



# Reakce hostitele na infekční agens

# Pojmy

- **základní inkompatibilita** – imunita (nehostitel - nepatogen)
  - **základní kompatibilita**
- a) **REZISTENCE** = schopnost host. **oddálit** nebo **potlačit** aktivitu patog. agens  
(rezistence x imunita)
- b) **NÁCHYLNOST** = neschopnost .....
- c) **TOLERANCE** = schopnost **snášet** zjevně neomezenou a rozsáhlou invazi bez příznaků

# Symptomy

- ▶ viditelná abnormalita vzniklá následkem napadení
- ▶ lokální, systémové
- ▶ hlavní, vedlejší – dle významu pro diagnostiku
- ▶ iniciační, sekundární

# Klasifikace symptomů

## 1. změny zabarvení - diskolorace

- žloutnutí (absence zelené barvy, redukce počtu chloroplastů)
- hnědnutí (odumírání pletiv, enzymatická přeměna polyfenolů v buněčné šťávě na hnědé oxidační produkty)
- červenání – antokyanizace (vymizení chlorofylu, vyniknutí antokyanů)
- panašování, albinismus
- mozaika
- virescence

## 2. změny tvaru

- hypoplasie – atrofie, zakrnělost
- hyperplasie – tumory
- kadeřavost
- svinování listů
- čarověníky



kadeřavost broskvoně (*Taphrina deformans*)



čarověníky

### 3. odumírání

- odumírání buněk
- vadnutí – ztráta turgoru
- apoplexie
- hniloba – mumifikace, mokrá
- nekróza – lokální odumření pletiv



moniliová hniloba plodů peckovin (*Monillia fructigena*) – mumifikace plodů



K-deficientní okrajová nekróza listů rybízu

## 4. funkční změny

### A. změny na úrovni pletiv a buněk

- narušení integrity plasmalemy
- změny fyz.-chemických vlastností cytoplasmy, narušení struktury koloidů cytoplasmy
- změny plastidů – chloroplasty
- mitochondrie – zvětšení, zvýšení, degradace
- jádro – desintegrace, hypertrofie, vakuolizace

### B. změny metabolismu

- extrémní zatížení energetického metabolismu buňky
- krytí zvýšené energetické podpory
- indukce změn nízkomolekulárními metabolity patogenů
- změna permeability membrán, ultrastruktura subcelulárních organel
- změna v kompartmentaci látek
- stoupá aktivita enzymů při katabolismu sacharidů, metabolismu aminokyselin, oxid.-red.procesech

## C. fotosyntéza

- rychlost klesá v průběhu onemocnění
- u nekrotizace absolutně
- u obligátních biotrofitů poruchy

## D. respirace

- zvyšuje se v průběhu patogeneze
- stresová situace – nárůst nároků na volnou energii



# Mechanismy rezistence

- ▶ v populacích rostlin převládá rezistence nad náchylností
- ▶ pro vznik choroby 4 faktory:
  - vhodnost živných látek rostliny pro patogena
  - účinnost obranných bariér
  - účinnost iritantů patogena
  - citlivost rostlin na přítomnost patogena

# Strukturální obranné mechanismy

(krycí pletiva, vosky, kutikula, buněčná st.)

## ▪ krycí pletiva

- odpuzují patogeny nebo jejich vektory (vůně)
- zamezují vstupu
- vosky a hydrofobní povrch
- trichomy
- síla kutikuly- ovlivňuje rychlost penetrace
- buněčná stěna – musí být porušena
- průduchy, lenticely, hydatody – brána infekce

# Biochemické determinanty rezistence

## 1. inhibiční látky rostliny

- nesyntetizují se až po napadení
- glykoalkaloid tomatin – rezistence k Fusarium u zelených plodů rajčat

## 2. syntéza inhibičních látek po interakci hostitel – patogen

- fytoalexiny – sekundární metabolity rostliny, antibiotické povahy – pisatin, fazeolin, zeatin, trifolirhizin
- exudáty
- enzymy lyzující patogeny – glukonázy, chitinázy
- antimikrobiální látky – fenoly, taniny, melaniny, lignin, kyan.
- glykosidy

## 3. systémová rezistence – aktivní obranný systém

- tzv. hypersenzitivní reakce, nekróza
- kyselina salicylová, jasmonová, etylén – endogenní signál při SR

# Typy interakcí mezi patogenem a rostlinou

	patogen	
hostitel	virulentní	avirulentní
rezistentní	R -	R -
citlivý	S - příznaky choroby	R -

- Úroveň – fenotypů  
– genotypů: gen rezistence R/r  
gen virulence Avr/avr  
– molekulární

# Selekční metody

## Tvorba rezistentního materiálu

- ▶ klasické – artificiální inokulace, výběr, zpětné křížení
- ▶ biotechnologické – in vitro kultury – protoplasty, buněčné suspenze, kalusy – toxické metabolity
- ▶ GMO – např. *Agrobacterium tumefaciens*, direct bombardment

# Markerování rezistence

- ▶ klasicky – testy rezistence, zpětné křížení, hodnocení reakce hostitele na inokulaci
- ▶ biochemicky – např. analýza fytoalexinů, enzymů apod.
- ▶ molekulárně-geneticky
- ▶ PCR
  - RAPD markery (**PCR patogenů**)
  - AFLP
  - RFLP, SSR markery, mikrosatelity
- ▶ MAS

# Genome mapping, MAS (marker-assisted selection)

- **genová mapa vojtěšky**
  - odvozená v F2 generaci *M. sativa subsp. Falcata*
  - více než 900 RFLP, RAPD, isozymových a morfologických markerů
  - několik QTL (quantitative trait loci) především pro abiotické stresy (aluminium, sucho, mráz, ale i barva květů, somatická embryogeneze apod.)

