

# OCHRANA OBILNIN PROTI VIROVÝM CHOROBÁM (BYDV A WDV)

## METODIKA PRO PRAXI

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně,  
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž  
Výzkumné centrum SELTON, s.r.o.

2017



**J. Chrpová a kol.**



## **Dedikace**

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. QJ1310055 “Zvýšení ekonomické efektivity v zemědělské prvovýrobě využitím odrůd obilovin s vyšší odolností k mrazu, suchu a virózám, vhodných pro pěstitelské podmínky ČR v období silnějších výkyvů meteorologických vlivů”

**Metodika je určena pro zemědělskou praxi.**

**Metodika prošla oponentním řízením a získala osvědčení č. ÚKZÚZ 122769/2017 o uznání certifikované metodiky.**

**O uplatnění certifikované metodiky byla uzavřena smlouva s Agrární komorou č. 9/2017.**

**Oponenti: doc. Ing. František Hnilička, Ph.D.  
Ing. Pavel Kraus, Ph.D.**

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně, 2017

ISBN 978-80-7427-250-9

# OCHRANA OBILNIN PROTI VIROVÝM CHOROBÁM (BYDV A WDV)

## METODIKA PRO PRAXI

**Ing. Jana Chrpová, CSc.**  
**Mgr. Taťána Sumíková, Ph.D.**  
**Mgr. Jana Palicová, Ph.D.**  
**Ing. J. Kumar, Ph.D.**  
**Ing. Marie Váňová, CSc.**  
**Ing. Jan Bílovský**  
**Ing. Ondřej Veškrna, Ph.D.**

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2017

## OCHRANA OBILNIN PROTI VIROVÝM CHOROBÁM (BYDV A WDV)

Metodika přináší nové poznatky a doporučení využitelné při ochraně porostů před virovými chorobami. Na základě zkušeností získaných při provádění testů rezistence ječmene ozimého, pšenice ozimé a jarní k BYDV, monitoringu výskytu virových chorob na území ČR, dostupných literárních údajů a speciálních pokusů byly získány nové závěry a doporučení pro praxi.

**Klíčová slova:** ječmen, pšenice, BYDV, WDV, monitoring, testování rezistence

## PROTECTION OF CEREALS AGAINST VIRAL DISEASES (WDV AND BYDV)

This handbook brings new conclusions and recommendations concerning protection against viral diseases. The presented findings are based on experience gained from the tests of BYDV resistance, on results of monitoring of WDV and BYDV, available literature and special experiments.

**Key words:** barley, wheat, BYDV, WDV, monitoring, evaluation of resistance

## OBSAH

I. Cíl metodiky .....	4
II. Vlastní popis .....	4
1. Úvod .....	4
2. Výskyt WDV a BYDV .....	4
3. Virus žluté zakrslosti ječmene (BYDV).....	8
4. Virus zakrslosti pšenice (WDV).....	16
5. Diagnostika virových chorob .....	18
6. Možnosti ochrany .....	18
III. Srovnání novosti přístupů .....	22
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky.....	23
V. Ekonomické aspekty .....	23
VI. Seznam použité literatury.....	25
VII. Seznam publikací předcházejících metodice .....	27

## I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je podat souhrn dostupných poznatků o škodlivosti BYDV a WDV, předložit doporučení využitelná v zemědělské praxi a obrátit pozornost pěstitelů obilovin ve všech krajích a okresech ČR k nezbytnosti sledovat prognózy výskytu přenašečů viróz.

Metodika může sloužit také při výuce studentů i ve šlechtění na rezistenci k BYDV. Přináší ucelené informace o výskytu obou sledovaných virových chorob v minulosti, dále výsledky hodnocení rezistence k BYDV. Především však metodika obsahuje popis opatření a doporučení včetně praktických zkušeností s využitím moření a insekticidní ochrany.

## II. VLASTNÍ POPIS

### 1. Úvod

Globální změna klimatu ovlivňuje výskyt chorob i hmyzích vektorů a je pravděpodobně i příčinou jejich rozsáhlejších nálezů. Zvýšená teplota, měnící se srážkové poměry, nové způsoby pěstování – především úzké osevní sledy a změny ve složení pěstovaných plodin jsou podstatnými faktory podporujícími větší šíření virových chorob obilovin.

Virové choroby obilnin byly v minulosti rozšířeny pouze v níže položených, relativně teplejších a sušších oblastech středních, severních a východních Čech, jižní Moravy a na Hané. V roce 2015 byly silné výskyty zaznamenány i v oblastech dosud pro výskyt viróz netypických, v nadmořské výšce nad 450 m nad m. Dlouhodobě jsou sledováni dva nejvýznamnější původci – virus zakrslosti pšenice (WDV – Wheat dwarf virus) a virus žluté zakrslosti ječmene (BYDV – Barley yellow dwarf virus). Za závažné můžeme považovat obě choroby, které střídavě nabývají na významu. Poměr jednotlivých infekcí BYDV/WDV se každoročně mění v závislosti na teplotních podmínkách v období vzcházení ozimů a dále na rozšíření a množství dostupných zdrojů infekce.

### 2. Výskyt WDV a BYDV

První popsáný výskyt **virové zakrslosti pšenice (WDV)** na světě přinesl v roce 1961 v Československu Ing. Josef Vacke, CSc. z VÚRV v Praze (Vacke, 1961). Virová zakrslost pšenice byla rozšířená pouze v níže položených, relativně teplejších a sušších oblastech středních, severních a východních Čech, jižní Moravy a na Hané. Od roku 1960 bylo v těchto oblastech zaznamenáno několik dvou až pětiletých period s lokálně silným a v mnoha případech i kalamitním výskytem choroby. V 90. letech 20. století byly zjištěny její významné výskyty rovněž ve středně položených oblastech západních a severních Čech. Ve většině výše zmíněných period byly virózou silně postiženy především porosty ozimé pšenice, avšak vzrostl počet intenzivně napadených porostů ozimého ječmene.

V roce 2002 došlo ke kalamitnímu poškození porostů virem BYDV-PAV, vedoucímu k zaorávání porostů. Po roce 2003 s nižším výskytem zakrslostí a vyrovnaným poměrem infekcí BYDV a WDV následovaly roky s více či méně výraznou převahou infekcí WDV. V rámci sledování provedeného v letech 2004 – 2008 bylo zjištěno, že WDV převládá u pšenice a BYDV u ječmene (Chrpová a kol., 2009). Ve sklizňovém roce 2012 byly porosty obilnin poškozeny mrazy, suchem a rovněž výskyty viróz – nejpostiženějším krajem byl

Jihomoravský s poškozením 95 tisíc ha (což představovalo 57 % plochy); ve Středočeském kraji poškození 83 790 ha (třetina plochy); v Olomouckém kraji na 28 % plochy, v ostatních krajích byl rozsah poškození menší než 20 % osevních ploch (Fialová, 2012). Další informaci přináší studie, kterou provedli Beoni at al., (2016) v období 2012-2015, kdy v náhodně odebraných vzorcích (pšenice, ječmen,) bylo v průměru zjištěno zastoupení 13,3 % BYDV. Sezóna 2014/15 byla výjimkou za posledních pět let, kdy vyšší podíl na infekcích porostů nesl virus BYDV. Převažující výskyt viru BYDV na podzim koreluje s vysoce nadprůměrnými přelety mšic v tomto období. Na jaře 2015 byl zaznamenán výrazně vyšší výskyt virovými zakrslostmi napadených porostů obilnin. Z pozitivních vzorků bylo 119 vzorků (77 %) infikováno BYDV, 16 vzorků (11 %) infikováno WDV a 17 vzorků (12 %) infikováno směsnou infekcí WDV + BYDV.

### Vymezení rizikových oblastí na základě monitoringu výskytu provedeného v období 2000-2016

Od roku 2000 bylo provedeno několik tisíc laboratorních rozborů s více než dvěma tisíci pozitivních výsledků, které jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2. Výsledky byly získány v rámci monitoringu ÚKZÚZ (dříve Státní rostlinolékařská správa - SRS) a monitoringu MSD (Agrotest fyto s.r.o a ZS Kluky).

Dvě třetiny pozitivních výskytů viróz se projevují v pěti krajích. Zatímco u výskytu **BYDV** mezi léty 2005 a 2012 připadalo nejvíce na Zlínský kraj (16,9 %), mezi léty 2005 až 2016 největší podíl potvrzených výskytů připadá na Jihomoravský kraj (14,8 %). Na dalších místech se střídají kraje Olomoucký, Středočeský a Pardubický (více viz Tabulka 1.).

Tabulka 1. Přehled krajů s největším laboratorně potvrzeným (ELISA) výskytem žluté virové zakrslosti ječmene (BYDV) mezi léty 2005 až 2016 v České republice

Kraj	největší výskyt BYDV			
	2005-2012	podíl	2005-2016	podíl
Zlínský	129	16,9	137	14,4
Jihomoravský	116	15,2	141	14,8
Olomoucký	95	12,4	118	12,4
Středočeský	89	11,6	126	13,2
Pardubický	78	10,2	108	11,4
počet výskytů v ČR	764	100	951	100

Podobná situace, byť v jiném pořadí je u výskytů **WDV**, kde dlouhodobě největší podíl je nalézán v kraji Středočeském (23,4 %), následovaný krajem Zlínským, Olomouckým, Jihomoravským a Pardubickým (více viz Tabulka 2.)

Tabulka 2. Přehled krajů s největším laboratorně potvrzeným (ELISA) výskytem virové zakrslosti pšenice (WDV) mezi léty 2005 až 2016 v České republice

Kraj	největší výskyt WDV			
	2005-2012	podíl	2005-2016	podíl
Středočeský	271	22,8	303	23,4
Zlínský	170	14,3	178	13,8
Olomoucký	150	12,6	167	13
Jihomoravský	145	12,2	155	12
Pardubický	107	9	118	9,1
počet výskytů v ČR	1190	100	1293	100

Na základě provedených opakovaných šetření mezi léty 2000 až 2016 bylo možno vymezit orientační oblasti výskytu pro jednotlivé virové onemocnění – žlutou virovou zakrslost ječmene (BYDV) a virovou zakrslost pšenice (WDV).

