



Integrerad bekämpning av klumprotsjuka- för hållbar rapsproduktion

^{1,2}Ann-Charlotte Wallenhammar

¹Zahra Omer, ¹Eva Edin, ³Anders Jonsson

¹Hushållningssällskapet, HS Konsult AB, Örebro/Uppsala/Västerås

² Institutionen för Växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala

³RISE, Research International, Skara



Mellansvenska konferensen, Örebro, 25-26 januari 2023

Disposition

- ✓ Introduktion
- ✓ Resistenta sorter
- ✓ Patotyper
- ✓ Oljerättika
- ✓ Nya riktlinjer



Rapspriset driver odlingen



Örebro län

Förekomst av klumprotsjuka i vårraps och vårrybsfält 1984-1998

	Procent infekterade plantor					
	0	1-10	11-20	21-40	41-100	Totalt
Antal fält i klassen	547	125	31	24	55	782
Procent av alla fält	70	16	4	3	7	100

Klumprotsjuka i Sverige

- Först rapporterad av Eriksson (1906)
- Ansågs vara en förödande sjukdom som nästlat sig in i våra jordar (Olsson, 1939)
- **1940; Raps- och rybsodlingen startar**
- Rapporterades i höstraps (*Jönsson, Sveriges Utsädesförenings Tidskrift, 1969*)
- Våraps och vårrys:
- västra Sverige (*Hedene, Svensk Frötidning, 1985*)
Örebro län (*Wallenhammar, Svensk Frötidning, 1986*) och
(*Wallenhammar, Plant Pathology, 1996*)





Halland april 2006



- Utveckling av DNA- analys (SLF 2006-2008)
- BioSoM (SLU och näringen 2009-2015)
- Integrerad bekämpning av klumprotsjuka i höstraps (SLF 2017-2021)

Kan det vara klumprotsjuka?

- 30 April 2021



Foto: Magnus Häll

Vad påverkar uppförökning och spridning av klumprotsjuka?



Patogenen



Patogen:
*Plasmodiophora
brassicae*

Symtom: svulst

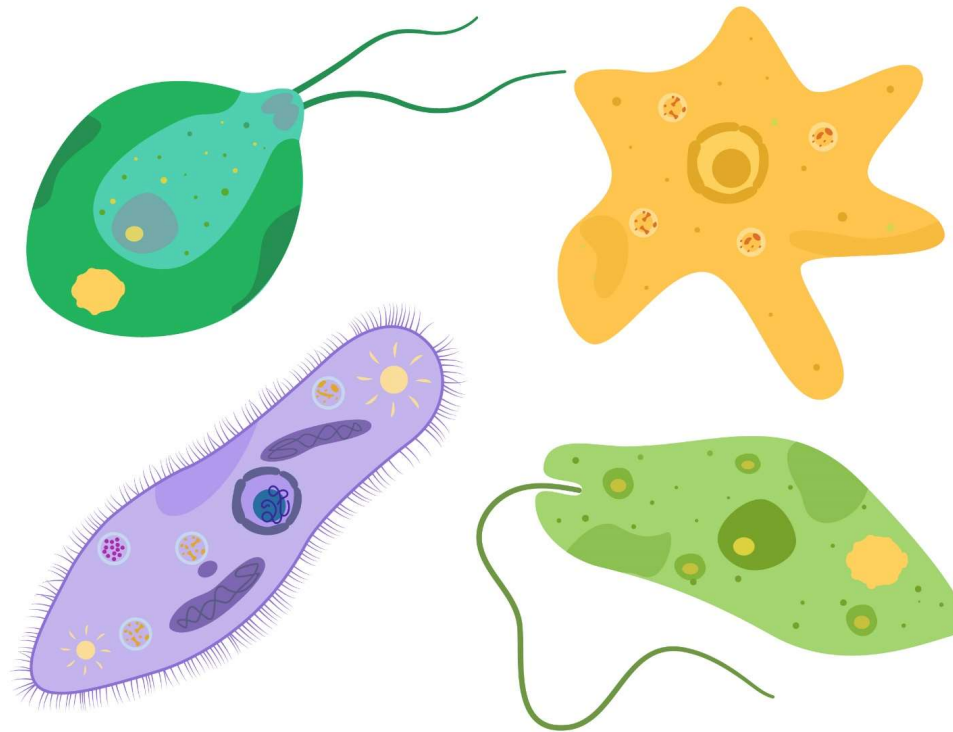
Sjukdom:
klumprotsjuka

Infekterade plantor överlever inte vintern



24 april 2018

Plasmodiophora brassicae är en protist

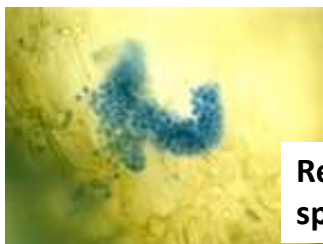


Life cycle of *Plasmodiophora brassicae*

In soil

Root hair infection

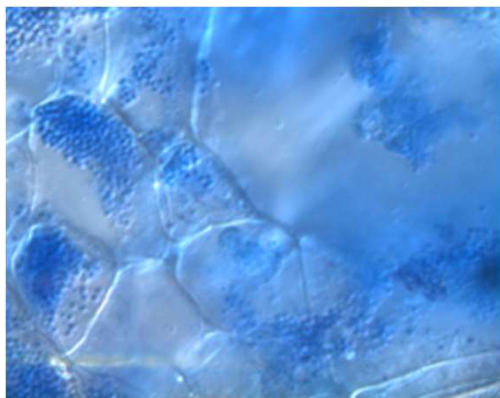
Aniline blue stained resting spores and secondary plasmodia in host tissue



