



**Obr 2: Rozdílná náchylnost různých částí bramborové hlízy k plísní bramborové (*Phytophthora infestans*) v závislosti na redoxním potenciálu**

Části bramborové hlízy (odrůda Rosara) naočkované plísní bramborovou a příslušný redoxní potenciál

- 1) Vnitřní část – náchylná, RP < +100 mV
- 2) Vnější část – odolná, RP > +100 mV
- 3) Povrch do hloubky 5 mm byl odstraněn – náchylné pletivo, RP < +100 mV
- 4) Povrch do hloubky 3 mm byl odstraněn – částečně náchylné pletivo, RP kolem +100 mV
- 5) Byla odstraněna jen korková vrstva – odolné pletivo

**Fig. 2: Dependence of susceptibility of potato tuber to late blight (*Phytophthora infestans*) on redox potential**

Slices of potato tuber (red variety Rosara) inoculated with late blight (*Phytophthora infestans*) and gradient of redox potential (RP)

- 1) Inner part – susceptible, RP < +100 mV
- 2) Outer part – resistant, RP > +100 mV
- 3) Surface to the depth of 5 mm removed – susceptible, RP < +100 mV
- 4) Surface to the depth of 3 mm removed – partly susceptible, RP approx. +100 mV
- 5) Only the cork layer removed – resistant,

## Vliv termínu ošetření na účinnost fungicidů ze skupiny strobilurinů a inhibitorů syntézy sterolů proti listovým chorobám pšenice ozimé

*(The effect of treatment timing on the efficacy of Qol and DMI fungicides against leaf diseases on winter wheat)*

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, Ing. Václava Spáčilová, Mgr. Ivana Svačinová,  
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

### Souhrn

Celkem 8 systémů fungicidní ochrany pšenice ozimé, založených na dvou ošetřeních, bylo hodnoceno na účinnost proti listovým chorobám, na výnos a na stárnutí horních dvou listových pater. Přípravky na bázi účinných látek Qol (strobilurinů) a DMI (inhibitorů syntézy sterolů) byly hodnoceny v různých časových intervalech mezi dvěma ošetřeními (7, 14, 21, 28 a 35 dnů), kdy druhá aplikace byla provedena jednotně v kvetení (DC65). Nejnižších hodnot AUDPC a tedy i nejlepšího fungicidního efektu bylo dosaženo v případě, že první zákrok byl provenen 14 dnů před květem.

Byl zjištěn statisticky vysoce významný vliv použitých fungicidů a termínu první aplikace na vývoj napadení porostu listovými chorobami a výnosovou reakci na ošetření. Při delších časových odstupech obou aplikací byl zjištěn téměř lineární nárůst napadení od 3 týdenního intervalu po 5 týdenní. Pouze varianta intervalu aplikací 21 dnů se blížila optimu účinnosti zjištěnému při dvoutýdenním odstupu aplikací. Absolutní ochrana proti chorobám byla zjištěna pouze u variant, ve kterých byly použity látky skupiny Qol. Jejich průměrný výnosový efekt byl o 0,5 t/ha vyšší ve srovnání s ošetřeními DMI fungicidy. Fungicidní systémy Qol poskytly výrazně delší ochranný efekt, který se projevil i ve zbarvení listů horních dvou listových inzercí.

**Klíčová slova:** pšenice ozimá, odrůda Meritto, fungicidy, Qol, DMI, termín ošetření, listové choroby, výnos, rok 2008

### Summary

Eight systems of fungicidal protection of winter wheat, based on two treatments, were evaluated according to the efficacy on health status, expressed by AUDPC, grain yield and leaf senescence of two upper leaf layers. Qol and DMI-based preparations were evaluated at various time intervals between two treatments (7, 14, 21, 28 and 35 days), when the second application was carried out uniformly at anthesis (DC65). The lowest values of AUDPC, and thus the best fungicidal efficacy, were assessed in the case when the first application was performed 14 days prior to the ear treatment.

Highly significant effect of the applied fungicides and the first application timing was confirmed on the development of infection by leaf diseases and yield response to the treatment. At longer time intervals of both applications, almost linear increase in the infection from 3- to 5-week interval was assessed. Only the variant with a 21-day interval was close to the efficacy optimum. Absolute control of diseases was found only in the variants with Qol a.i. Their mean yield effect was 0.5 t·ha<sup>-1</sup> higher as compared to the treatments with DMI fungicides. Qol fungicidal programs provided considerably longer protective effect, which was also expressed in leaf colour of two upper leaf layers.

**Keywords:** winter wheat, Meritto variety, fungicides, Qol, DMI, treatment timing, leaf diseases, yield, year 2008

## Úvod

Rozhodování o použití fungicidů při pěstování pšenice má řadu podmínek, které musí být dodrženy. Znalost odrůdových vlastností, specifík lokality a dlouhodobých trendů průběhu a rozložení srážek a teplot je třeba analyzovat jako komplex ve vztahu k znalostem epidemiologie a biologie hlavních fytopatogenních organismů. V našich podmínkách se podařilo dosáhnout intenzity fungicidní ochrany na úrovni přibližně dvou dávek za sezónu. Důležitou otázkou však zůstává, kdy je optimální termín ošetřování.

