

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 absolutně
- 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, hydrotody – 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	R -	R -
Citlivá	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

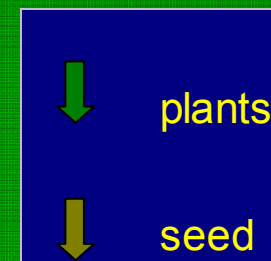
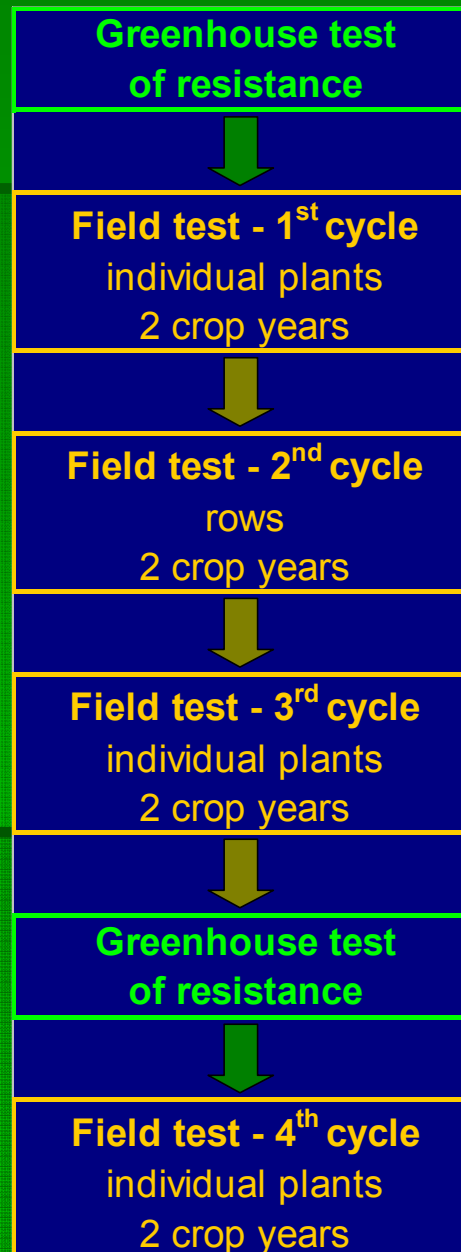
- **Mozaika, zkadeření, retardace růstu**
- **Vektory - mšice, nepersistentní**
- **Částečný přenos mechanicky šťávou, osivem**
- **Škodlivost: výnos o 25%, snížení vytrvalosti**
- **Rezistentní šlechtění- výsledky VÚPxHŽ**

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 st CY			Spring 2 nd CY		
				PD	V	H	PD	V	H
1 st	116/2320	19,4	1717	42,6	39,9	17,5	64,0	29,5	6,5
3 rd	55/2820	nd	2820	nd	nd	nd	35,3	42,7	22,0
4 th	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 plans 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 st	116	37,9	37,1	21,6	1,7	1,7
4 th	29	75,9	24,1	0,0	0,0	0,0

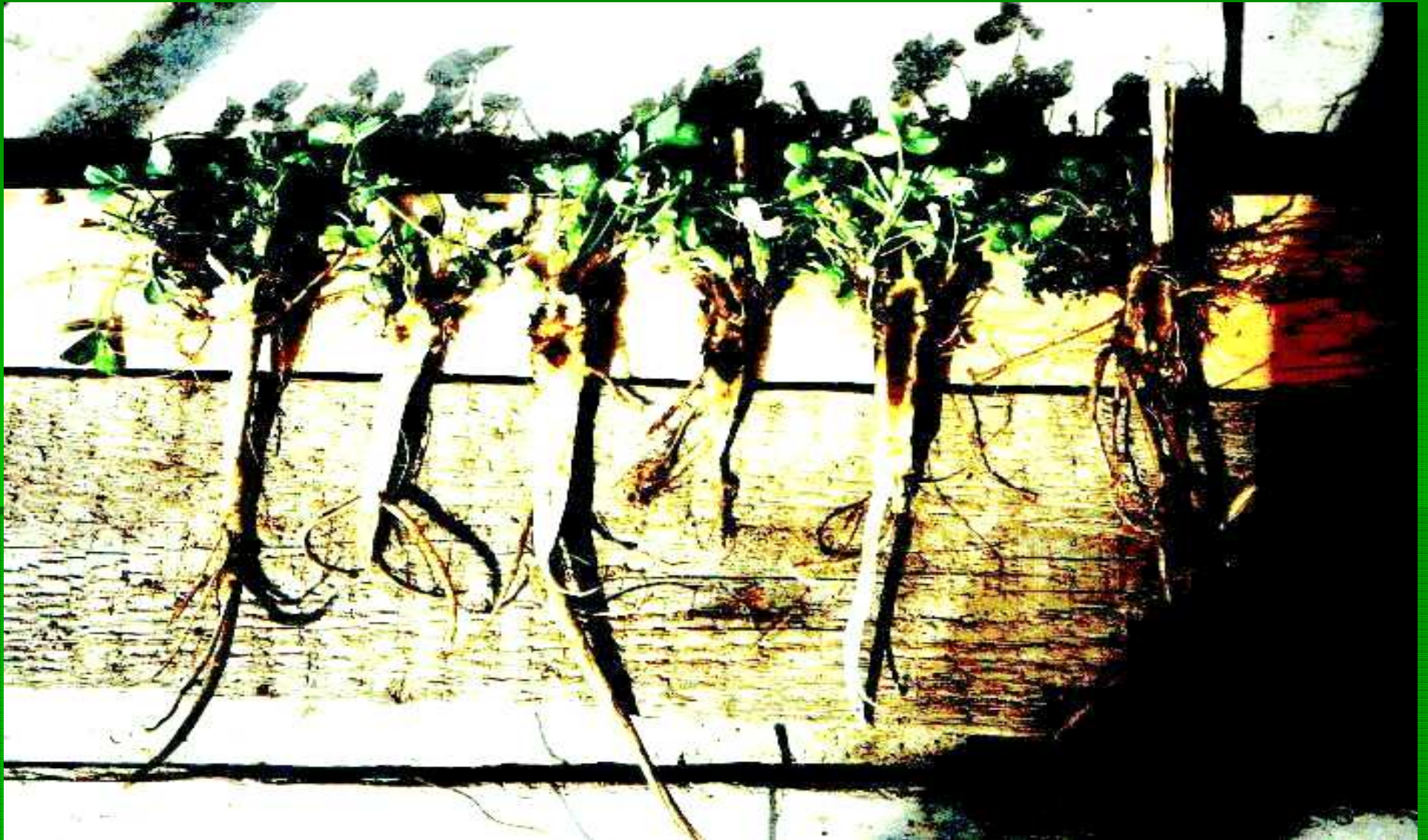
Grade 1

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
- Meziidruhová a mezirodová hybridizace
- Postupné poznávání ras patogenů