Resting spores

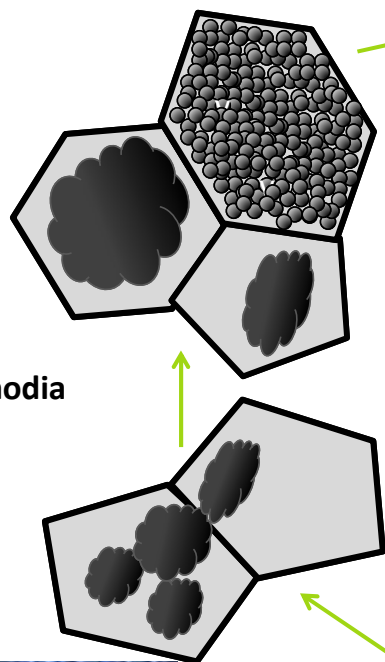


Primary zoospores



Secondary plasmodia

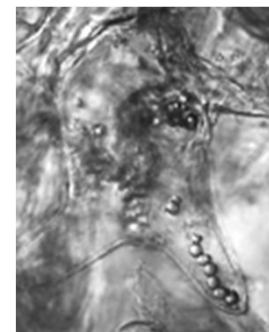
Secondary plasmodia in chinese cabbage: Aniline blue stained in host tissue.



Secondary zoospores

Zoosporangia

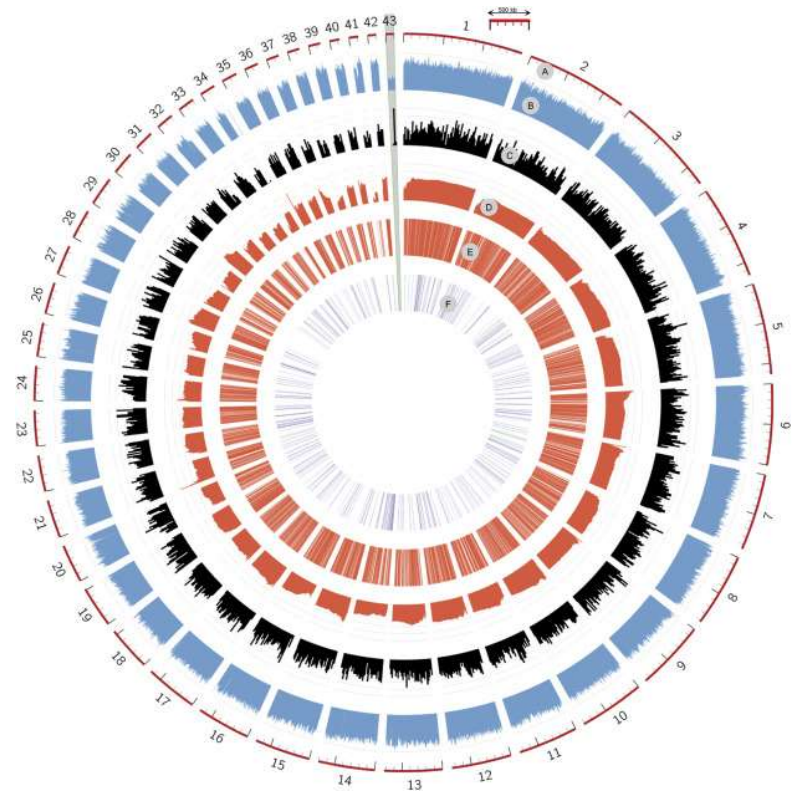
Primary plasmodia



Zoosporangia in root hairs of infected callus

Plasmodiophora brassicae

- Obligat biotrof protist
- Tillhör ordningen Plasmodiophorales i den eukaryotiska supergruppen Rhizaria
- Genomet hos sex olika singlespor isolat sekvenserade. Här enkelsporisolatet eH.



Daval et al. 2019, Genomics 111; 1629-1640

Framgångsfaktorer för infektion



- **Markfukt**
- Zoosporerna behöver markvatten för sin rörelse
- **Jordtemperatur**
 - Optimum mellan 20 och 22°C
 - Gynnsamt mellan 12 och 27°C
- **pH**
 - Infektion uppträder huvudsakligen när pH är lägre än 7,0

Överlevnadsstrategi

- *P. brassicae* är beroende av förflyttning av smittat material för långväga spridning, tex jord, infekterade kålplantor
- Svag långdistansspridning kompenseras av en hög reproduktionsförmåga.
- 1 g infekterad rotvävnad innehåller minst $1-2 \times 10^8$ sporer. Svulstvikt ca 20 g.



145 g jord
5 millioner sporer per g jord

Lång överlevnad

- Vilsporerna kan överleva minst 17 år
- Halveringstid 3,6 år

(Wallenhammar, *Plant Pathol*, 1996, 45, 710-719)

Strukturen hos vilsporernas cellväggar unik

- Kitin 25,1 %
- Protein 33,6 %
- Fetter 17,5 %
- Kolhydrater 2,5 %
- Cellulosa ej detekterbar
- (Moxham och Buczacki, *Trans. Br. Mycol Soc.* 80(2), 291-304 1983)

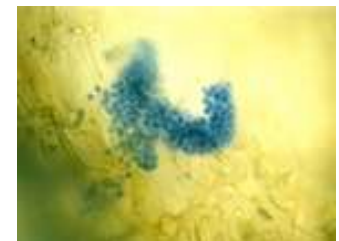


Foto: A. Schwelm



Testa jorden!



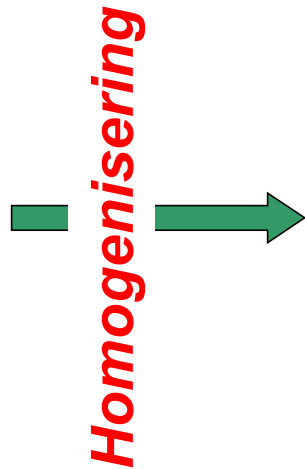
Utveckling av molekylära jordanalyser i Sverige

- 1998 PCR-analys av *Plasmodiophora brassicae*
- 1999 Nested PCR
- (Wallenhammar och Arwidson, 2001)
- 2006 Real time qPCR (Wallenhammar et al., 2012)
- 2009 BioSoM startar 
- 2012 Kommersiella analyser <https://www.biosom.se/>
Eurofins, Scanbi Intertek Diagnostics

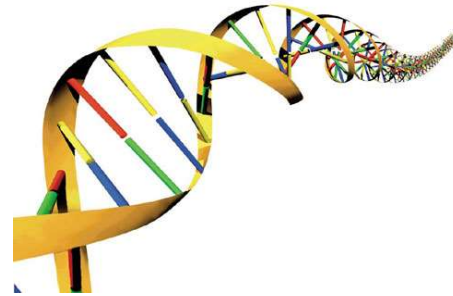
Extraktion och DNA-analys



Jordprovtagning
0,5-2 kg



Extraktion av
DNA ur 0,5 g
jord!