### **Orientační vymezení oblastí výskytu**

#### ***Oblast I***

V této oblasti je zřejmá **vícenásobná převaha výskytů WDV** nad prokázanými výskyty BYDV. Z hlediska krajského se týká Středočeského a Ústeckého kraje. Z pohledu okresního se jedná o Chomutovsko, Kladensko, Kolínsko, Královehradecko, Litoměřicko, Mladoboleslavsko, Mostecko a Nymbursko.

#### ***Oblast II***

V této oblasti je počet zaznamenaných výskytů WDV dvojnásobný oproti zaznamenaným výskytem BYDV. Tento poměr je zjišťován v kraji Jihočeském, Olomouckém, Plzeňském a Zlínském. Charakterizuje zjištěné výskyty na Brněnsku, Domažlicku, Chrudimsku, Kroměřížsku, Kutnohorsku, Plzeňsku, Prostějovsku, Rakovnicku, Uherskohradištsku, Ústeckoorlicku a Žďársku.

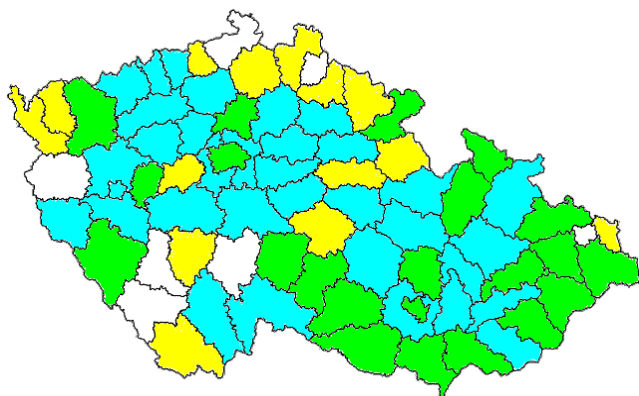
#### ***Oblast III***

Vyrovnaný poměr výskytů WDV a BYDV ve sledovaném období je zřejmý v Jihomoravském kraji, v Královehradeckém kraji, v Moravskoslezském kraji, v Pardubickém kraji a v kraji Vysočina. Z okresního pohledu do této oblasti lze zařadit Břeclavsko, Hodonínsko, Mělnicko, Opavsko, Přerovsko, Rokycansko, Šumpersko, Vsetínsko, Zlínsko a Znojemsko.

#### ***Oblast IV***

Převažující potvrzené výskyty BYDV nad výskyty WDV jsou typické pro kraj Karlovarský a Liberecký. V okresním měřítku je tento trend patrný na Berounsku, Havlíčkovobrodsku, Liberecku, Karvinsku, Pardubicku, Rychnovsku, Semilsku a Trutnovsku.





**Obr. 1 – Poměr výskytů virových zakrslostí (BYDV a WDV) v jednotlivých okresech v letech 2005 – 2012**

Vysvětlivky:

Zeleně – poměr zjištěných výskytů BYDV a WDV je vyrovnaný

Modře – převažuje prokázaný vyšší výskyt WDV nad BYDV

Žlutě – převažuje prokázaný vyšší výskyt BYDV nad WDV

Bílé – nebyla laboratorně potvrzena přítomnost BYDV ani WDV

### Výskyt WDV a BYDV v ročnících 2013–2016

V ročnících 2013 a 2014 byl zaznamenán nižší výskyt virových onemocnění obilnin. V roce 2013 převažoval výskyt WDV, na podzim 2014 se již objevuje nárůst BYDV. Sezóna 2014/2015 byla výjimečná tím, že vyšší podíl na infekci porostů měl virus BYDV. Ročník 2015 s mírnou zimou a suchým jarem byl významný také proto, že se poškození virózami objevovalo v oblastech pro výskyt viróz netypických (Liberecký kraj, Vysočina). V roce 2016 bylo laboratorně potvrzeno v České republice velmi málo výskytů viróz, více bylo zjištěno výskytů BYDV (více viz Tabulka 3.).

Tabulka 3. Výskyt žluté virové zakrslosti ječmene v České republice v letech 2015 a 2016

Kraj	výskyt BYDV v jednotlivých krajích			
	2015		2016	
	výskytů	podíl	výskytů	podíl
Středočeský	27	26,5	4	13,8
Pardubický	15	14,7	1	3,4
Královehradecký	11	10,8	3	10,3
Liberecký	9	8,8	0	0
Jihomoravský	8	7,8	5	17,3
Olomoucký	7	6,9	8	27,7
Ústecký	7	6,9	1	3,4
Vysočina	6	5,9	0	0
Plzeňský	4	3,9	1	3,4
Moravskoslezský	3	2,9	4	13,8
Jihočeský	3	2,9	0	0
Zlínský	2	2	2	6,9
Karlovarský	0	0	0	0
počet výskytů v ČR	102	100	29	100

### 3. Virus žluté zakrslosti ječmene (BYDV)

#### Přenos viru

BYDV je jedním z nejzávažnějších virových patogenů obilnin. Hlavními přenašeči je více než 20 druhů mšic a virus je přenášen perzistentním cirkulativním způsobem. Efektivnost přenosu je regulována mnohými faktory: hostitelskými rostlinami, environmentálními podmínkami, abundancí vektorů a povrchovou strukturou virionu. Virus se nepřenáší vajíčky ani nymfami ani osivem získaným z infikovaných rostlin. Dospělé mšice se stávají vironosnými při akvizičním sání na zdroji infekce již po 5 až 15 minutách sání. Cirkulační proces viru přes zažívací trakt trvá více než 16 hodin, v přenašečích je virus stálý asi 120 hodin. Je přenášen při teplotách nad 10 °C z důvodu vyšší letové aktivity mšic (Slámová a kol., 2008). BYDV napadá nejen kulturní druhy obilnin, ale má i široký okruh hostitelů v travách. D'Arcy (1995) uvádí, že za hostitelské druhy je považováno více než 150 druhů z čeledi *Poaceae*. Mezi významné hostitele patří např. jílek, sveřep a lipnice.

Obilniny jsou u nás infikovány BYDV ve dvou fázích. K první fázi infekcí dochází na podzim při migraci přenašečů z výdrolů na vzházející ozimy. Mšice mohou také migrovat z travních ploch i z kukuřice, není-li sklizena. Výskyty viróz v ozimé pšenici nebo v ozimém ječmeni sousedícími s kukuřičnými poli bývají velmi časté a silné. Kukuřice sklizená na zrno je z tohoto hlediska vážnou hrozbou i pro pšenice seté v agrotechnickém termínu nebo i později.

Intenzivní migrace přenašečů trvá do nástupu chladného počasí, infekce rostlin do příchodu mrazů. Druhé období nákaz ozimých a jarních obilnin probíhá na jaře a v létě ve fázi jejich sloupkování a později. Virus žluté zakrslosti ječmene je přenášen mšicemi migrujícími ze zimních hostitelů, které se nakazily na travách nebo ozimech infikovaných v předchozím roce.

#### Přenašeči BYDV (Obr. 2)

Každý BYDV kmen je přednostně šířen určitými druhy mšic (zkratky kmenů byly vytvořeny kombinací začátečních písmen latinských rodových a druhových názvů hlavních přenašečů a končí prvním písmenem slova virus):

BYDV-PAV šíří *Rhopalosiphum padi* (mšice střemchová) a *Sitobion avenae* (kyjatka osenní), zřídka *Metopolophium dirhodum* (kyjatka travní) a další *Schizaphis graminum* (mšice obilná); u BYDV-PAS jsou hlavními vektory rovněž *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*.

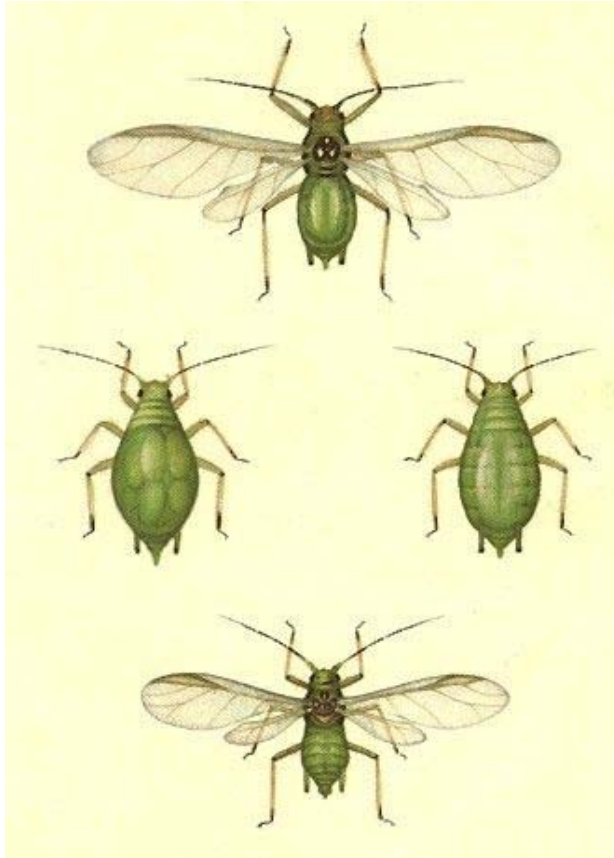
BYDV-MAV přenáší převážně *Macrosiphum (Sitobion) avenae*, *Metopolophium dirhodum* a zřídka *Rhopalosiphum maidis* a *Schizaphis graminum*.

