



Lantmännen  
Lantbruk



# Framgångar och utmaningar inom växtförädlingen

Bo Gertsson

Partnerskap Alnarp 10 oktober 2014

# Klumprot

**TOSCA**  
(resistent)

Mottaglig sort



# Förädlingsprocess



Vilka är kraven och önskemålen från lantbrukare och industri på agronomiska egenskaper och kvalitet? I vilket geografiskt område ska grödan odlas?

Redskap: Strategiplaner, Workshop där förädlare och marknadsrepresentanter möts, möte med säljkåren på Lantmännendagar



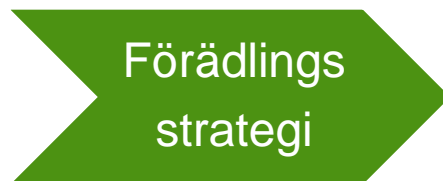
# Målet för klumprotsresistent raps



- Var ska sorten odlas? Vilka raser av klumprot är aktuella?
  - Ska det vara linjesorter eller hybrider?
  - Vilka resultat för resistens och avkastning krävs för att få en sort godkänd av Jordbruksverket?
  - Hur ser marknaden ut och vilka resultat krävs för att få en marknadsandel? .....med eller utan smitta?
- + alla andra krav på en ny sort.....



# Förädlingsprocess



## Beror på grödans biologi, målet och nuläge

Här gör förädlaren upp planerna på vad som behöver göras och vilken metod som ska användas. Det beror på målsättningen, grödans biologiska egenskaper och hur långt från målet man är.

**Behövs nya egenskaper eller verktyg?**



# Förädling

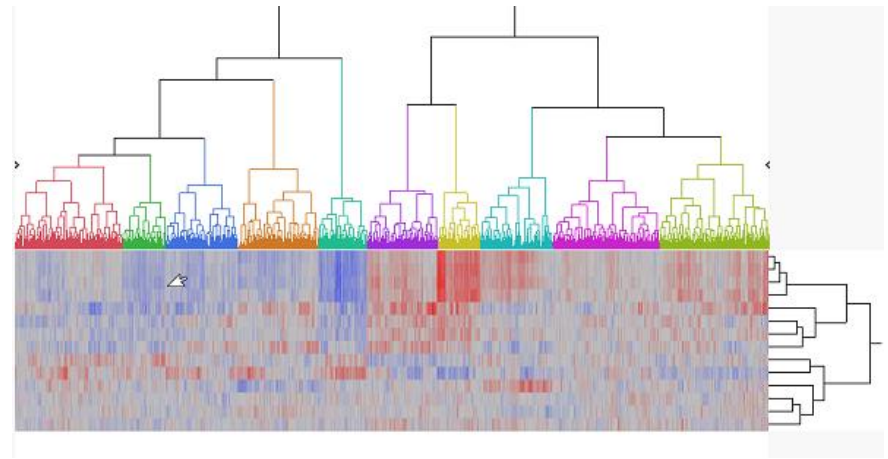
Variation

Selektion

Omkombination

Nya möjligheter till ökad precision:

- Nya tekniker för att skapa variation.
- Mer precisa metoder för selektion  
t.ex. genomik



# Variation

1. Inom population
2. Korsningar
  - a. Inom växtslag
  - b. Mellan underarter
  - c. Mellan arter
3. Protoplastfusion
4. Mutationer
5. Gentransformation
6. TILLING, riktade mutationer etc





#### 45H33 (RR) - NEW!

- Excellent yield potential
- Built-In Pioneer Protector<sup>®</sup> Clubroot resistance trait (races 2,3,5,6 & 8)
- Excellent early growth
- Resistant to blackleg



#### 45H29 (RR)

- Leader hybrid
- Very good standability and harvestability
- Built-in Pioneer Protector<sup>®</sup> Clubroot resistance trait (races 2, 3, 5, 6 & 8)
- Excellent resistance to blackleg

## MENDELSON Kohlhernieresistenz mit neuer Ölstärke

- Bewährte, rassenspezifische Kohlhernieresistenz
- Neue ertragreiche Genetik mit hohen Ölgehalten
- Robustsorte mit späterer Reife

## MENTOR neu Neue Ertragsklasse bei Kohlhernie

- Zukunftsweisende Ertragsgenetik mit Kohlhernieresistenz.
- Sehr gute Standfestigkeit.
- Verbesserte Winterhärte und Stresstoleranz.