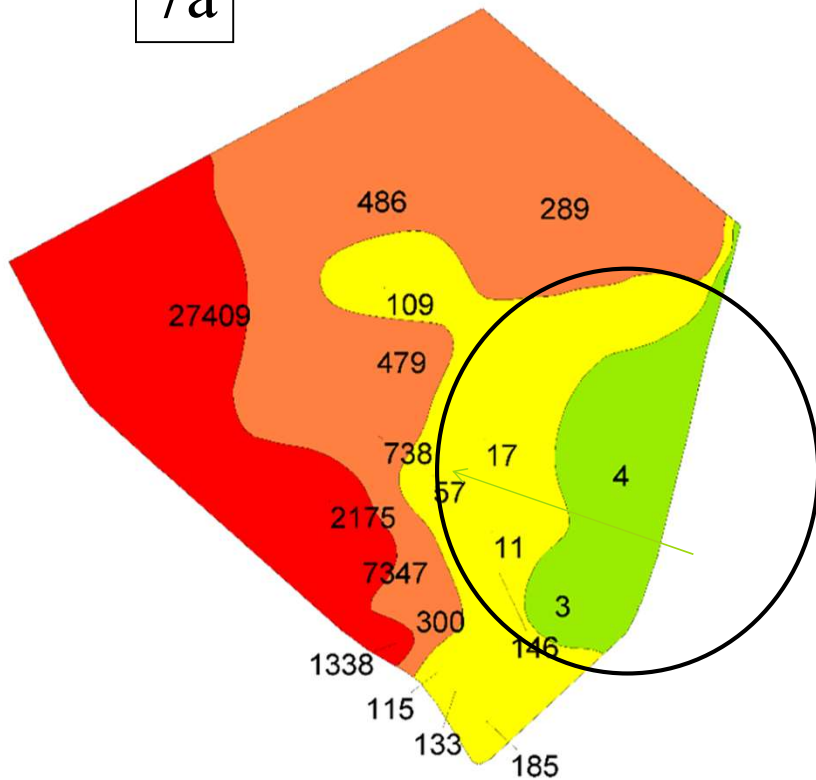


Analys med PCR-
teknik och
artspecifika DNA-
sekvenser

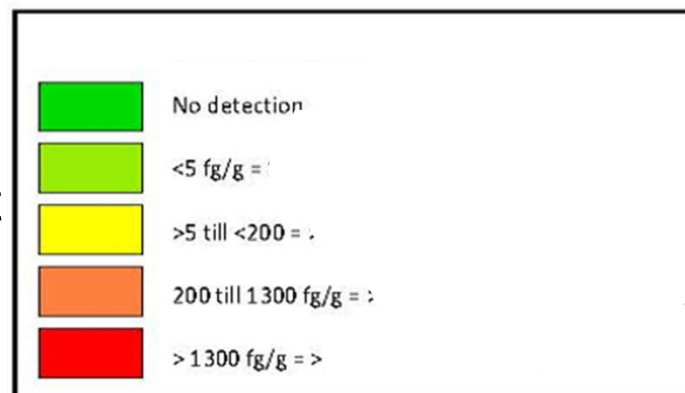
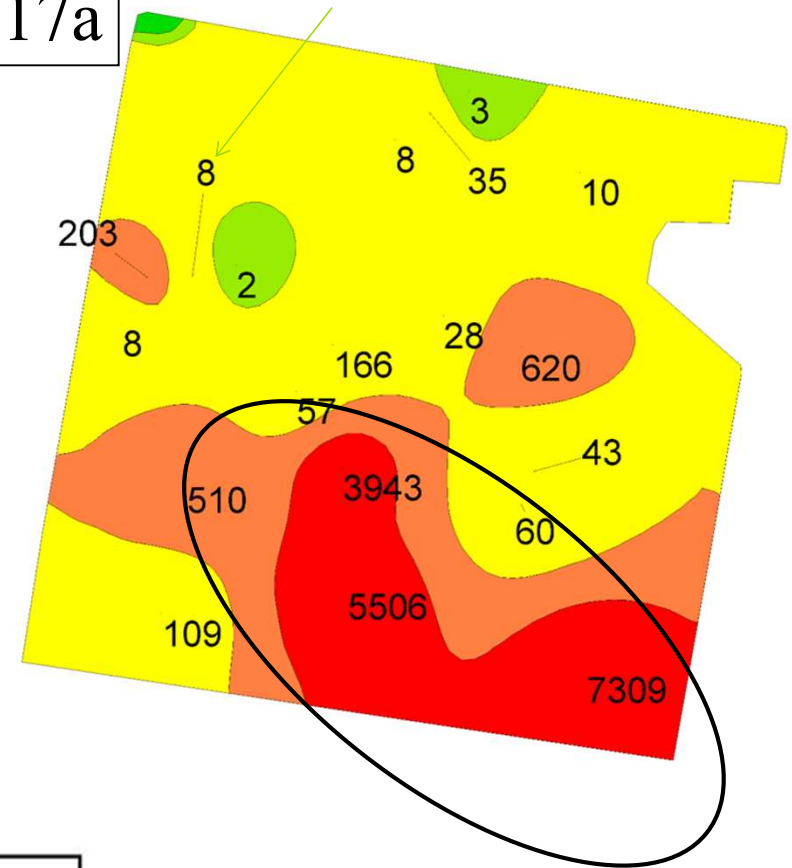
2012: Kommersiella analyser lanseras (Eurofins, Intertek Diagnostics)

DNA från *P. brassicae*

7a



17a



fg (10^{-15}) plasmid DNA g⁻¹ soil

Kan jag odla raps om DNA finns i jorden?