BYDV-SGV pravidelně přenáší *Schizaphis graminum* a jen zřídka *Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi* a *Rhopalosiphum maidis*.

BYDV-GPV hlavními přenašeči jsou *Schizaphis graminum* a *Rhopalosiphum padi*.

BYDV-RMV šíří *Rhopalosiphum maidis* (mšice kukuřičná), zřídka také *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* a *Schizaphis graminum*.

CYDV-RPV je přenášena přednostně *Rhopalosiphum padi* a nepravidelně *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum maidis* a *Sitobion*.



**Infekce se na rostliny přenáší jen prostřednictvím infikovaných hmyzích vektorů: mšicemi (BYDV)**

**Infekce se nepřenáší**  
osivem,  
pylem,  
mechanicky

**Přezimování vektorů.**

- mšice střemchová přezimuje ve formě vajíček na zimním hostiteli (střemcha), při mírné zimě přezimují nymfy i dospělci na ozimech
- kyjatka osenní - ve formě vajíček, nymf i dospělců na obilninách a na travách
- kyjatka travní – na růžích

**Obr. 2 Mšice – přenašeči BYDV**

**Kmeny (sérotypy viru)**

Rozdíly mezi jednotlivými sérotypy BYDV popsal poprvé Rochow and Muller (1971), který identifikoval 5 sérotypů mšic – PAV, MAV, SGV, RPV a RMV. Zpočátku byla taxonomie založena na specifičnosti přenosu mšicemi, hostitelích a křížové ochraně jednotlivých kmenů BYDV. Na základě nejnovějších poznatků (International Committee on Taxonomy of Viruses – ICTV) jsou za původce žluté virové zakrslosti ječmene považovány kmeny (sérotypy) patřící do skupiny luteovirů (BYDV – Barley yellow dwarf virus), polerovirů (CYDV – Cereal yellow dwarf virus) a dosud nezařazené kmeny. Taxonomie virů žluté zakrslosti ječmene prochází několika fázemi v souvislosti s rozvojem technologií schopných virus charakterizovat. S ohledem na sérologické vlastnosti viru, fytopatologii a sekvence nukleových kyselin jsou viry žluté zakrslosti rozděleny do dvou hlavních rodů – Luteovirus – BYDV; přičemž existují minimálně dva sérotypy viru: BYDV-PAV a BYDV-MAV. Dřívější BYDV-RPV byl na základě novějších poznatků přeřazen do rodu Polerovirus jako CYDV-RPV (Miller et al., 2002). Kmen BYDV-PAV byl později rozdělen na dva odlišné kmeny BYDV-PAV a BYDV-PAS, podle svých nukleových sekvencí genu pro obalový protein (Rastgou et al., 2005). Choroba je tedy působena nejméně osmi druhy virů (Chain et al., 2005) náležejících do rodu Luteovirus (BYDV-PAV, BYDV-PAS, BYDV-MAV, BYDV-GAV), Polerovirus (CYDV-RPV), nebo momentálně nezařazené druhy (BYDV-RMV, BYDV-SGV, BYDV-GPV). V roce 2007 byl identifikován další BYDV sérotyp pojmenovaný BYDV-ORV (oat red-leaf virus) (Robertson and French, 2007). Na základě diagnostiky imunochemickou metodou ELISA vysoce převládal na území České republiky kmen BYDV-PAV. Velmi nízké bylo zřejmě zastoupení kmenů BYDV-MAV a CYDV-RPV (přibližně 0,5 %). V roce 2008 byla na našem území prokázána přítomnost kmenu BYDV-PAS (Kundu, 2008). V roce 2009 byla v České republice prokázána přítomnost kmenu BYDV – MAV (Kundu, 2009).

## Poškození rostlin

V důsledku napadení virem dochází k ucpávání cévních svazků a omezení celkového růstu (Obr. 3). Menší kořenový systém a problémy s asimilačním tokem v rostlinách navozují symptomy nedostatečné výživy. Mezi příznaky patří různě silná zakrslost. Kořeny jsou kratší a méně rozvětvené (rostlina jde snadno vytrhnout). Infekci provázejí poruchy v metání a někdy i předčasné odumírání rostlin. Listy nemocných rostlin jsou zpravidla kratší, někdy i vzpřímenější. U ječmene a některých odrůd pšenice žloutnou od špiček a jejich okrajů, přičemž se chlorotické skvrny, případně rozplývavé pruhy, objevují uprostřed listové čepele. Oves a některé odrůdy pšenice a žita mají červené až červenohnědé zbarvení listů.

Žito je méně náchylné stejně jako některé odrůdy tritikale. K velkému poškození porostů, které může vést až k jejich zaorání, dochází při epidemickém výskytu především u ozimého ječmene. Velmi náchylný je i jarní ječmen i když větší plošné výskyty byly zaznamenány ojediněle – např. v roce 2016 na severní Moravě. Napadení virem BYDV u pšenice obvykle vede k menšímu poškození než u ječmene či ovesa, přesto však v některých ročnících a lokalitách může být poškození značné. Ztráty na infikovaných porostech nejsou jen výnosové, ale vedou i k poklesu technologických, nutričních i biologických vlastností. Zvyšuje se náchylnost k suchu a k řadě fytopatogenních hub. Mezi výskytem choroby a výnosovými ztrátami je lineární vazba: 1 % výskytu žluté zakrslosti = redukce výnosu o 20 - 50 kg/ha u pšenice (Miller and Rasochová, 1997). Vacke (2002) udává, že virus žluté zakrslosti ječmene může snížit sklizeň náchylných odrůd pšenice ozimé cca o 50 - 60 % a u mírně odolných (tolerantních) cca o 30 - 40 %. U náchylných odrůd ječmene ozimého udává 96 - 100 % výnosové ztráty.

Významným faktorem ovlivňujícím výskyt viróz je termín setí. Časné setí v době vyšší letové aktivity přenašečů viróz může zvýšit výskyt virových chorob, především v letech s teplým a dlouhým podzimem, především na lokalitách, kde je dostatek zdrojů infekce a kde jsou i její přenašeči. V minulosti, kdy byly praktikovány jiné způsoby hospodaření, nebyly ani rané výsevy virovými chorobami ohroženy více než výsevy v agrotechnických či pozdějších termínech setí (Váňová a kol., 2010).





**Obr. 3 Symptomy BYDV na ječmeni (vlevo) a na pšenici (vpravo)**

Foto: Bártová

### Rezistence k BYDV

#### Hodnocení rezistence

Reakce genotypů pšenice na infekci BYDV je ve VÚRV, v.v.i. hodnocena v maloparcelkových polních pokusech. Průběžně probíhá hodnocení sortimentu registrovaných odrůd. Pro hodnocení rezistence ke žluté zakrslosti ječmene je využívána metodika, kterou vyvinuli Vacke et al. (1996). Rostliny jsou vysévány v pokusech s infekční a kontrolní variantou na dvouřádkové parcely 1m dlouhé, ve sponu 20 x 8 cm (Obr. 3). Testované genotypy jsou ve stadiu třetího listu až počátku odnožování infikovány BYDV. Jako vektory viru slouží mšice *Rhopalosiphum padi* ze skleníkových chovů. Na každou rostlinu připadá 10 - 20 mšic různých vývojových stadií. Kontrolní varianta je po dobu sání mšic chráněna krycí tkaninou. Mšice jsou po cca 5 dnech inokulačního sání usmrceny insekticidním přípravkem. V době kvetení je vyhodnocena symptomatická reakce podle desetistupňové škály, kterou odvodili Schaller and Qualset (1980) a po odkvětu je změřena výška rostlin u infekční i kontrolní neinfikované varianty. Po sklizni je stanovena redukce hmotnosti zrna na klas v porovnání s neinfikovanou kontrolou.

#### Ječmen

Pro rezistenci ječmene má největší význam gen *Yd2*, který byl poprvé popsán v roce 1959 v etiopských jarních ječmenech (Rasmuson and Schaller, 1959). Gen rezistence *Yd2* se podařilo přenést do ozimého ječmene. Jako zdroj rezistence byla využívána i americká odrůda ozimého ječmene Wysor. Při hodnocení rezistence v pokusech s umělou infekcí je důležitá volba kontrolních odrůd. U ozimého ječmene je jako mírně rezistentní kontrola používána odrůda Wysor, která je nositelem genu *Yd2* a jako náchylná kontrola odrůda Graciosa (Obr. 4). V ČR byla první odrůda s genem *Yd2* Travira registrována v roce 2012. Nositelem

relativně vysokého stupně rezistence je i odrůda Yatzi (registrována v ČR v roce 2010), která však není nositelem genu *Yd2* (Chrpová a kol., 2016; Beoni at al., 2016). Mírná rezistence byla zjištěna u odrůd Sibra a Perry (Ovesná at al., 2000). V rámci odrůd registrovaných v ČR byla později podobná úroveň rezistence prokázána u odrůd Finesse, Saffron a Traminer (Chrpová a Šíp, 2014). Podle nejnovějších výsledků tříletých pokusů vykazují výnosovou toleranci i odrůdy Hobbit a Leopard (Chrpová a kol., 2016). Tato úroveň rezistence není sama o sobě dostačující pro zabránění ztrát na výnosech. V kombinaci s ošetřením porostů před přenašeči, které zabraňuje infekci v časně fázi vývoje, lze pěstování těchto odrůd považovat za perspektivní především v podmínkách příznivých pro šíření infekce. Nejvyšší náchylnost k BYDV byla na základě tříletého zkoušení prokázána u odrůd Antonella a Saturn (Tabulka 4.).