## SW Rebus

Etusivu

Ominaisuudet



- Mõhajuurta kestävä rypsilajike
- Laonkestävyys on lajikelistan paras
- Soveltuu viljelyvyöhykkeille I-III



Lantmännen  
Lantbruk





LEMBKE®

Wir lassen Qualität wachsen



	MENDEL	MENDELSON	MENTOR <b>NEU</b>
Kornertrag	+/-	+	++
Ölgehalt	+/-	++	+++
Herbstentwicklung	++	+++	++
Pflanzenlänge	mittel	mittel – lang	mittel
Reifestaffelung	früh	spät	mittel – spät
Druschfähigkeit	+++	+/-	+
+ = schnell/hoch/gut      - = wenig/gering			©RAPOOL 2014

Källa: NPZ



Lantmännen  
Lantbruk



# Mendelresistens

Utklyvning av resistens mot *P. brassicae* ras 3 i F<sub>3</sub> familjer av Mendel × vårraps/canola *B. napus* korsningar

Korsning	Antal plantor		$\chi^2$ test		
	Res.	Mott.	Ratio	$\chi^2$	<i>p</i>
Mendel x A04-71NA	124	49	3:1	1.02	0.31
Mendel x A04-75NA	56	14	3:1	0.93	0.33



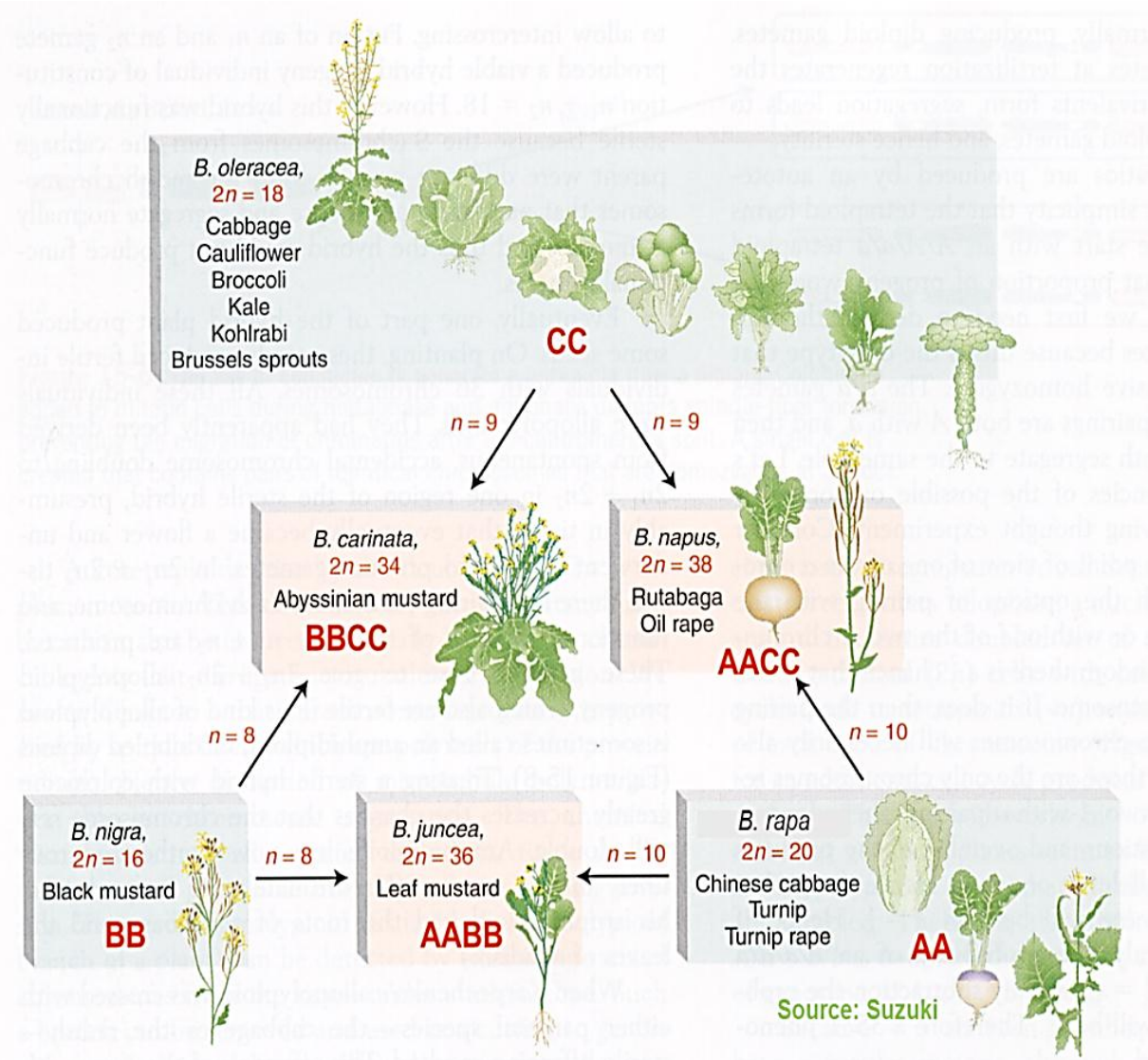
Data baserat på Rahman et al. 2011: Can J Plant Sci 91:447-458