Resistenta sorter

RESISTANCE TO CLUBROOT IN VARIETIES OF TURNIP
AND RUTABAGA¹

By J. C. WALKER

*Agent, Division of Fruit and Vegetable Crops and Diseases, Bureau of Plant Industry,
United States Department of Agriculture, and professor of plant pathology, Uni-
versity of Wisconsin*

INTRODUCTION

Clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) continues to be a major disease of crucifers in many countries. Although it has been known for several centuries and has been the subject of numerous scientific investigations during the past 60 years, entirely satisfactory remedial measures have not been worked out for the important crops on which it occurs. Because of the extreme longevity of the pathogen in the soil the disease becomes one of that group in which control is best obtained through the development of disease-resistant varieties

In 1924 and 1925 Lindfors (22, 23) reported extensive trials of varieties of turnip and rutabaga on clubroot-infested soil in Sweden. Of the fodder turnip varieties he found Svalöf's Yellow Tankard, Dale's Hybrid, Weibull's Sekel, and Weibull's Östersundom the most resistant. Of the rutabaga varieties Studsgaard Bangholm, Wilhelmsburger, Svalöf's Yellow Swedish, and Weibull's Swedish Smooth were the most resistant, while Svalöf's Bangholm, Weibull's Bangholm, Weibull's Imperial, and Weibull's Trondhjem were very susceptible. None of the turnips or rutabagas was completely resistant, however, for even the Studsgaard Bangholm was completely destroyed by the disease on poorly drained, acid soil.

Resistenta sorter är det mest effektiva vertyget för att hantera klumprotsjuka

- **2013** Europeiska höstrapssorter med resistens (**Kr**) testas på försöksytor med naturligt smittad jord av Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare (OS7-25)
- Ett utbud av **Kr- höstrapssorter** finns på marknaden och skördepotentialen förbättras



Mål



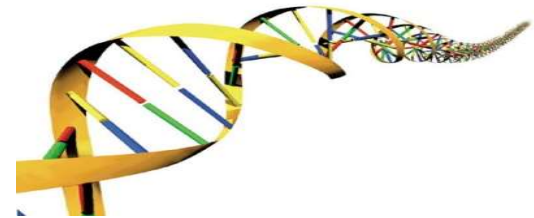
Ta fram ett beslutsunderlag
för hållbar odling av
höstraps på fält
där *P. brassicae* förekommer

Bedöma om oljerättika kan
integreras som fånggröda i
en rapsväxtföljd.

Material and metoder

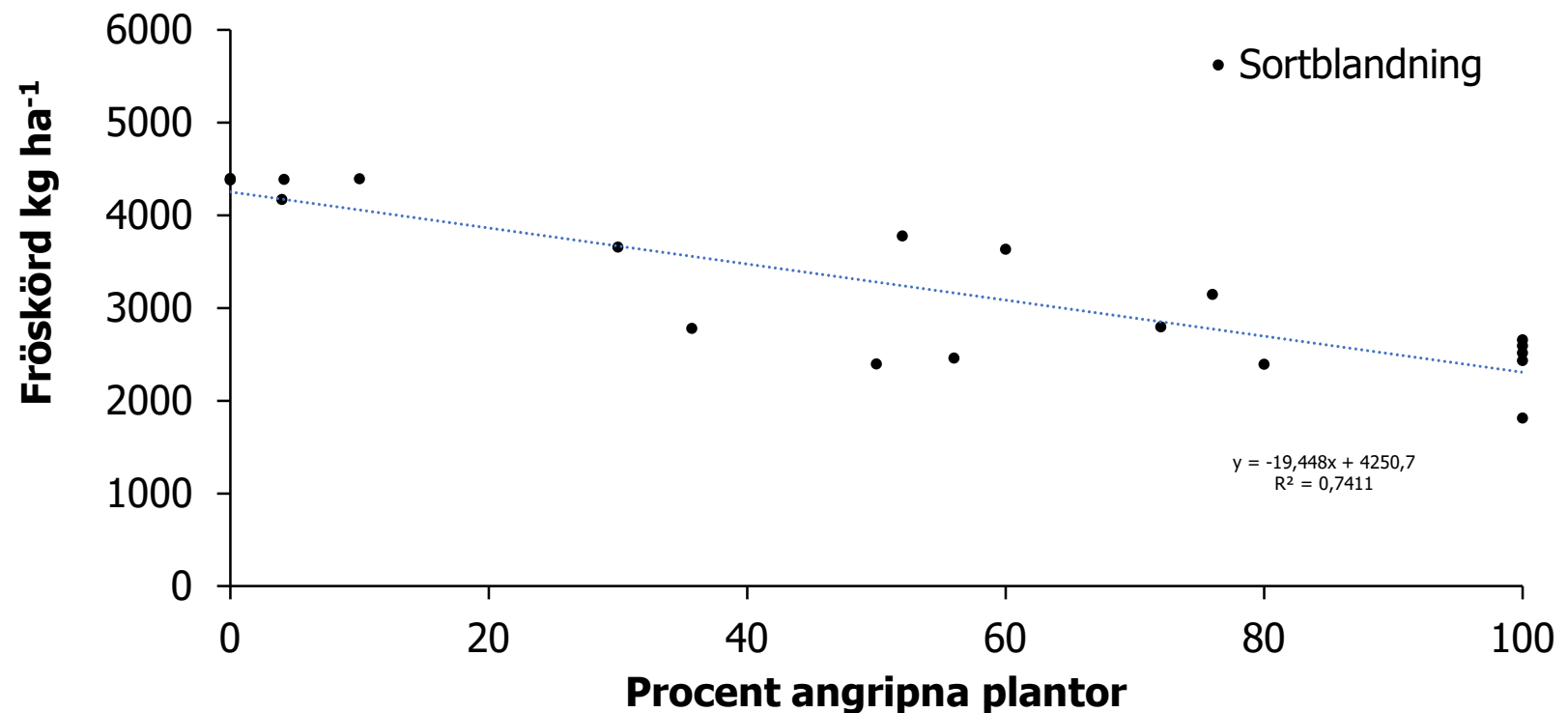
Tre Kr-sorter utvärderades i jämförelse med mottaglig sortblandning i sju fältförsök 2017 och 2018 i Skåne och Närke i jord med befintlig smitta.

