

# Reakce hostitele na infekční agens

- **Základní inkompatibilita** - imunita  
(nehostitel - nepatogen)
- **Základní kompatibilita**

**REZISTENCE** - schopnost host. oddálit  
nebo potlačit aktivitu patog. agens  
( rezistence ≠ imunita)

**NÁCHYLNOST** - neschopnost .....

**TOLERANCE** – 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 žluté 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**



### **3. Odumírání**

- odumírání buněk**
- vadnutí – ztráta turgoru**
- apoplexie**
- hniloba – mumifikace, mokrá**
- nekroza – lokální odúmrt' pletiv**



# Funkční změny

## 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**



# 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**



# Fotosyntéza

- rychlost klesá v průběhu onemocnění
- u nekrotických abscesů
- U obligátních biotrofů poruchy

# 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

	<u>Patogen</u>	
<u>Hostitelská rostlina</u>	Virulentní	Avirulentní
Rezistentní	<b>R</b> -	<b>R</b> -
Citlivá	<b>S</b> Příznaky choroby	<b>R</b> -

Úroveň fenotypů

genotypů

molekulární

gen rezistence *R/r*

gen virulence *Avr/avr*



# 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**

- **Mozaika, zkadeření, retardace růstu**
- **Vektory - mšice, nepersistentní**
- **Částečný přenos mechanicky šťávou, osivem**
- **Škodlivost: výnos o 25%, snížení vytrvalosti**
- **Rezistentní šlechtění- výsledky VÚPxHŽ**



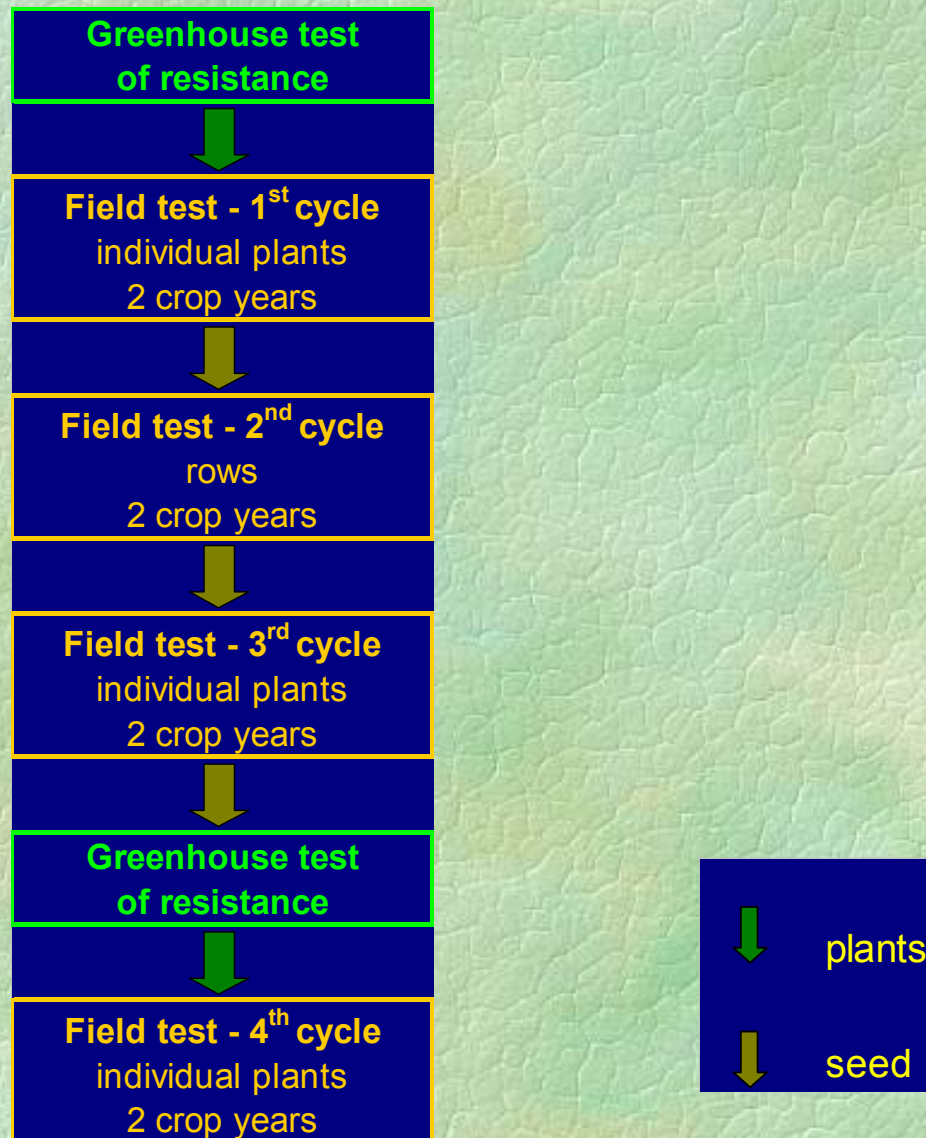
## Symptoms of virus diseases on *Trifolium* spp.



From: McKirdy, S.J et al., *Aust. J. Agric. Res.*, 2000, 51, 325-345



# 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. VUP<sub>x</sub>HŽ**



## 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