# Variation

1. Inom population
2. Korsningar
  - a. Inom växtslag
  - b. Mellan underarter
  - c. Mellan arter
3. Protoplastfusion
4. Mutationer
5. Gentransformation
6. TILLING, riktade mutationer etc

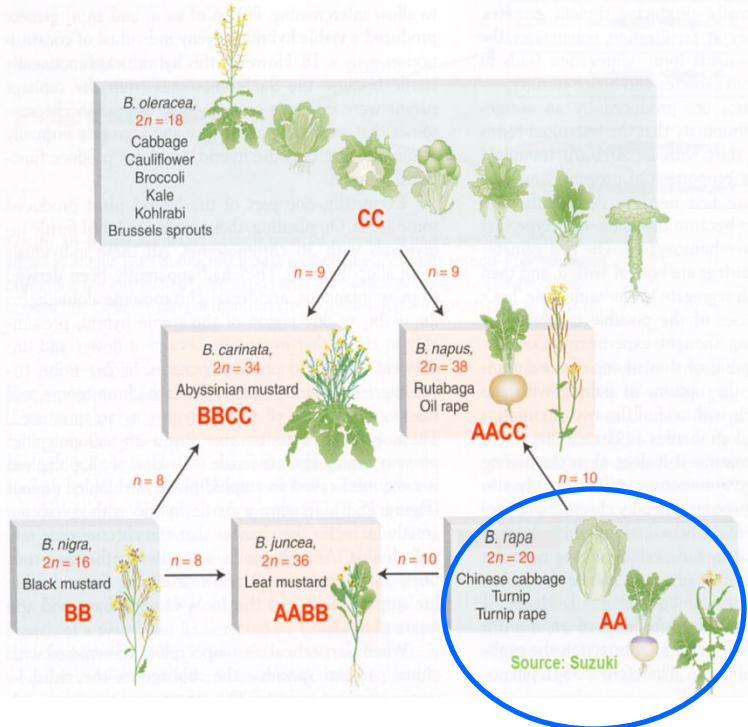


# Brassica triangeln (U 1935)



# Genkälla för resistens: *B. rapa* (AA, 2n = 20)

Art	Antal prover	Antal prover med resistens				
		Path 2	Path 3	Path 5	Path 6	Path 8
<i>B. rapa</i> var. <i>rapifera</i>	5	5	5	5	5	5
<i>B. rapa</i> var. <i>chinensis</i>	8	1	1	2	1	1
<i>B. rapa</i> var. <i>pekinensis</i>	5	0	0	0	0	0
<i>B. rapa</i> var. <i>oleifera</i>	18	6	9	9	12	12
<i>B. rapa</i> var. <i>oleifera</i>	9	0	0	0	3	3
<b>Totalt</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>21</b>



# Förädling av höstrapsorten Mendel

1987: Kål ECD-15 (CC) x Rova ECD-04 (AA)



Resyntes *B. napus* 15/04 (AACC) x *B. napus* 'Falcon'  
Samarbete FU Berlin – Norddeutsche Pflanzenzucht NPZ  
(1989)



Selektion av resistent DH-linje DH 47/19



BC2F1 population ((DH 47/19 x Falcon) x Falcon)