1. 'Sortblandning' (mottaglig)
(Avatar, Dariot, Explicit, Exstorm
(Avatar, Explicit, Mercedes, Harnas)
 2. NPZ Mentor
 3. SY Alister
 4. LI Archimedes
- ✓ Jordprov togs rutvis i samband med sådd, torkades, preparerades och analyserades med qPCR.
 - ✓ Biotester utfördes i klimatkammare
 - ✓ Bestämning av rotangrepp i november



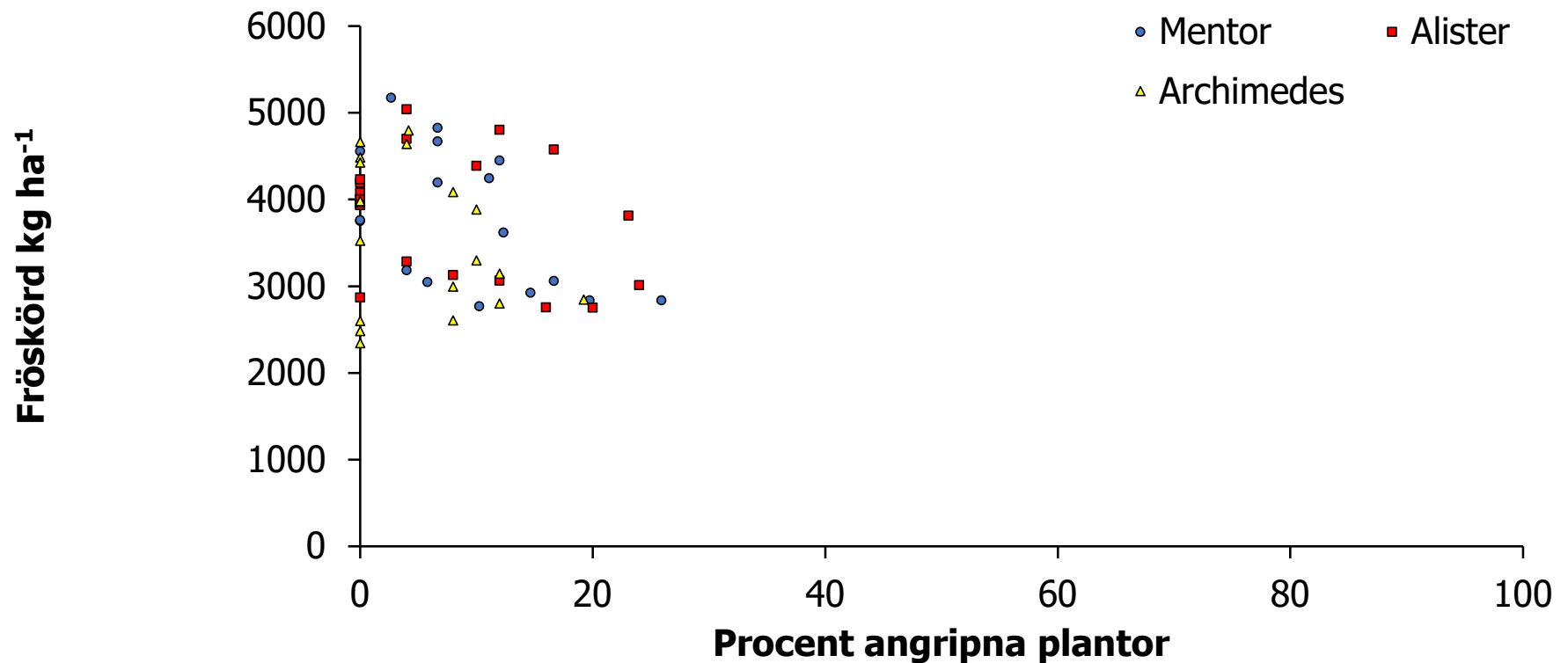
Hur stor blir förliusten vid ett angrepp?

Samband mellan procent angripna plantor och fröskörd för mottaglig sortblandning på fyra försöksplatser i Skåne och Närke 2018 och en försöksplats i Närke 2019