Tabulka 4. Odolnost odrůd ječmene ozimého ke žluté zakrslosti ječmene v pokusech s umělou infekcí, Praha - Ruzyně, 2014-2

Odrůda	Symptomatické hodnocení (0-9; 0 nenapadeno)					Odrůda	Redukce výšky rostlin (%)					Odrůda	Redukce hmotnosti zrna na klas (%)										
Wysor	2,3	a				Wysor	16,3	a				Wysor	19,3	a									
Yatzi*	2,4	a				Travira	23,6	a	b			Sibra	23,7	a		c							
Travira	2,8	a	b			Sibra	24,6	a	b	c		Yatzi	26,7	a	b	c	d						
Sibra	4,9		b	c		Yatzi	28,4	a	b	c	d	Travira	30,2	a	b	c							
Leopard	6,1			c	d	Jutta	31,0	a	b	c	d	Hobitt	30,9	a	b	c							
Marissa*	6,4			c	d	e	Henriette	35,1	a	b	c	d	Leopard	32,7	a	b	c	d					
Jutta*	6,4			c	d	e	KWS Tenor	35,9	a	b	c	d	Marissa	36,3	a	b	c	d	e				
Hobitt	6,8			c	d	e	f	Leopard	36,4	a	b	c	d	Henriette	38,3	a	b	c	d	e			
KWS Tenor*	6,9			c	d	e	f	Marissa	40,5	a	b	c	d	Fabian	39,7	a	b	c	d	e			
Henriette*	7,0			c	d	e	f	Hobitt	41,7	a	b	c	d	Jutta	39,8	a	b	c	d	e			
Luran	7,2				d	e	f	Luran	42,2	a	b	c	d	KWS Tenor	41,7	a	b	c	d	e			
Sandra*	7,3				c	d	e	f	Fabian	43,8	a	b	c	d	Lancelot	53,9	a	b	c	d	e	f	
Fabian*	7,6					d	e	f	Lancelot	49,0	a	b	c	d	Luran	58,5	a	b	c	d	e	f	
Lancelot*	7,6					d	e	f	Doreen	51,8	a	b	c	d	e	Doreen	67,9	a	b	c	d	e	f
Sylva*	7,9					d	e	f	KWS Meridian	54,8	a	b	c	d	e	Graciosa	75,1		b		d	e	f
Nero*	8,0					d	e	f	Nero	56,4	a	b	c	d	e	Johanna	75,6		b	c	d	e	f
Casanova*	8,1					d	e	f	Sylva	56,7	a	b	c	d	e	KWS Meridian	77,8		b		d	e	f
KWS Meridian*	8,1					d	e	f	Sandra	61,4	a	b	c	d	e	Lester	78,3		b		d	e	f
Doreen*	8,4					d	e	f	Lester	62,5	a	b	c	d	e	Nero	78,7		b		d	e	f
Lester*	8,4					d	e	f	Casanova	67,2		b	c	d	e	Sylva	80,2		b		d	e	f
Graciosa	8,4						e	f	Graciosa	67,5			c	d	e	Casanova	84,4				d	e	f
Johanna*	8,5						d	e	f	Johanna	75,0			d	e	Sandra	87,3					e	f
Antonella	9,0							f	Antonella	100,0				e	Antonella	100,0							f
Saturn	9,0							f	Saturn	100,0				e	Saturn	100,0							f

\* dvouleté hodnocení





**Obr. 4** Hodnocení odolnosti ječmene ozimého k BYDV po umělé infekci kmenem BYDV-PAV: 161 Wysor, 162 Graciosa, 163 Travira. V pozadí neinfikovaná kontrola  
Foto: Bártová

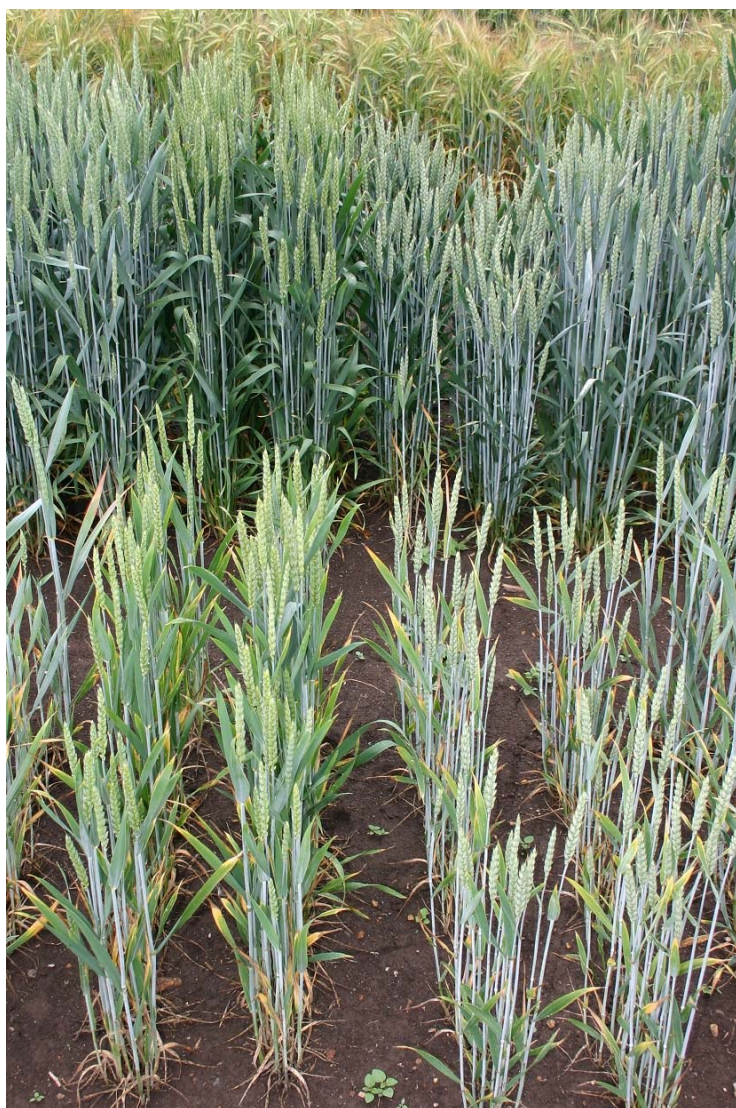
## Pšenice

Podstata genetické odolnosti proti viru žluté zakrslosti ječmene (BYDV) byla zatím popsána u dvou zdrojů pšenice. Mírná odolnost byla identifikována u brazilské odrůdy jarní pšenice Frontana s genem *Bdv1*. Dalším zdrojem odolnosti je *Thinopyrum intermedium*. Z tohoto zdroje byly vytvořeny translokované linie pšenice - translokace 7EL, která obsahuje gen rezistence *Bdv2* (McIntosh et al., 2001). Žádný z těchto zdrojů však v našich infekčních testech nevykazoval zvláště výraznou odolnost v porovnání s běžnými genotypy. V rámci hodnocení odolnosti k BYDV byla nejvyšší odolnost prokázána u linie PSR 3628, která vznikla jako pšenično-pýrný hybrid. Nadále probíhá hledání dalších zdrojů rezistence využitelných ve šlechtění pšenice.

Jako kontrolní odrůdy při hodnocení rezistence jsou využívány PSR 3628 (rezistentní), Sparta (mírně rezistentní), Vlada (mírně náchylná) a linie SG-S 27-03 (náchylná). Současné šlechtění pšenice na rezistenci k BYDV je orientováno především na záchyt náchylných materiálů na úrovni náchylné linie SG-S 27-03. Mírnější reakci na infekci BYDV vykazovaly



některé starší odrůdy ozimé pšenice: Saskia, Rialto, Meritto, Rexia, Svitava, Anduril, Simila, Baryton a Orlando (Veškrna at al., 2009; Váňová a kol., 2010). Na základě dalších šetření (Chrprová a kol., 2015) bylo zjištěno, že odrůdy Altigo, Elan, Aladin, Hewitt a Matylda mají méně viditelných symptomů než ostatní zkoušené odrůdy. Současně však bylo prokázáno, že pouze odrůdy Elan a Matylda vykazovaly redukci hmotnosti zrna v klase srovnatelnou s kontrolní odrůdou Sparta. Mírná rezistence odrůdy Aladin se projevila také v pokusech s přirozenou infekcí BYDV, které proběhly v roce 2015 v Kroměříži na pracovišti Agrotest Fyto. Další pokusy ukázaly (Tabulka 5.), že odrůdy Brokat, Fakir a Zeppelin mají po umělé infekci BYDV méně symptomů i relativně nízkou redukci hmotnosti zrna na klas (Chrprová a kol., 2016). Výnosová tolerance na úrovni kontrolní odrůdy Sparta byla zjištěna i u odrůdy Athlon (Obr. 5).