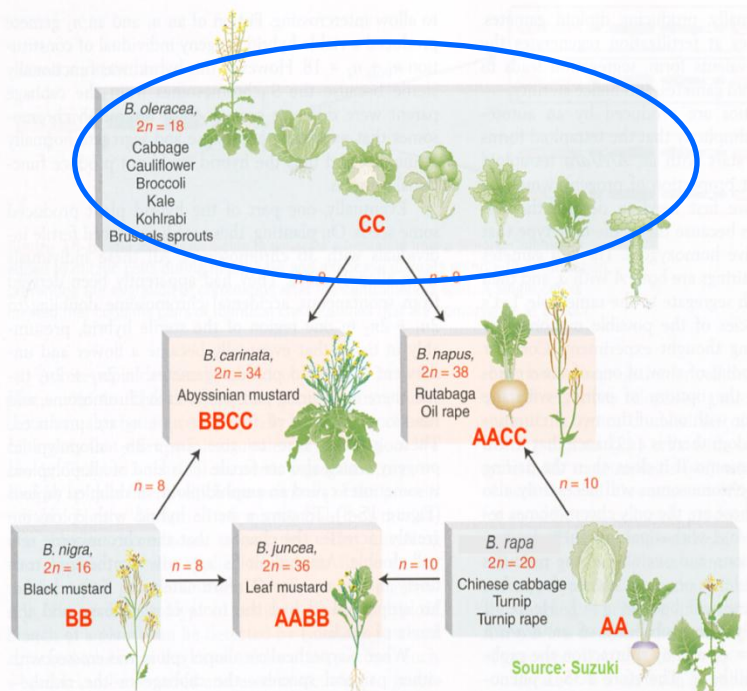
DH linje selekterad i växthus och fält



2001: 'Mendel' godkänd i Tyskland (UK: 2000)  
(1 dominant, rasspecifik gen)

# Genkälla för resistens: *B. oleracea* (CC, $2n = 18$ )

Art	Antal prover	Antal prover med resistens				
		Path 2	Path 3	Path 5	Path 6	Path 8
<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	16	1	3	2	1	2
<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	14	0	0	0	0	0
<i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i>	13	0	0	0	0	1
<i>B. oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	3	0	2	1	0	0
<i>B. oleracea</i> var. <i>alboglabra</i>	2	0	0	0	0	0
<i>B. oleracea</i> var. <i>villosa</i>	1	0	0	1	0	0
<b>Totalt</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>



# Förädling av klumprottsresistent vårraps, Lantmännen



ur IR 46 (resynt. B.napus x Topas)

Klumprotstest (Svalövsisolat, ras 4)

Resistenta linjer x SOSR (Hendrix/Jagger)