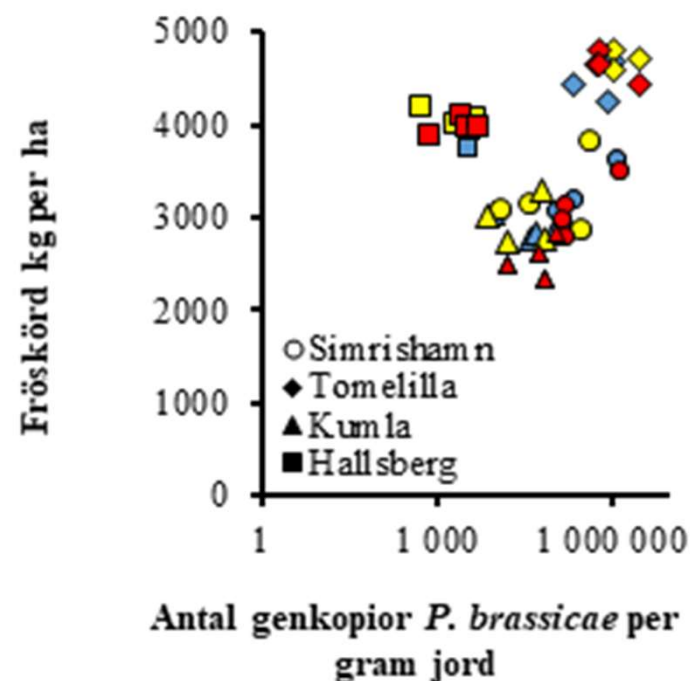
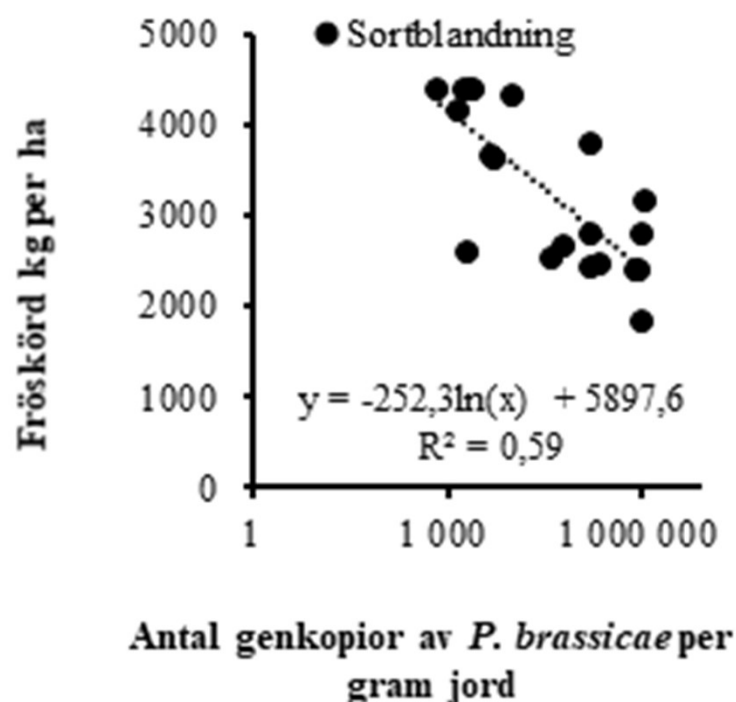
Infekteras resistenta sorter?

Samband mellan procent angripna plantor och fröskörd för resistent sorterna Mentor, Alister och Archimedes på fyra försöksplatser i Skåne och Närke 2018 och en försöksplats i Närke 2019



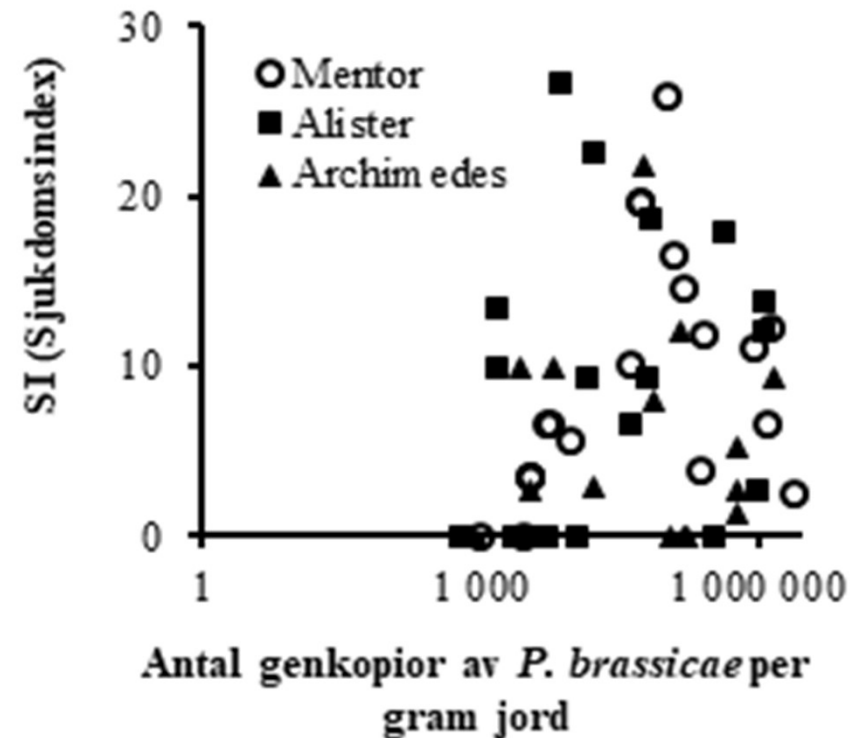
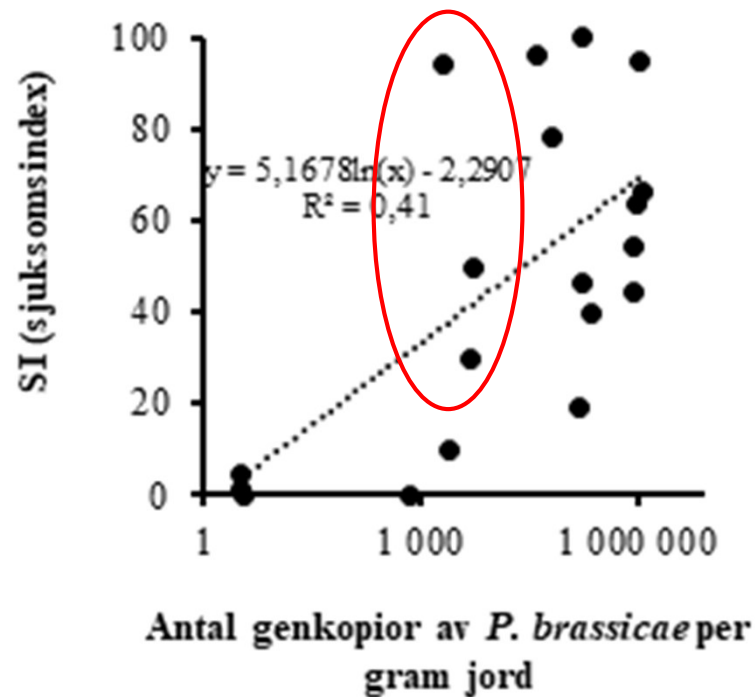
Hur påverkas skörden av mängden patogen DNA?