**Obr. 5** Hodnocení odolnosti pšenice ozimé k BYDV po umělé infekci kmenem BYDV-PAV: vlevo Athlon, vpravo Avenue, v pozadí neinfikovaná kontrola  
Foto: Bártová



Tabulka 5. Odolnost odrůd pšenice ozimé ke žluté zakrslosti ječmene v pokusech s umělou infekcí, Praha - Ruzyně, 2014-2016

Odrůda	Symptomatické hodnocení		Odrůda	Redukce výšky rostlin (%)		Odrůda	Redukce hmotnosti zrna na klas		
	(0-9, 0)						%		
PSR 3628	1,4	a	PSR 3628	5,5	a	PSR 3628	5,0	a	
SY Passport*	3,6	a b	SY Passport*	7,5	a	Fakir*	15,4	a b	
Zeppelin*	3,9	a b	Artist	12,1	a	Sparta	18,3	a b	
Vanessa*	4,1	a b	Patras*	12,5	a	Brokat*	20,4	a b c	
Sparta	4,2	a b	Zeppelin*	13,6	a	Athlon	21,3	a b	
Artist	4,4	a b	Brokat*	13,8	a	Fabius*	23,1	a b c	
Tilman	4,5	a b	Fabius*	13,8	a	Replik	26,0	a b c	
Fabius*	4,5	a b	Fakir*	14,5	a	Genius*	26,4	a b c	
Tosca	4,7	a b	Vanessa*	15,4	a	Zeppelin*	26,7	a b c	
Brokat*	4,8	a b	Replik	16,5	a	Tosca	27,1	a b c	
Lavantus*	4,8	a b	Etana	17,5	a	Florus	27,6	a b c	
Annie	4,8	a b	Genius*	18,1	a	Grizzly	28,8	a b c	
Replik	4,8	a b	Vlada	18,8	a	Lavantus*	29,3	a b c	
Fakir*	4,8	a b	Athlon	19,3	a	Julie	29,9	a b c	
Rumor	4,8	a b	Matchball*	20,0	a	Vanessa	30,3	a b c	
Bonanza*	4,9	a b	Tosca	20,0	a	Pankratz*	31,2	a b c	
Athlon	4,9	b	Bernstein*	20,5	a	Nordika	31,2	a b c	
Julie	4,9	b	Lavantus*	20,6	a	Rumor	31,6	a b c	
Florus	4,9	b	Avenue	21,0	a	Matchball*	32,7	a b c	
Genius*	4,9	b	Sparta	21,3	a	Bonanza*	32,7	a b c	
Sailor	4,9	b	Tilman	21,3	a	Etana	33,6	a b c	
Matchball*	5,0	a b	Bonanza*	21,5	a	Gordian	34,2	a b c	
Patras*	5,2	a b	Nordika	21,8	a	RGT Matahari*	34,2	a b c	
Etana	5,4	b	Tobak	22,2	a	Annie	34,5	a b c	
Frisky*	5,4	b	Gordian	22,3	a	Avenue	35,2	a b c	
Grizzly	5,4	b	Sailor	22,4	a	SY Passport*	38,3	a b c	
Pankratz*	5,5	b	RGT Matahari*	22,9	a	Frisky*	38,6	a b c	
Tobak	5,5	b	Florus	24,0	a	Artist	39,4	b c	
Bernstein*	5,6	b	Grizzly	24,0	a	Sailor	39,5	b c	
RGT Matahari*	5,6	b	Annie	24,3	a	Vlada	39,7	b c	
Balitus*	5,8	b	Rumor	24,8	a	Bernstein*	40,1	a b c	
Gordian	5,8	b	Frisky*	25,4	a	Patras*	41,5	a b c	
Nordika	5,8	b	Julie	26,6	a	Tilman	42,7	b c	
Vlada	5,8	b	Balitus*	28,1	a	Tobak	45,3	b c	
Avenue	6,2	b	Pankratz*	29,3	a	Balitus*	47,7	b c	
SG-S 27-03	7,3	b	SG-S 27-03	29,5	a	SG-S 27-03	57,6		c

\*dvouleté hodnocení

Tabulka 6. Odolnost odrůd pšenice ozimé ke žluté zakrslosti ječmene v pokusech s umělou infekcí, Praha - Ruzyně, 2014-2016

Odrůda	Symptomatické hodnocení (0-9; 0 bez příznaků)		Odrůda	Redukce výšky (%)		Odrůda	Redukce hmotnosti zrna na klas (%)	
Quintus	3,6	a	Alondra*	4,8	a	Alondra*	15,5	a
WKL-91-138	4,3	a b	Anabel*	9,7	a	Anza	19,0	a
Maringá	4,4	a b	Maringá	9,7	a	Anabel*	20,0	a
Leguan	4,5	a b	Anza	9,8	a	Maringá	21,9	a
Anza	4,7	a b	WKL-91-138	12,2	a	Leguan	27,3	a
KWS Akvilon	4,8	a b	Leguan	13,4	a	WKL-91-138	28,5	a
Anabel*	4,8	a b	KWS Chamsin*	13,9	a	KWS Akvilon	31,3	a
Alondra*	5,3	a b	Quintus	14,2	a	KWS Chamsin*	33,1	a
KWS Chamsin*	5,6	b	KWS Akvilon	14,9	a	KWS Scirocco*	34,6	a
KWS Scirocco*	5,7	b	KWS Scirocco*	16,7	a	Quintus	36,4	a
Jara	5,8	b	Jara	18,4	a	Jara	50,4	a

\*dvouleté hodnocení

V rámci souboru odrůd pšenice jarní je jako mírně rezistentní kontrolní odrůda používána Anza, která je nositelem genu *Bdv1* (Tabulka 6.). Jako náchylná kontrola byla použita odrůda Jara. Nejvyšší rezistence na úrovni symptomů zjištěna u odrůdy Quintus. Tomuto zjištění však neodpovídala redukce hmotnosti zrna na klas ani redukce výšky rostlin. Největší výnosová tolerance byla zjištěna u odrůdy Alondra. Obvykle však BYDV na pšenici jarní nepůsobí velké škody.

#### 4. Virus zakrslosti pšenice (WDV)

##### Přenos viru

Virus je přenosný nymfami a imagy křísa polního (*Psammotettix alienus* Dahlbom, 1851) (Obr. 6) a je řazen do skupiny monogeminovirů. Dále bylo zjištěno (Ekzayes and Kumari, 2011), že přenašečem je i křísek *Psammotettix provincialis* Ribaut, 1925, jehož praktický význam je zanedbatelný, poněvadž je uveden v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky. Napadení obilovin virovou zakrslostí pšenice závisí na aktivitě dospělců kříska polního, který šíří virus ze zdrojů infekce (výdrolu, trav) na ozimy. Křísek přezimuje ve formě vajíček na obilninách, travách, výdrolu (např. v řepce).

Pro migraci křísků jsou příznivé sluneční dny, kdy dojde ke zvýšení tělesné teploty a křísci nejen skáčou, ale i létají. V takových dnech je možné sledovat jejich výskyt v porostech obilovin (Holý, 2016).



**Obr. 6 Křísek polní – přenašeč WDV**

Foto G. Červená

### **Napadení rostlin**

Virová zakrslost pšenice napadá ozimou pšenici i ozimý ječmen. Důsledky napadení virem jsou na pšenici velmi závažné. Rostliny infikované na podzim většinou nepřežijí. Přezimované rostliny zůstávají zakrslé, nesloupkují, listy silně žloutnou nebo červenají. Podzimní infekce viru zakrslosti pšenice může redukovat sklizeň zrna náchylných odrůd ozimé pšenice a ozimého ječmene cca o 80 - 100 % (Vacke, 2002). Na začátku 90. let byl indentifikován kmen WDV adaptovaný na ječmen, který není přenosný na pšenici. Kmeny vyskytující se na území ČR na pšenici neinfikují ječmen (Lindsten and Vacke, 1991).





**Obr. 7 Zakrslé rostliny ozimé pšenice, v nichž byl diagnostikován virus WDV**

Foto: Váňová

## 5. Diagnostika virových chorob

Přítomnost virů v rostlině nelze s jistotou určit jen na základě přítomnosti symptomů, protože mohou být zaměnitelné s jinými fyziologickými stresy (např. mraz, sucho, nedostatek fosforu). Vždy je nutné potvrzení laboratorní analýzou (ELISA) komerčními soupravami, které však nejsou k dispozici pro všechny viry. Pro detekci virů je možné použít i molekulární metody (PCR, sekvenování). Infekce BYDV i WDV se často vyskytují jako směsné.

Prvními pracovišti schopnými laboratorně testovat vzorky rostlin na přítomnost viróz byly Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni a Výzkumný ústav obilnářský (dnes Zemědělský výzkumný ústav) v Kroměříži. Od roku 2000 testovala vzorky v celé ČR na přítomnost BYDV i Státní rostlinolékařská správa (SRS), od roku 2002 také na WDV. Od roku 2006 se sledováním výskytu viróz v rámci služby MSD (monitoring – signalizace – doporučení) zabývá i Zkušební stanice v Klukách u Písku, od roku 2010 spolu s firmou Agrotest fyto Kroměříž rovněž v celé ČR.

## 6. Možnosti ochrany

Boj proti virózám rostlin obecně je velmi složitý. Je to způsobeno jednoduchostí virionu (jednotky viru). Pokud bojujeme proti organismu vyskytujícímu se v jiném organismu, ať už je to v lidském těle nebo v rostlině, je zapotřebí napadnout takovou část parazitického organismu, která není současně vlastní organismu hostitelskému a tudíž mu neublíží. Virus se sestává pouze ze své genetické informace – DNA či RNA – a několika málo bílkovin, vše ostatní získává z osídlené buňky, takže máme velmi zúžený výběr, proti čemu

bojovat. Látky, potlačující viry – tzv. viricidy – zatím v ekonomicky přijatelné formě pro rostliny neexistují.

Ochrana proti virovým chorobám vyžaduje **komplexní přístup** zahrnující agrotechnická opatření (likvidace zdrojů infekce, termín výsevu), chemickou ochranu (moření postřiky) zaměřenou proti přenašečům, v případě BYDV je možná i volba odrůd s vyšším stupněm rezistence.

### **Ochranná opatření před setím:**

- **Volba odrůd s vyšším stupněm odolnosti k BYDV:**
  - ječmen ozimý - Travira (gen *Yd2*), Yatzi, k registraci v roce 2017 je navržena odrůda Novira s genem *Yd2*
  - pšenice ozimá – výnosová tolerance - Elan, Matylda, Brokat, Fakir, Fabius Athlon
  - pšenice jarní – výnosová tolerance - Alondra
  
- **Likvidace zdrojů infekce**
  - **Likvidace výdrolu obilovin před vzcházením ozimů** (mechanicky, chemicky) - důležité především u minimalizačních technologií
  - Výdrol obilnin z předchozí sklizně je vážným nebezpečím především u půdoochranných technologií zpracování půdy, které důsledně nelikvidují výdrol. Ten je významným hostitelem přenašečů viróz stejně jako výdrol, který je v řepkách a je likvidován pozdě nebo vůbec ne.
  - **Přerušení tzv. zeleného pásu** - významným zdrojem infekce je kukuřice, která je hostitelem mšic. Výskyty viróz v ozimé pšenici nebo v ozimém ječmeni sousedícími s kukuřičnými poli bývají velmi časté a silné. Navíc kukuřice sklizená na zrno je z tohoto hlediska vážnou hrozbou i pro pšenice seté v agrotechnickém termínu nebo i později.
  