Klumprotstest (Svalövsisolat, ras 4) -> påisolering av  
resistenta linjer

Fältförsök, Observationsparceller      Förökning i kvxh

Fältförsök, avkastning

Fältförsök, avkast      Fältförsök, avkastning  
på smittad jord

Fältförsök, avkastning

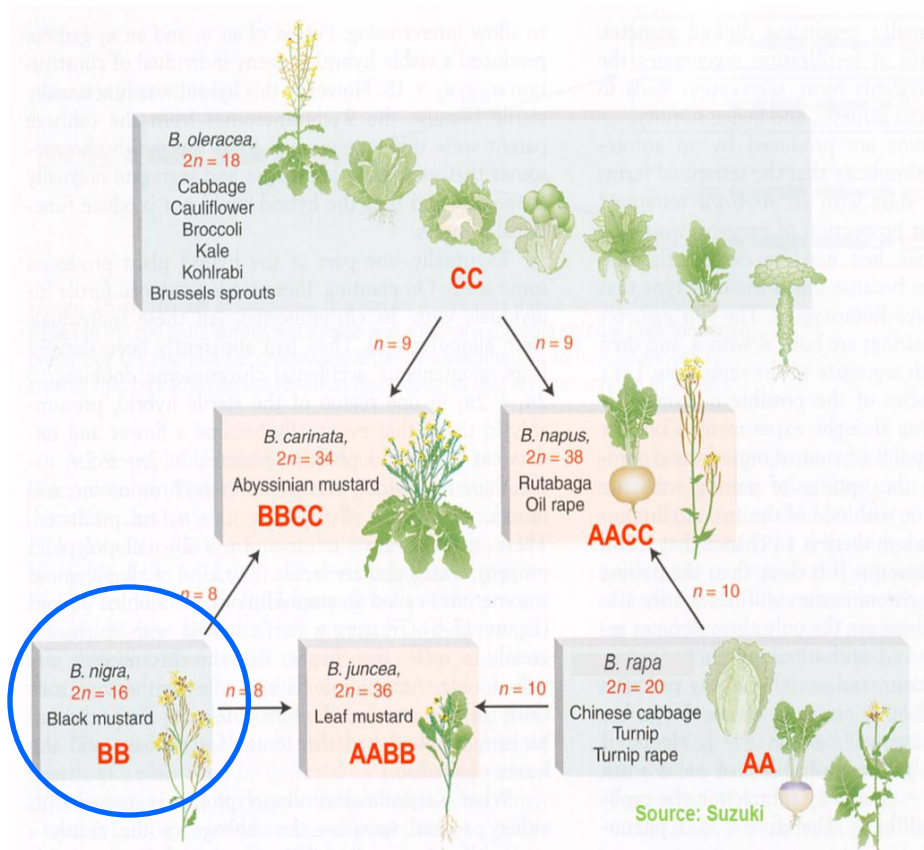


# Nästa generation av klumprotsresistent raps från NPZ

<i>P. brassicae</i> Isolate	Origin	Disease Index (DI)		
		Mendel	NPZ-CR21	Chinese Cabbage
Leduc	CA (Edmonton)	67	40	100
Wusterhusen	D (Meck.-Pomerania)	98	92	100
Dersekow	D (Meck.-Pomerania)	73	21	100
b	D (Westphalia)	10	6	100
Pol4	PL (Silesia)	71	16	100
k	D (Schleswig)	63	5	100
HRO1	D (Rostock)	27	3	100
Schwaan	D (Meck.-Pomerania)	71	31	100
N19	D (Schl.-Holstein)	67	7	100
SS2	F (Brittany)	0	0	98
L1	D (Schl.-Holstein)	67	42	100
CZ1	CZ (NE Bohemia)	77	24	100
Qsch	D (Saarland)	39	0	100
Vissch1	D (Schl.-Holstein)	3	0	99
BB1	UK (Scotland)	3	0	100
WY1	UK (Scotland)	0	0	100
Mean:		<b>46</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

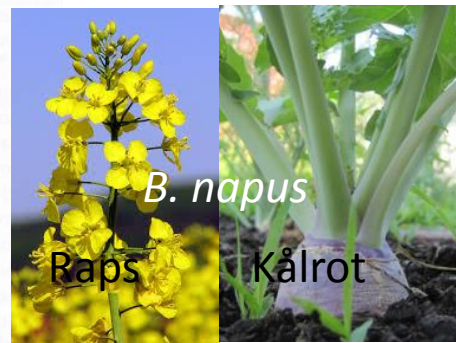
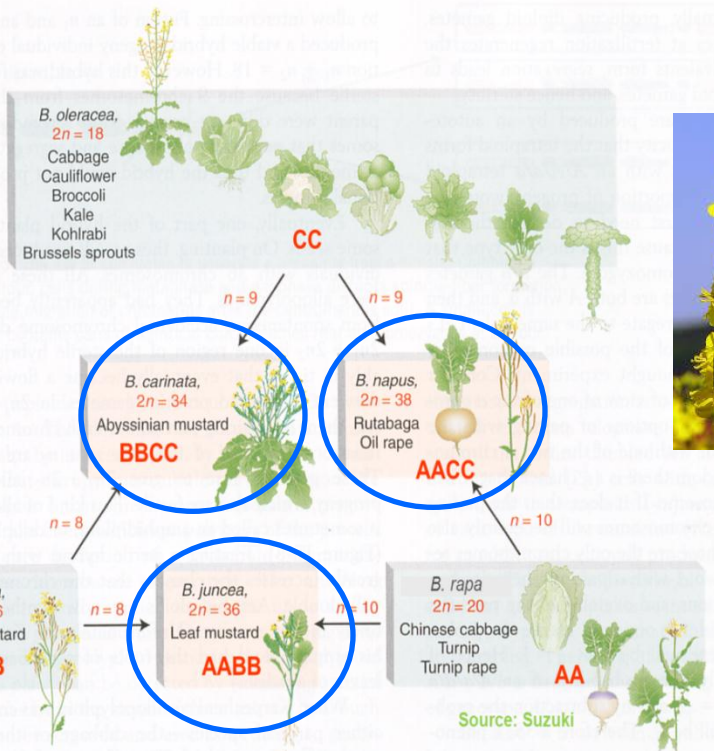
# Genkälla för resistens: *B. nigra* (BB, $2n = 16$ )

Art	Antal prover	Antal prover med resistens				
		Path 2	Path 3	Path 5	Path 6	Path 8
<i>B. nigra</i>	<b>77</b>	67	<b>70</b>	67	68	75



# Genkälla för resistens: Amphidiploid arter

Art	Antal prover	Antal prover med resistens				
		Path 2	Path 3	Path 5	Path 6	Path 8
<i>B. napus</i> (AACC, $2n = 38$ )	<b>36</b>	29	0	1	27	32
<i>B. napus</i> ssp. <i>napobrassica</i>	<b>5</b>	5	3	4	5	5
<i>B. juncea</i> (AABB, $2n = 36$ )	<b>48</b>	0	0	0	0	0
<i>B. carinata</i> (BBCC, $2n = 34$ )	<b>24</b>	0	0	0	0	0
<b>Totalt</b>	<b>163</b>	<b>34</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>37</b>



(Plant species) Cultivar or accession	Source (seed provider) <sup>b</sup>	Clubroot reduction (%)
<b>(Brassica napus)</b>		
Askegarde	Viterra	100 <sup>c</sup>
SW 02763	Viterra	78 <sup>c</sup>
-----	-----	..