Sambandet mellan genkopior per gram jord bestämd med qPCR och skörd (kg, 9 procent vattenhalt) vid de fyra **försöksplatserna** Tomelilla, Simrishamn, Kumla och Hallsberg 2018 och Kumla 2019 a) mottaglig sortblandning b) resistent sorter cv. Mentor (blå), cv. Alister (gul) och cv. Archimedes (röd). Logaritmerad skala på x-axeln. En tydlig påverkan på skörden visas redan vid 4000 genkopior per gram jord i mottaglig sortblandning.



Hur påverkas angreppet av mängden patogen DNA?

Samband mellan antal genkopior per gram jord (bestämd med qPCR) och sjukdomsindex i **fältförsök** (SI) för (a) mottaglig sortblandning och (b) resistenta sorterna Mentor, Alister och Archimedes för samtliga fältförsök sådda 2017 och Kumla 2018. Redan vid 1500 genkopior per gram jord ökar angreppet starkt i mottaglig sortblandning. Logaritmerad skala på x-axeln.



Identifiering av fält med virulenta isolat

Hypotes: Virulenta isolat finns redan i odlingsdistrikten

Plasmodiopora brassicae är en variabel organism

Variationen karaktäriseras av olika differentialserier:

- Williams (1966)
- European Clubroot Differential, ECD, (1975)
- Somé et al., (1998)
- Canadian Clubroot Differential, (2019)
- Differential serie för kålväxter (NAKT, Bejo, Syngenta)



Karaktärisering av populationer 2021

Dr Nazaniin Zamani-Noor

	ECD	Some et al. 1996	DSI Mendel (resistent)
Croozer, Crocodile, Höganäs	16/31/31	P1 (+)	75
RNX 193207	16/31/31	P1 (+)	57
DK Plastic	16/31/31	P1 (+)	63
Mottaglig sortblandning	16/31/28	P1 (+)	43
Fält (Atora), Örebro	16/23/29	P1	27
Bollerup (sortblandn, 2017)	16/23/29	P1	22
Kumla (sortblandn, 2017)	16/23/28	P1	8
Simris (sortblandn, 2017)	16/31/31	P1 (+)	47



Article

Pathotype Characterization of *Plasmodiophora brassicae*, the Cause of Clubroot in Central Europe and Sweden (2016–2020)

Nazanin Zamani-Noor ^{1,*}, Ann-Charlotte Wallenhammar ², Joanna Kaczmarek ³, Usha Rani Patar ⁴, Miloslav Zouhar ⁴, Marie Manasova ⁴ and Małgorzata Jędrzycka ^{3,*}

¹ Julius Kühn-Institute (JKI), Institute for Plant Protection in Field Crops and Grassland, D-38104 Braunschweig, Germany

² Rural Economy and Agricultural Society, HS Konsult AB, Gamla vägen 5G, SE-702 22 Örebro, Sweden

³ Pathogen Genetics and Plant Resistance Team, Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, 60-479 Poznań, Poland

⁴ Department of Plant Protection, Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences, 165 00 Praha-Suchbát, Czech Republic

* Correspondence: nazanin.zamani-noor@julius-kuehn.de (N.Z.-N.); mjed@igr.poznan.pl (M.J.); Tel.: +49-(03946)-47-6460 (N.Z.-N.); +48-(061)-6550271 (M.J.)

Abstract: Clubroot, caused by *Plasmodiophora brassicae*, is a crucial oilseed rape disease worldwide. Information on the virulence of *P. brassicae* populations is essential to apply disease control with proper clubroot-resistant cultivars. In 2016–2020, 84 isolates of *P. brassicae* were collected in the Czech Republic (CZ), Germany (DE), Poland (PL), and Sweden (SW). Pathotypes were designated using 17 Brassica hosts, including the European Clubroot Differentials (ECD), Somé set, and clubroot-resistant oilseed rape cv. Mendel. According to the ECD set, virulence analyses differentiated the



Citation: Zamani-Noor, N.;

Förutsättningar för att inkludera oljerättika som fånggröda i en rapsväxtföljd

Hypotes: Oljerättika har en hög grad av resistens men det är variationer mellan sorter och platser.

Oljerättika som fånggröda kommer att öka förekomsten av *P. brassicae* om den inkluderas i en rapsväxtföljd

Slutsatser

- Oljerättika har bra motståndskraft. Inga signifikanta skillnader påvisades mellan sorter.
- Oljerättika har bättre motståndskraft än de resistenta höstrapssorterna Alister, Archimedes och Mendel
- Avråd från att odla oljerättika i en rapsväxtföljd! Förekomsten av *P. brassicae* kan öka!