- **Volba termínu setí**
  - Termín setí může být významným faktorem ovlivňujícím výskyt viróz. Jako jedno z opatření v ochraně proti virovým chorobám **je doporučován pozdější termín setí**, kdy přenašečů virových chorob ubývá.
    - Časné setí v době vyšší letové aktivity přenašečů viróz může zvýšit výskyt virových chorob, především v letech s teplým a dlouhým podzimem, ale především tam, kde je dostatek zdrojů infekce a kde jsou i její přenašeči.
  
- **Moření osiva insekticidními mořidly**
  - **Moření je nejúčinnější 10 dnů po vzejítí.**
  - 24 dnů po vzejítí (asi měsíc po zasetí) je už ochrana značně zeslabena.
  - **Pro moření osiva ozimých obilovin insekticidními mořidly jsou povoleny přípravky Deter 2 l/t a Cruiser 350 FS 1 - 1,5 l/t. ze skupiny neonikotinoidů.**

Přínos insekticidních a fungicidních mořidel u ječmene ozimého a pšenice ozimé byl hodnocen v Kroměříži v roce 2015 za přirozeného výskytu BYDV (Tabulka 7.).

V pokuse byl porovnáván výnos nemořené kontroly s variantami mořenými jen insekticidními mořidly (Deter a Cruiser) a také jejich kombinacemi s mořidly s fungicidní

složkou (Lamardor, Maxim Star - ozimý ječmen, Celest extra – ozimá pšenice, které zajišťují komplexní ochranu osiva a následně porostu, v raných fázích růstu. V pokuse s insekticidními a fungicidními mořidly bylo zjištěno, že aplikace měla u obou plodin velmi pozitivní vliv na výnos. K většímu nárůstu výnosu došlo po ošetření odrůdy ječmene ozimého Lester, která je náchylná k BYDV. Ještě výraznější reakce na ošetření byla u této odrůdy zaznamenána v časně setém pokuse, kde při použití mořidla i insekticidní ochrany došlo ke zvýšení až o 90,5 % vzhledem k neošetřené kontrole. Z výsledků je dále patrný ochranný efekt odrůdové rezistence, který se projevil u odrůdy Travira. Nejvyšší výnos u ječmene ozimého byl v tomto pokuse zjištěn při pěstování mírně rezistentní odrůdy ve variantě, kde bylo použito moření a insekticidní ošetření. Je zřejmé, že právě kombinace více ochranných opatření představuje řešení pro pěstování ječmene ozimého při zvýšeném riziku výskytu viróz.

Zhodnocení přínosu rezistence k BYDV u pšenice je velmi problematické. Ukazuje se, že rozdíly v rezistenci mezi jednotlivými komerčně využívanými odrůdami jsou malé a při napadení více než rezistence o výnosu rozhoduje výnosový potenciál konkrétní odrůdy.

Tabulka 7. Hodnocení přínosu insekticidních a fungicidních mořidel u ječmene ozimého a pšenice ozimé

Plodina	Odrůda	Č. varianty	Varianta	Výnos zrna	Diference oproti kontrole	
				t/ha	v t/ha	v %
Ozimý ječmen	Travira	1	Kontrola	10,32		
		2	Deter 250 FS	10,53	0,21	2,03
		3	Deter 250 FS + Lamardor 400 FS	10,86	0,54	5,23
		4	Cruiser 350 FS	10,59	0,27	2,61
		5	Cruiser 350 FS + Maxim Star 025FS	11,19	0,87	8,43
			průměr mořidla	10,79	0,47	4,55
	Lester	1	Kontrola	9,55		
		2	Deter 250 FS	10,53	0,98	10,26
		3	Deter 250 FS + Lamardor 400 FS	11,16	1,61	16,85
		4	Cruiser 350 FS	9,61	0,06	0,62
5		Cruiser 350 FS + Maxim Star 025FS	10,87	1,32	13,82	
		průměr mořidla	10,54	0,99	10,36	
Ozimá pšenice	JB Asano	1	Kontrola	7,42		
		2	Deter 250 FS	8,30	0,88	11,85
		3	Deter 250 FS + Lamardor 400 FS	8,49	1,07	14,42
		4	Cruiser 350 FS	8,27	0,85	11,45
		5	Cruiser 350 FS + Celest Extra	8,45	1,03	13,88
			průměr mořidla	8,37	0,95	12,80
	Aladin	1	Kontrola	8,83		
		2	Deter 250 FS	9,22	0,39	4,41
		3	Deter 250 FS + Lamardor 400 FS	10,46	1,63	18,45
		4	Cruiser 350 FS	9,95	1,12	12,68
		5	Cruiser 350 FS + Celest Extra	8,95	0,12	1,35
			průměr mořidla	9,64	0,81	9,17
	Altigo	1	Kontrola	9,76		
		2	Deter 250 FS	10,37	0,61	6,25
		3	Deter 250 FS + Lamardor 400 FS	11,10	1,34	13,83
		4	Cruiser 350 FS	11,31	1,55	15,88
		5	Cruiser 350 FS + Celest Extra	12,41	2,65	27,15
			průměr mořidla	11,29	1,53	15,67

Aplikace mořidel je do budoucna nejistá. V poslední době se objevily studie, které dokazují, že neonikotinoidy nejsou pro hmyzí opylovače tak neškodné, jak se předpokládalo. Neonikotinoidy ze semen pronikají i do nektaru a pylu, v půdě navíc mají poločas rozpadu mezi jedním a čtyřmi lety, takže při každoročním používání jejich koncentrace roste a zvyšuje se riziko chronického působení. Evropská komise proto vyvolala hlasování o radikálním omezení neonikotinoidů v evropském zemědělství. Návrh počítal s dvouletým zákazem jejich použití k ošetření semen, půdy a listů rostlin, z nichž by se mohly dostat do kontaktu se včelami. Zákaz se nevztahuje na ozimé obilniny, rostliny pěstované ve sklenících nebo na aplikaci až po odkvetení rostlin.

### Aplikace insekticidů proti vektorům během podzimního a jarního období:

- **Porosty seté osivem bez insekticidního mořidla je třeba sledovat od prvního listu a ošetřovat v období do 3 listu.**
- **Je třeba sledovat porosty a hodnotit výskyt mšic a kříšů**
  - především v blízkosti lesa
  - u parcel řepky a kukuřice
  - u trvalých travních porostů
  - u zaplevelené neobdělávané půdy
- **Kritérium pro ošetření je 4-6 mšic na rostlinu a aplikace je doporučována ve fázi 2-3 listů, infekce v této fázi vede k největšímu poškození rostlin**
- **Nejúčinnější jsou pyretroidní přípravky aplikované v plné dávce vzhledem k tomu, že v laboratorních testech byla odhalena vysoká rezistence vůči pyretroidům (50%). Je doporučováno použití olejových adjuvantů (např. Wetcit) které pomáhají likvidovat i rezistentní populace mšic. Směs pyretroidů s olejem pokryje mšice a ta začne vysychat a následně uhynie. Jde o fyzikální efekt, který ale neovlivní následný rozvoj rezistence. Plná dávka s olejem je účinná.**

### Podpora porostů v průběhu vegetace

Ochrana proti virovým chorobám musí být prováděna integrovaným použitím řady dílčích opatření. Škodlivost virových onemocnění (při nižším infekčním tlaku) je možné snížit výživou i aplikací růstových regulátorů nebo stimulátorů.

### Vyhodnocení rizik

Pro vyhodnocení rizik lze využít také následující aplikaci dostupnou na webových stránkách VÚRV, v.v.i.:

[http://www.vurv.cz/index.php?p=software\\_bydv\\_-\\_wdv&site=pro\\_praxi](http://www.vurv.cz/index.php?p=software_bydv_-_wdv&site=pro_praxi)



### Stanovení prahu škodlivosti

Výsledky pokusů projektu NAZV QJ1230159 naznačují, že i porost pšenice dosti napadený BYDV (55 - 60 %), může za dobrých podmínek pro růst poskytnout výnos s redukcí v rozmezí 0 - 17 %. Za špatných podmínek je nutné počítat s redukcí výnosu až 40 %. Při 60% manifestaci symptomů BYDV a optimálním průběhu vegetace můžeme počítat s výnosovou ztrátou do 17 % pro mírně odolné odrůdy (Elan, Matylda, Brokat, Fakir, Zeppelin, Athlon). Takový porost má výnosový potenciál na podobné úrovni jako zdravý porost jarní pšenice. V podmínkách kombinace několika stresů a v případě náchylných odrůd byly zjištěny redukce výnosu v průměru do 25 - 30%; maximální hodnota redukce výnosu u ošetřené a přihnojené varianty činila 33 %. Vyjádření ekonomického dopadu 60% napadení ozimé pšenice virem žluté zakrslosti ječmene (BYDV) u ozimé pšenice odrůda Meritto (mírně tolerantní) a Diadem (mírně náchylná) v porovnání s jarní pšenicí je uvedeno v Tabulce 8. Finanční ztráta proti zdravému porostu ozimé pšenice dosahuje 6120 Kč/ha. Náklady na zaorání ozimu a založení nového jarního porostu však činí celkově asi 5150 Kč/ha.

Tabulka 8. Vyjádření ekonomického dopadu napadení ozimé pšenice virem žluté zakrslosti ječmene (BYDV) u ozimé pšenice (mírně tolerantní a mírně náchylná odrůda v porovnání s jarní pšenicí).