Data efter Hasan et al. (2012) Can J Plant Sci 92:501-515,  
Peng et al (2014) Can J Plant Path 36:89 - 99

# Genkälla för resistens: Sammanfattning

- Totalt 275 prover av sex *Brassica* arter utvärderade
- Resistens mot ras 3 vanligt i:
  - Diploida arter: rovor (*B. rapa*) och svartsenap (*B. nigra*)
  - Amfidiploida arter: kålrot (*B. napus*)
- Ingen resistens funnen i sareptasenap (*B. juncea*) eller abyssinsk senap (*B. carinata*)

Data efter Hasan et al. (2012) Can J Plant Sci 92:501-515

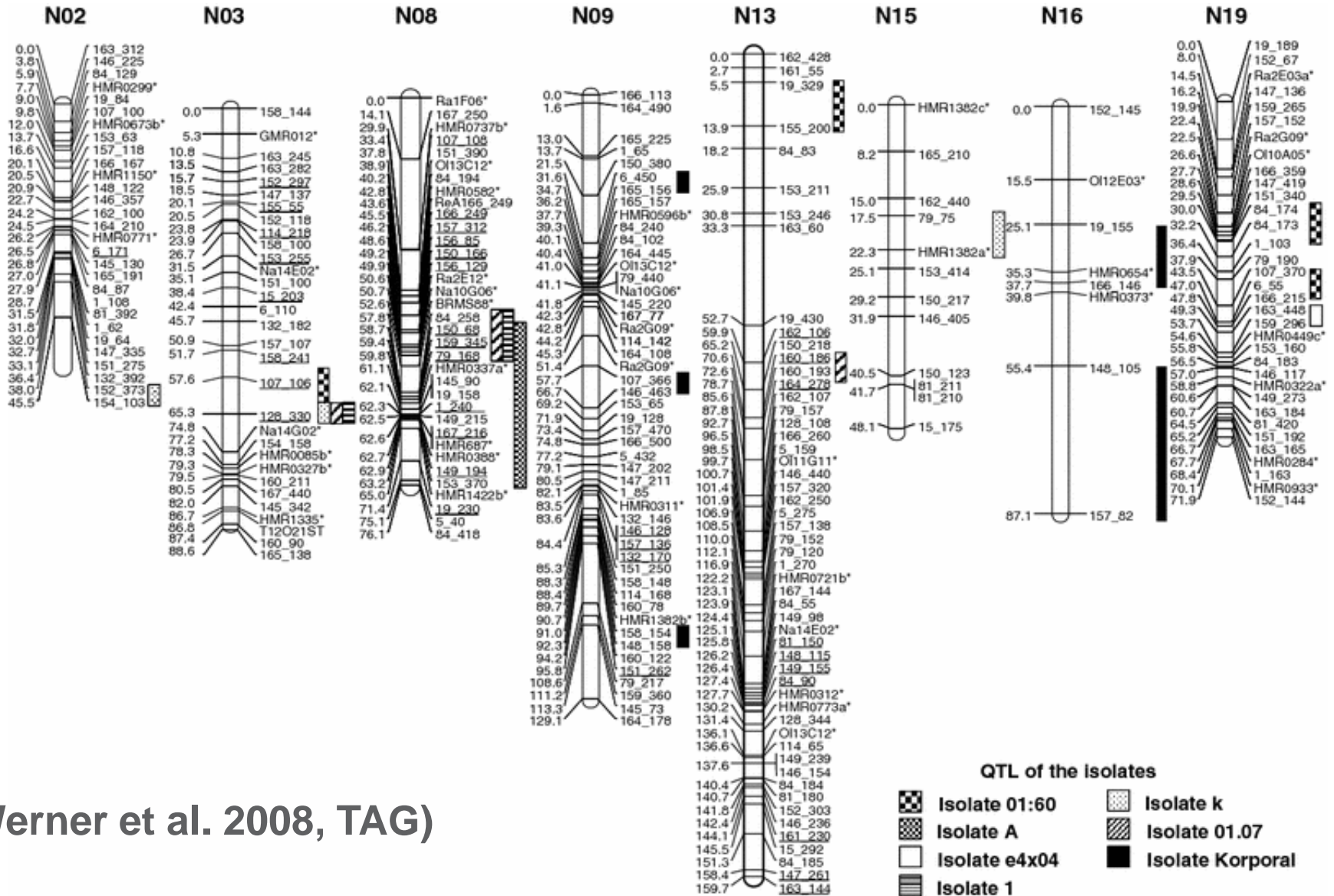


# Variation

1. Inom population
2. Korsningar
  - a. Inom växtslag
  - b. Mellan underarter
  - c. Mellan arter
3. Protoplastfusion
4. Mutationer
5. Gentransformation
6. TILLING, riktade mutationer etc



# Kartläggning av klumprotsresistens i *B. napus*



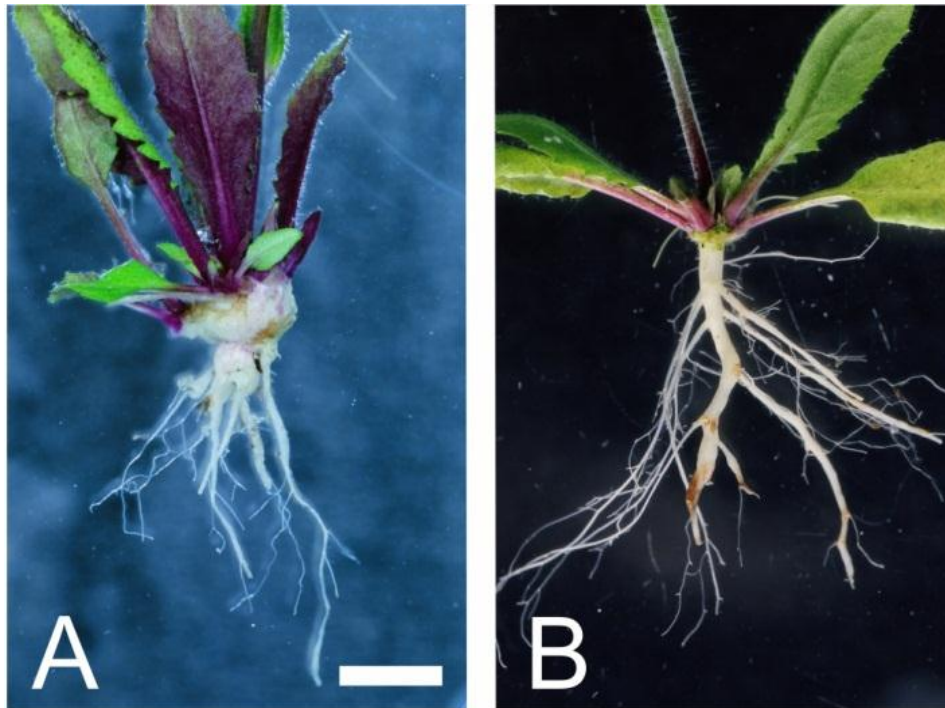
(Werner et al. 2008, TAG)

# Resistensgener i olika cruciferer

Art	Kromosom	QTL	Rasspecificitet	Kommentar