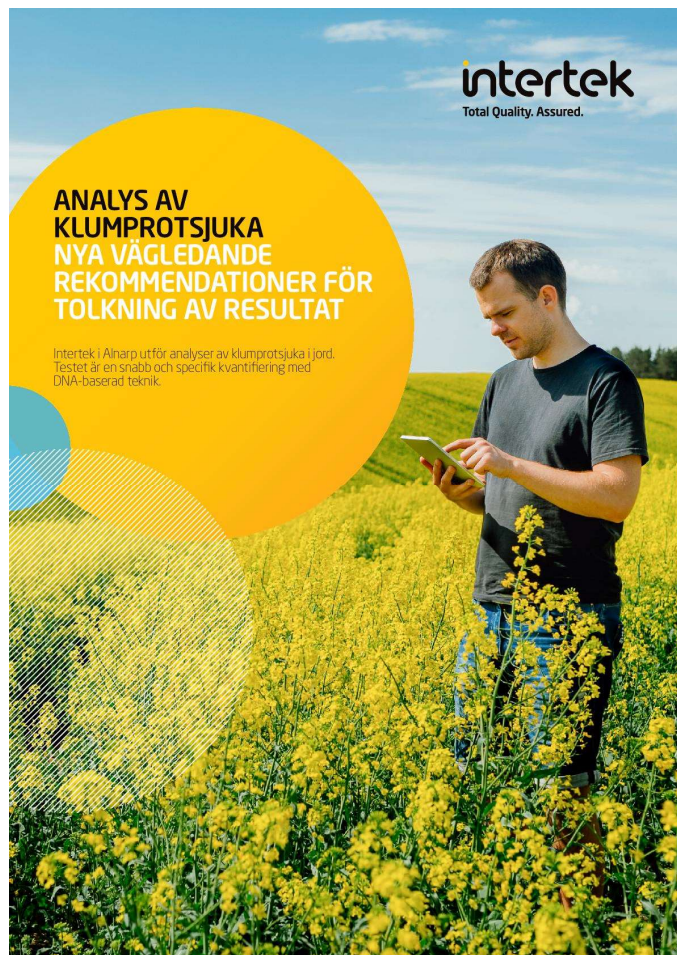
Beslutsunderlag för hållbar rapsodling

Integrerad bekämpning av klumprotsjuka

1. Proaktiv DNA-analys



Nya riktlinjer 2022



- Distribuerades till alla medlemmar i Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare i juni.
- Kampanj i juli med analyser till reducerat pris

Integrerad bekämpning

2. Tolka analysresultat

intertek
Total Quality. Assured.

Address: Elvenborgsvägen 2, 234 56 Alnarp, Sweden.
Phone: +46 40 6928001

REPORT
Issued by an Accredited Test Laboratory

Customer: Sveriges Lantbruksuniversitet
David Widmark
Saleby Lanna Försöksgård
531 93 Lidköping
Sweden

Order: SE-22-0449
Date Received: 2022-08-08
Date Reported: 2022-08-12
Service Level: Express
Project:

Intertek Sample ID: SE-22-0449-001
Customer Sample ID: D3-2320-2023-001
Sample Batch: Karl Oskar Andersson
Variety: -
External Reference: -
Sample Type: Complex Matrix - Soil
Description:

Sample Size Received: 675 g
TKW: -
Sample Size Collected: -
Sample Size Homogenised: All received
Sample Size DNA extracted: 0.35 g
No. of DNA-extractions: 2

Test ID:	Test Parameter:
* PF138 - Plasmodiophora brassicae / Clubroot	Qualitative
	Not Detected
	500 copies/g

PF138: The test is specific for Plasmodiophora brassicae, a soil pathogen causing Clubroot disease. The Limit of Detection (LOD) is 500 DNA copies/g soil and the Limit of Quantification (LOQ) is 1300 DNA copies/g soil of Plasmodiophora brassicae DNA.

- ✓ Odlar resistent sort när smitta påvisas >500 genkopior per g jord.
- ✓ Stor risk för uppförökning av patogenen vid 100 000 genkopior per g jord

Integrerad bekämpning

3. Uteslut korsblommiga växter som fång-eller mellangrödor i rapsväxtföljden

- ✓ Uppförökar *P. brassicae*.
- ✓ "Brygga" för svartfläcksjuka (*Alternaria brassicae*), Phoma, kålflugan, rapsjordloppan



Vad betyder spillrapsen i mellangröderna?



Bild: Jordbruksverket, orgäsdatabasen

Vad gör jag om höstrapsen utvintrar?





Integrerad bekämpning

- ✓ Bekämpa spillplantor och korsblommiga ogräs effektivt!
- ✓ Så inte vårraps efter utvintrad höstraps!
- ✓ Håll avstånd mellan rapsgrödor! Riktlinje vart 6:e år. Det tar ca 4 år för mängden sporer att halveras.
- ✓ Sträva efter $\text{pH} > 7$ genom regelbunden kalkning
- ✓ Tänk fälthygien och hindra spridning av smittad jord!



Låt oss använda verktygen!



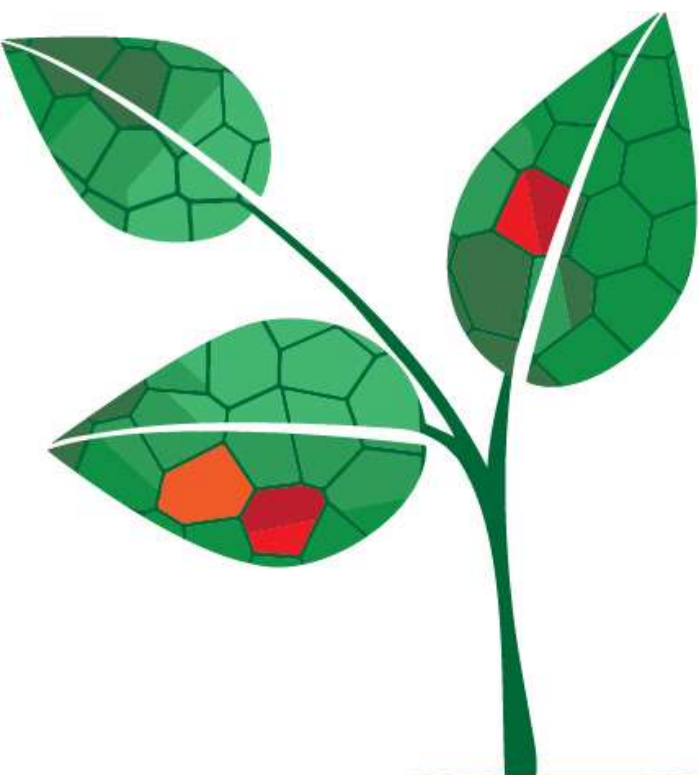
Tack för uppmärksamheten!



Tack till finansiärerna:

- Stiftelsen lantbruksforskning (O-16-20-765)
- Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning
- CR. Prytz Donationsfond

Ann-Charlotte.Wallenhammar@hushallningssallskapet.se



Svensk växtpatologisk förening

Swedish Society of Plant Pathology



- [växtpatologi@gmail.com](mailto:vaxtpatologi@gmail.com)
- Årsavgift 120 kr
- bg 5361-6702
- Namngivningskommitté
- Startad 2019

Tack

Stiftelsen Lantbruksforskning,
Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning
CR Prytz Donation



Stiftelsen
Lantbruksforskning