	Ozimá pšenice	Ozimá pšenice BYDV (Meritto - MR)	Ozimá pšenice BYDV (Diadem - MS)	Jarní pšenice
<b>Výnos (t/ha)</b>	<b>6,0</b>	<b>4,98</b>	<b>4,2</b>	<b>5,4</b>
Ztráta proti zdravé OP (%)	0	17	30	10
Výnos (kč/ha; při ceně 3400 Kč/t)	20400,-	16932,-	14280,-	17000,-
Zaorávka ozimu, setí (kč/ha)				-5150,-
<b>Finanční ztráta (kč/ha)</b>	<b>0</b>	<b>3468,-</b>	<b>6120,-</b>	<b>8550,-</b>

### III. SROVNÁNÍ NOVOSTI PŘÍSTUPŮ

Zpracované výskyty viróz z údajů ÚKZÚZ (dříve SRS) a a v rámci systému MSD (monitoring, signalizace, doporučení) přináší velmi zajímavé výsledky s vysokou užitnou hodnotou a odhalují nebezpečí, jehož význam rok od roku kolísá. V kombinaci se změnami klimatu je třeba brát v úvahu i veličiny, které vyjadřují jeho kolísání (např. meziroční proměnlivost, extrémní hodnoty apod.). Klimatické podmínky často určují nejen intenzitu infekčního tlaku, ale i míru stresu rostlin ze sucha či vysokých teplot což má pro hospodářskou škodlivost virových chorob velký význam. Dalším významným faktorem, který posouvá pozornost pěstitelů k nebezpečí virových chorob jsou změny ve způsobech hospodaření, které ovlivňují četnost výskytu přenašečů virů. Ochrana proti virovým chorobám musí být prováděna integrovaným použitím řady dílčích opatření. Metodika přináší nové poznatky o rezistenci odrůd a výsledky pokusů s insekticidními mořidly a postřiky. Zpracování údajů o výskytech virových chorob dokladuje reálné nebezpečí výskytu a napomáhá k vymezení rizik v různých reginech ČR.



#### IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika bude sloužit především zemědělské praxi. Metodika může sloužit také při výuce studentů i ve šlechtění na rezistenci k BYDV.

#### V. EKONOMICKE ASPEKTY

- a. Ačkoliv přítomnost viróz u pšeníc a ječmenů byla úspěšně prokazována od počátku druhé poloviny 20. století, nebyla této problematice věnována patřičná pozornost. Hospodářské škody způsobené virózami byly mylně připisovány jiným činitelům (nedostatek vláhy, živočišní škůdci, houbové choroby aj.). Na počátku 21. století byl již tento přístup neudržitelný a výskytům viróz a jejich vektorům byla věnována patřičná pozornost, což přineslo významné ekonomické benefity. Ty je nutné hledat v mnoha rovinách, neboť je třeba zdůrazňovat především integrované způsoby ochrany, které vyžadují zhodnocení širšího spektra příčin pro úspěšný model ochrany.
- b. Důležitým ekonomickým aspektem jsou výsledky monitoringu výskytu virových chorob v jednotlivých krajích ČR. Je to proto, že tyto výskyty byly potvrzeny laboratorními Elisa testy na přítomnost viru BYDV a WDV. Na rozdíl od houbových chorob, kde jsou příznaky patrné a vesměs známé, je identifikace přítomnosti viróz obtížnější a ztráty způsobené virózami jsou mnohdy připisovány jiným příčinám a tudíž se s ochranou nepočítá pravidelně.  
Monitoring upozornil na různé stupně intenzity prokázaných výskytů a na oblasti, kdy je potřeba pravidelných opatření především preventivního charakteru. Je to důležité především v souvislosti se skutečností, kdy aplikace insekticidních mořidel a nebo insekticidních postřiků nemusí být do budoucna stálou součástí technologie pěstování, vzhledem k enviromentálním požadavkům. Proto je i nadále nutné sledovat a identifikovat virové choroby a dle jejich výsledků realizovat především prevenci, která souvisí s celkovou ekonomikou technologie pěstování.
- c. Zatímco monitoring migrujících mšic je zvládnutý výborně: díky monitorovací síti sacích pastí (Johnson – Taylor) v mnoha evropských zemích, kdy v České republice jich je dlouhodobě (od roku 1992) v provozu 5 v pěti krajích (Čáslav – Středočeský kraj, Chrlice – Jihomoravský kraj, Lípa u Havlíčkova Brodu – Kraj Vysočina, Věrovany - Olomoucký kraj, Žatec – Ústecký kraj), problematika křísků je řešitelná obtížněji. Už samotný monitoring je dosti obtížný, navíc pořád se traduje, že jediným přenašečem je křísek polní, což neodpovídá skutečnosti. I když druhý známý druh kříška působícího jako vektor je v České republice málo hojný (poněvadž teplomilný), avšak kolik druhů křísků může virózu přenášet se zatím neví.
- d. Přímá ochrana proti virovým chorobám není zatím možná, a tak ochrana proti virovým chorobám musí být prováděna integrovaným použitím řady dílčích opatření.  
Jejich škodlivost (při nižším infekčním tlaku) je možné snížit výživou i aplikací růstových regulátorů nebo stimulátorů což bylo v pokusech prokázáno. Ekonomický přínos těchto opatření je nutné spatřovat v možnostech včasné aplikace správné a podpůrné technologie pěstování a také v tom, že dokladuje nutnost uváženého rozhodování při posuzování razantních zásahů (zaorávky) ve vztahu k vzniklým ztrátám. Z pokusů je patrné, to že i porosty se symptomy virové zakrslosti a kde byla

přítomnost viru prokázána ELISA testem, při příznivém průběhu vegetace a vyvážené výživě jsou poškozeny z hlediska výnosu poměrně málo.

Naopak je velmi pravděpodobné, že vysoká škodlivost souvisí i s dalšími abiotickými stresy, kterými mohou být jak holomrazy, tak sucho během jarní vegetace. V takových případech je nutné rychle reagovat s náhradními osevy. Ekonomické ztráty či přínosy rychlých rozhodnutí vyplývajících z výsledků pokusů jsou při aplikaci v praxi značné a lze je promítnout do přínosů z poznatků získaných při řešení vědeckých témat.

- e. Dalším ekonomicky významným poznatkem je zjištění týkající se prostoru a podmínek, v nichž vznikají silnější zdroje infekce. V tomto konkrétním případě se jedná o kukuřici, která je hostitelskou rostlinou mšic a tak převážně v teplých oblastech, kde je kukuřice na zrno sklížena v době vzcházení ozimů je nutné tyto sledovat a provádět účinnou ochranu alespoň v omezeném rozsahu. Globální oteplování výrazně ovlivňuje biologii hmyzu i hmyzích vektorů. Dlouhé, teplé podzimy a mírné zimy ovlivňují výskyt chorob i hmyzích vektorů. Roos et al. (2011) uvádí, že zvýšení teploty o 2 °C zvyšuje počet generací u mšic stejně tak, jako zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub>, zvýšené N hnojení a nebo delší období kdy jsou zelená pole. To zvyšuje možnost migrace hmyzu z dospělých rostlin (např. kukuřice) na mladé rostliny obilovin.
- f. Přímé způsoby ochrany jsou v rámci integrovaných způsobů ochrany vysoce ekonomicky průkazné. Nelze poukazovat jen na vysoké ztráty na výnosech a kvalitě při silném napadení. Je nutné vycházet z toho, že uplatnění sumy získaných poznatků při řešení úkolu pomáhají agronomům při správném odhadu možných ztrát i při menším rozsahu výskytu viróz. Jedná se o informace o výskytu přenašečů, o kritických číslech a o správné době přímých zásahů. Stejně důležité jsou i informace o přípravcích – ať už se jedná o mořidla nebo aplikaci insekticidů.
- g. Boj proti virózám rostlin obecně je velmi složitý, což je způsobeno paradoxně jednoduchostí skladby virionu (jednotky viru). Látky, potlačující viry – tzv. viricidy – zatím v ekonomicky přijatelné formě pro rostliny neexistují. Bránit se chorobě zvenku (postřikem) tedy nelze a nezbyvá než se ubránit zevnitř – genetickým vybavením rostliny. Nejvíce úspěchů zatím přineslo šlechtění na rezistenci k BYDV u ječmene, kde je využíván major gen Yd2 pocházející z etiopských ječmenů. V ČR je v současné době registrována s tímto genem odrůda Travira. Ochranný efekt geneticky podmíněné rezistence byl u této odrůdy prokázán v polních pokusech s přirozenou infekcí v roce 2015, kdy v neošetřené variantě odrůda Travira vykazovala o 40 % vyšší výnos než náchylná odrůda Lester. U pšenice geny rezistence s takovým efektem působení detekovány nebyly, některé odrůdy jsou však k infekci tolerantnější. Při hodnocení rezistence odrůd pšenice a ječmene k WDV zatím nebyly detekovány žádné využitelné genové zdroje s vysokým stupněm rezistence. Podle provedených testů (Vacke and Cibulka, 2000; Rippl a Kumar, 2013) vykazují registrované odrůdy pšenice velmi silnou náchylnost (100% redukce výnosu zrna) až mírnou náchylnost (83 - 93% redukce výnosu zrna). V porovnání s BYDV však bylo otestováno málo materiálů (celosvětově několik desítek položek, zejména komerčních odrůd). V případě nalezení účinných genů rezistence by při přenosu mohly být využity metody genetického inženýrství (cis-genóze, transgenóze).