<b><i>B. rapa</i></b>				
	A1	Crr2	Rasspecifik	
	A2	CRc	Rasspecifik	
	A3	CRa, CRb, Crr3, CRk	Många raser	Nära kopplade eller identiska, dominant
	A8	Crr1	Få raser	Co-dominant
<b><i>B. oleracea</i></b>				
	C2	PbBo-Anju1	?	Viktigt locus
	(LG 1)	PbBo-1	Brett spektrum	Identisk med PbBo-Anju1?
<b><i>B. napus</i></b>				
	A3	PbBn-01:07-1, PbBn-1-1, PbBn-k-2	Få raser	Nära kopplat eller identiska gener
	A8	PbBn-01:07.2, PbBn-1.2,	Få raser	Nära kopplat eller identiska gener
	C9	PbBn-e4x04	Rasspecifik	
<b><i>Raphanus sativus</i></b>				
	(LG1)	Crs1	?	Viktigt lokus, synten till A03 locus?

Källor: Rocherieux et al. 2004, Werner et al. 2008, Diederichsen et al. 2009, Piao et al. 2009, Nagaoka et al. 2012, Kamei et al. 2010)

# Kloning av RPB1 från *Arabidopsis* (Rehn, Siemens et al.)



Klumprotsreaktion av Col-0 (A, mottaglig) och transgen Col-0 som uttrycker *RPB1* (B, resistent) mot isolat e3.