# Viruses of red clover in the Czech Republic

- ▶ **Bean yellow mosaic virus - BYMV**
- ▶ Alfalfa mosaic virus - AMV
- ▶ Pea top necrosis virus
- ▶ Red clover vein mosaic virus





# Bean yellow mosaic virus - BYMV

- **symptomy:**
  - mozaika, zkadeření, retardace růstu
- **přenos:**
  - vektory – mšice, nepersistentní přenos
  - částečný přenos mechanicky šťávou, osivem
- **škodlivost:**
  - výnos o 25%, snížení vytrvalosti
- rezistentní šlechtění – výsledky VÚPxHŽ



# Symptoms of virus diseases on *Trifolium* spp.

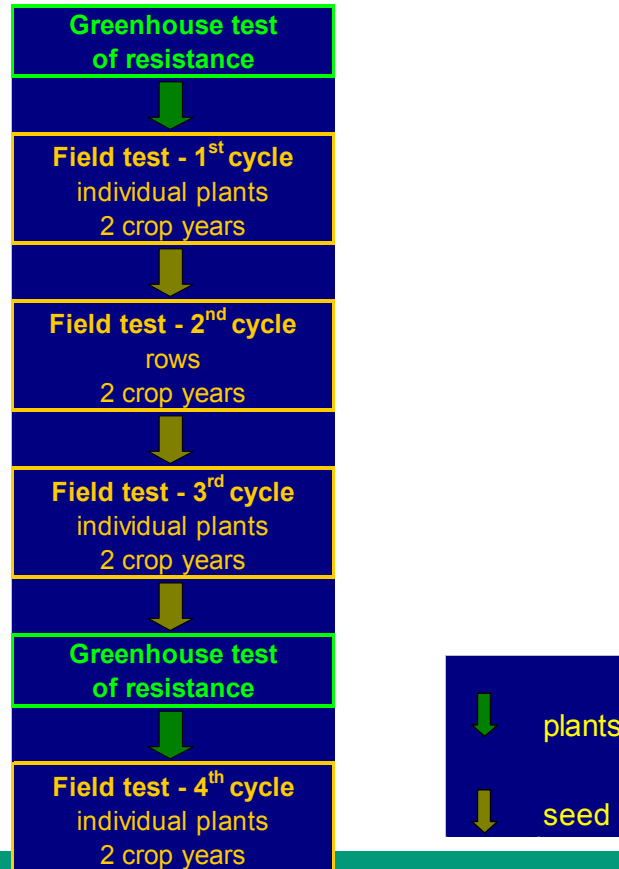


**Alfalfa mosaic virus**



**Red clover vein mosaic virus**

# Scheme of selection of red clover material resistant to BYMV



# Greenhouse test – inoculation



# Plant nursery – individual plants



# Results of selection of red clover material resistant to BYMV

Cycle	Strains/ plants	GH	On field	Autumn 1 <sup>st</sup> CY			Spring 2 <sup>nd</sup> CY		
				PD	V	H	PD	V	H
1 <sup>st</sup>	116/2320	19,4	1717	42,6	39,9	17,5	64,0	29,5	6,5
3 <sup>rd</sup>	55/2820	nd	2820	nd	nd	nd	35,3	42,7	22,0
4 <sup>th</sup>	29/1330	6,5	1150	27,9	28,6	43,5	42,8	37,8	19,4

GH - greenhouse test - percentage of plants with symptoms

PD - percentage of plant death

V - percentage of plants with symptoms

H - percentage of healthy plants

CY - crop year

## Percentage of red clover strains in particular grades of resistance to BYMV

Cycle	Number of strains in cycle	Percentage of strains in particular resistance grade				
		1	2	3	4	5
1 <sup>st</sup>	116	37,9	37,1	21,6	1,7	1,7
4 <sup>th</sup>	29	75,9	24,1	0,0	0,0	0,0

### Grade 1

percentage of infection of particular strain till 10,0 %

# *Fusarium spp.* – krčkové a kořenové hniloby

- komplexní onemocnění, hniloby kořenového systému
- v současnosti hlavní choroba
- škodlivost v desítkách procent
- snížení vytrvalosti, predispozice pro další patogeny
- rezistence jako jedna z možností – příklad nšl. VUPxHŽ



# Symptoms of *Fusarium* spp. on red clover roots



# Strains with different resistance to *Fusarium* spp.



susceptible



resistant

# Strategie a perspektivy

- specifika píceňin - cizosprašnost, self-incompatibilita, častá inbrední deprese
- využívání MAS a QTL, SSR markery
- mezidruhová a mezirodová hybridizace
- postupné poznávání ras patogenů

## Kontakt

**RNDr. Jan Nedělník,  
Ph.D.**

Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o.  
Zemědělský výzkum, spol. s r.o.  
Zahradní 1  
664 41 Troubsko

**[www.vupt.cz](http://www.vupt.cz)**

**<https://www.facebook.com/vuptroubsko/>**

# DĚKUJI ZA POZORNOST