- h. Významným ekonomickým přínosem jsou informace, které jsou nedílnou součástí výstupu řešení. Doposud je cena informací u nás velmi podceněná, neboť jejich hodnota není stanovena. Ale právě tyto výstupy jsou základem pro sestavování konceptů úspěšných technologií pěstování. Dlouhodobě získané poznatky o virových chorobách obilovin umožnily vypracovat velmi obsáhlý soubor opatření jimiž lze, při jejich respektování, omezit ztráty o více než 80 %. Ve většině případů je možné je úplně vyloučit. To lze považovat za největší přínos ve srovnání např. s řepkou, kde podzim roku 2016 byl označen za období s vysokým výskytem mšic, a s prokazatelnými infikovanými rostlinami jak na podzim, tak na jaře. Absence poznatků o prevenci, ochraně, odrůdové odolnosti a možných důsledcích vysokého prokázaného výskytu virózních rostlin je citelnou mezerou v technologii pěstování řepky.
- i. Globální oteplování výrazně ovlivňuje biologii hmyzu i hmyzích vektorů. Domníváme se, že předěl ve významu viróz na přelomu tisíciletí je způsoben právě celkovým oteplováním, které stále pokračuje, tudíž otázka významu viróz je otevřená. Předpokládáme však, že bude stále palčivější a to nejen u ozimých obilovin.
- j. Ekonomické vyhodnocení škodlivosti a následných ochranných opatření je odvislé od přístupu k využití poskytovaných informací a možnosti jejich realizace.
- 1) Ignorování možnosti výskytu vede k významným výnosovým ztrátám především u ozimého ječmene. Tam mohou být ztráty od 30 až do 80 %, mnohdy vede napadení i k likvidaci porostu. U ozimé pšenice mohou být ztráty v průměru kolem 20-30%, při čemž je ztráta větší pokud je se v daném roce přidají abiotické stresy, kterými mohou být holomrazy nebo sucho.
- 2) Akceptování poznatků o stavu výskytu, škodlivosti a možnostech ochrany, které přináší řešení výzkumných úkolů, umožňuje se vyhnout ztrátám na výnose i kvalitě obilovin. Hodnota realizace integrovaného způsobu ochrany proti virovým chorobám přináší jistotu pro následné uplatnění intenzivní technologie pěstování a podílí se 10ti až 15ti % na konečném výnosu.

## VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

D'Arcy, C. J. (1995): Symptomatology and host range of barley yellow dwarf. In: D'Arcy, C.J., Burnett, P.A., 1995: Barley Yellow Dwarf: Forty years of progress, 1. Vydání, St. Paul: APS press, s. 9-28.

Ekzayes, A. M., Kumari, S. G. (2011): First report of wheat dwarf virus and its vector (*Psammotettix provincialis*) affecting wheat and barley crops in Syria. Plant Disease, 1: 76.

Fialová, Z. (2012): Škody na porostech., Zemědělec, 22 (25): 1-5.

Holý, K. (2016): Aktuální výskyt kříška polního. Zemědělec, 46: 28.

Chaim, F, Riault, G, Trottet, M, Jacquot, E. (2005): Analysis of accumulation patterns of *Barley yellow dwarf virus-PAV* (BYDV-PAV) in two resistant wheat lines. Eur. J. Plant

Pathol. 113, 343-355.

Lindsten, K., Vacke, J (1991): A possible barley adapted strain of wheat dwarf virus (WDV). *Acta Phytopath. Entomolog. Hung.*, 26: 175-180.

McIntosh, R.A., Devos, K.M., Dubcovsky, J., Rogers, W.J. (2001): Catalogue of gene symbols for wheat: 2001 Supplement. *Annual Wheat Newsletter*, 47: 333-354.

Miller, W.A., Rasochová, L. (1997): Barley Yellow Dwarf Viruses. *Annual Revue of Phytopathology*, 35: 167-190.

Miller, W.A., Liu, S.J., Beckett, R. (2002): Barley yellow dwarf virus: Luteoviridae or Tombusviridae? *Molecular Plant Pathology*, 3: 177-183.

Ovesná, J., Vacke, J., Kučera, L., Chrpová, J., Nováková, I., Jahoor, A., Šíp, V. (2000): Genetic analysis of resistance in barley to barley yellow dwarf virus: *Plant Breeding*, 119: 481-486.

Rasmusson, D.C., Schaller, C.W. (1959): The inheritance of resistance in barley to the yellow dwarf virus. *Agron.* 13: 661-664.

Rastgou, M., Khatabi, B., Kvarnheden, A., Izadpanah, K. (2005): Relationships of *Barley yellow harf virus*-PAV and *Cereal yellow dwarf virus*-RPV from Iran with viruses of the family *Luteoviridae*. *Eur. J. Plant Pathol.*, 113: 321-326.

Robertson, N. L., French, R. (2007): Genetic structure in natural populations of barley/cereal yellow harf virus isolates from Alaska. *Archives of Virology* 152: 891-902.

Rochow, W.F., Muller I. (1971): A fifth variant of barley yellow dwarf virus in New York. *Plant Disease*, 55: 874-877.

Roos, J., Hopkins, R., Kvarnheden, A., Dixelius, C. (2011): The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *European Journal of Plant Pathology* 129: 1, 9-19.

Schaller, C.W., Qualset, C.O. (1980): Breeding for resistance to barley yellow dwarf virus. In: *Proc. Third International Wheat Conference, Madrid, Spain, University of Nebraska Agricultural Experiment Station, Public. MP, 41, 528-541.*

Slámová, L., Veškrna, O., Chrpová, J., Vejl, P. (2008): Virus žluté zakrslosti ječmene (BYDV) – význam a možnosti šlechtění pšenice na odolnost. *Pšenice – od genomu po rohlík*. ISBN 978-80-87111-12-3.

Vacke, J. (1961): Wheat dwarf virus disease. *Biologia Plantarum*, 3: 228-233.

Vacke, J. (1993): K výskytu a škodlivosti virové zakrslosti pšenice na obilninách, *Obilnářské listy*: 8-9.

Vacke, J., Šíp, V. Škorpík, M. (1996): Response of selected spring wheat varieties to the infection with barley yellow dwarf virus. *Genetika a Šlechtění*, 32: 95-106.

Vacke, J., Cibulka, R. (2000): Response of selected winter wheat varieties to Wheat dwarf virus infection at an early growth stage. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 36 (1): 1-4.

Vacke, J. (2002): K nebezpečnému výskytu viróz na obilninách v letošním roce. *Rostlinolékař* 5/2002: 6-7.

## VII. SEZNAM PUBLIKACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍCH METODICE

Beoni, E., Chrpová, J., Jarošová, J., Kumar Kundu, J. (2016): Survey of Barley yellow dwarf virus incidence in winter cereal crops, and assessment of wheat and barley resistance to the virus *Crop & Pasture Science*, 2016, 67 (10): 1054-1063.

Chrpová, J., Šíp, V., Štolcová, J., Kumar, J., Veškrna, O. (2009): Virové choroby obilnin v ČR - výskyt a možnosti ochrany. *Úroda*, 10: 14-18.

Chrpová, J., Ripl, J., Kumar, J. (2014): Virové choroby obilnin a možnosti jejich regulace *Agromanuál*, 9 (9-10): 25-27.

Chrpová, J., Šíp, V. (2014): Výskyt virových chorob obilnin na území ČR a odolnost odrůd k napadení virem žluté zakrslosti ječmene. *Rostlinolékař*, 25 (4): 14-18.

Chrpová, J., Veškrna, O., Slavíková, L., Kumar, J. (2015): Odolnost odrůd pšenice vůči viru žluté zakrslosti ječmene a dopady na výnos. *Úroda*, 63 (8): 39-42.

Chrpová, J., Sumíková, T., Šíp, V., Váňová, M. (2016): Možnosti ochrany obilnin proti žluté zakrslosti ječmene. *Úroda*, 64 (3): 34-38.

Chrpová, J., Palicová, J., Váňová, M. (2017): Rezistence obilnin vůči viru žluté zakrslosti ječmene. *Agromanuál*, 6: 24-27.

Kundu, J. K. (2008): First Report of Barley yellow dwarf virus-PAS in Wheat and Barley Grown in the Czech Republic. *Plant Disease*, 92: 1187.

Kundu, J. K. (2009): First report of Barley yellow dwarf virus-MAV in oat, wheat and barley grown in the Czech Republic. *Plant Disease*, 93: 964.

Ripl, J., Kumar, J. (2013): Reakce vybraných odrůd pšenice a ječmene na infekci WDV. *Úroda*, 61 (8): 76-80.

Váňová, M., Chrpová, J., Veškrna, O. (2010): Virové choroby obilnin a možnosti ochrany proti nim. *Obilnářské listy XVII. Ročník č.2*: 46-53.

Veškrna, O., Chrpová, J., Šíp, V., Sedláček, T., Horčíčka, P. (2009): Reaction of wheat varieties to infection with barley yellow dwarf virus and prospects for resistance breeding. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 45 (2): 45-56.

**Autoři:**

**Ing. Jana Chrpová, CSc. (25 %)**  
**Mgr. Taťána Sumíková, Ph.D. (10 %)**  
**Mgr. Jana Palicová, Ph.D. (5%)**  
**Ing. J. Kumar, Ph.D. (5 %)**

**Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.**

**Ing. Marie Váňová, CSc. (25 %)**  
**Ing. Jan Bílovský (20%)**

**Agrotest fyto, s.r.o.**

**Ing. Ondřej Veškrna, Ph.D. (10 %)**

**Výzkumné centrum Selton, s.r.o.**

Název: Ochrana obilnin proti virovým chorobám (BYDV a WDV)

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.  
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Redakce: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.  
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Náklad: 200 výtisků

Vydáno bez jazykové úpravy

Metodika poskytnuta bezplatně

Metodika je veřejně přístupná na [www.vurv.cz](http://www.vurv.cz)

Kontakt na autora: [chrpova@vurv.cz](mailto:chrpova@vurv.cz)

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně, 2017

ISBN 978-80-7427-250-9