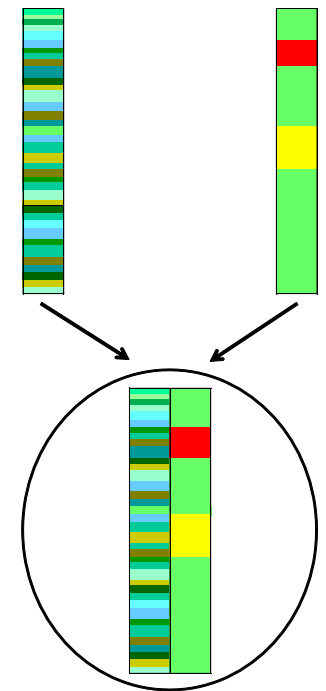


# Förädlingsstrategi mot klumprot

- **Kortsiktigt:** Mendelresistens
  - rasspecifik
  - förbättrad avkastning och agronomi i nya sorter, t.ex Mendelson, Mentor
- **Medellång sikt:** Bredare resistens med andra och fler gener
  - t.ex. hybrider med cms Mendel-R // Rf Tosca- R
- **Långsiktigt:** komplex, bred resistens genom pyramidisering med olika resistensgener från sekundär genpool.
  - riktade mutationer
  - genteknik

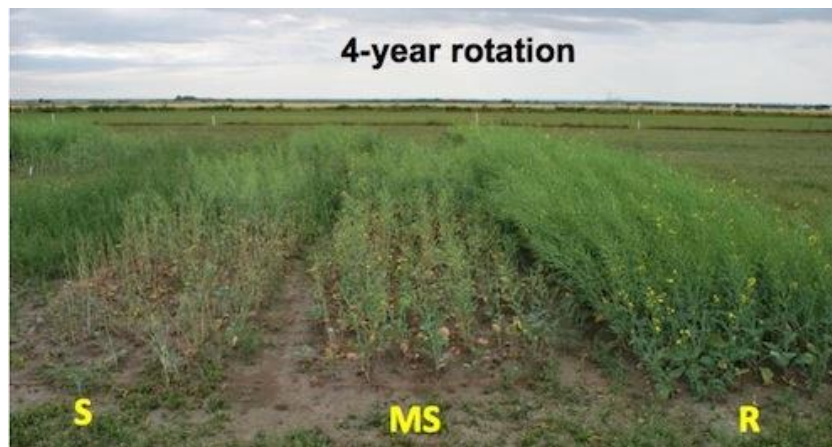
**CMS**  
horisontell  
Fältresistens.  
Minor-gener

**Rf**  
vertikal  
Rlm  
Major-gener



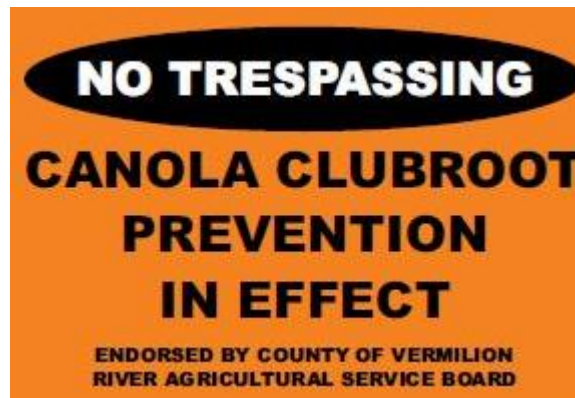
# Utmaningar

- Rasspecifik resistens
- Tillräcklig avkastning i klumprotsresistent material jämfört med normala sorter - med och utan smitta
- Förändring i sammansättningen av raser - förskjutning av raser och/eller nerbrytning av resistens
- Svårighet att få angrepp för selektion under fältförhållanden



# Möjligheter

- En mängd genkällor tillgängliga genom korsning med andra *Brassica* arter
- Pyramidisering av gener i hybridsorter
- Resistensförädling ökar den genetiska variationen i raps med andra positiva sidoeffekter (heterosis)
- Forskning och sortframställning i Kanada som kan utnyttjas i Europa
- Nya teknologier för variation och selektion



# Tack för bidrag till:

- Coreen Franke, cps, Kanada
- Habibur Rahman, University of Alberta, Kanada
- Norddeutsche Pflanzenzucht (NPZ), Yves Devisme, Tyskland
- Elke Diederichsen, Freie Universität Berlin, Tyskland



Lantmännen  
Lantbruk