjektleder)

Gunn Mari Strømeng (tidligere prosjektleder)

May Bente Brurberg

Magne Nordang Skårn

Chloé Grieu

Andrew Dobson

Jafar Razzaghian

Magnhild Sekse Erdal

Katherine «Katie» A. G. Nielsen

Takk for oppmerksomheten!