Existuje celá řada sofistikovaných modelů, které vyhodnocují především průběh povětrnosti a zaznamenávají výskyt období, příhodných pro rozvoj epidemií klíčových patogenů. Úspěšnost jejich použití však musí vycházet také ze znalosti nebo dostupnosti objektivních informací o tom, jaká je u různých typů fungicidních látek jejich perzistence v rostlině a od ní se odvíjející doba, po kterou poskytují účinné potlačení vývoje chorob.

Strobilurinové fungicidy (rovněž označeno jako QoI) se staly významnou součástí řešení programů ochrany rostlin proti chorobám u celé řady plodin (Bartlett a kol., 2002). Mezi hlavní přednosti těchto látek patří široké spektrum účinku na celou škálu patogenů, nízké používané dávky a vynikající výnosové a kvalitativní efekty. V současné době je prakticky každou sezónu v ČR registrována nová účinná látka z této skupiny, a tak se informace o jejich vlastnostech stále aktualizují. Na druhé straně je co do počtu používaných účinných látek stále nejčastěji využívanou skupina inhibitorů syntézy sterolů (označené DMI).

Cílem této práce bylo prověřit, jak bude probíhat vývoj hlavních houbových chorob pšenice, jaký to bude mít vliv na její výnos a stárnutí horních listů při různém dlouhém časovém odstupu mezi dvěma fungicidními aplikacemi.

## Materiál a metody

Odrůda ozimé pšenice Meritto byla pěstována po předplodině hrách na zrno. Výsev byl proveden 10.10.2007, v průběhu vegetace byl porost standardně ošetřován herbicidy proti plevelům a regulátory růstu za účelem omezení nebezpečí polehnutí. Výživa dusíkem byla rozdělena do následujících dávek: 19. 2. 2008 – 120 kg/ha LAV, 20. 3. 2008 – 110 kg/ha LAV, 21. 4. 2008 – 150 l/ha DAM a 13. 5. 2008 – 112 kg/ha LAV.

Ve všech variantách byla druhá – konečná aplikace provedena do kvetoucích klasů (označeno jako T6) a to dne 10.6.2008. První aplikace u všech 8 zkoušených systémů byla provedena v různých časových odstupech před druhou aplikací do kvetoucích klasů a to o 35, 28, 21, 14 a 7 dnů dříve.

U šesti systémů fungicidní ochrany byly k použití zvoleny QoI přípravky, dva programy byly založeny na provedení obou ošetření DMI fungicidy.

Vývoj všech listových chorob byl hodnocen v jejich posloupném výskytu: padlí pšenice (*Blumeria graminis* (DC.) Speer 1975), teč-

kovaná listová skvrnitost pšenice (dřívější české označení braničnatka pšeničná) (*Septoria tritici* Rob. ex Desm. (anam.), tečkovaná plevová a listová skvrnitost pšenice (dřívější české označení braničnatka plevová) (*Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani et E.G. Germano (anam.), hnědá rzivost pšenice (*Puccinia recondita* Roberge ex Desmaz 1875 f.sp. *tritici*, dříve rez pšeničná, světle hnědá skvrnitost pšenice (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker (anam.) a růžová sněžná plísnovitost obilnin (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et I.C. Hallet 1983 (anam.). Průměrné napadení rostliny v různých termínech hodnocení bylo vyjádřeno indexem choroby DI (*disease index*) a postupný nárůst napadení v čase parametrem „plocha pod křivkou vývoje choroby AUDPC“ (*area under disease progress curve*) (Jeger and Viljanen–Rollinson, 2001).

V době maximálního rozvoje napadení chorobami listů bylo vyhodnoceno zbarvení listů u dvou posledních listových pater podle následující stupnice: z – zelená, zž – zelenožlutá, žž – žlutozelená, ž – žlutá a s – suchá (listová plocha zcela nekrotizovaná). Pokusné plochy byly sklizeny maloparcelní sklízecí mlátičkou Sampo Rosenlów 2010.

Výsledky byly zpracovány analýzou variance.

## Výsledky a diskuze

Analýza variance potvrdila vysoce průkazný vliv použitých fungicidů na vývoj napadení porostů listovými chorobami (tab. 2). Podobně byl statisticky vysoce významný vliv časového odstupu mezi prvním a druhým fungicidním zákrokem.

V grafu 1 jsou uvedeny souhrnné hodnoty vlivu načasování prvního ošetření fungicidy na vývoj chorob vyjádřený parametrem plochy pod křivkou vývoje choroby AUDPC. Nejnižších hodnot a tedy i nejlepšího fungicidního efektu bylo dosaženo v případě, že první zákrok předcházela ošetření klasů o 14 dnů. Toto zjištění znamená, že by při absenci kritického napadení přibližně do objevení praporcového listu, hrozícím nevratným oslabením rostlin a redukcí počtu odnoží nebo omezením zakládání výnosotvorných prvků klasu, bylo možno pozdní první fungicidní aplikaci akumulovat v rostlině vyšší hladinu fungicidně aktivních látek, které dostatečně ochraňují rozhodující fotosyntetický aparát v době tvorby a nalévání zrna.

Pouhý týdenní odstup mezi první a druhou aplikací již znamenal vyšší napadení, které však nedosahovalo úrovně, zjištěné u všech zbývajících delších časových intervalů obou ošetření. Je pravděpodobné, že v případě původců skvrnitostí listů a hnědé rzivosti pšenice bylo toto pozdní první ošetření provedeno v době, kdy vegetativní struktury jednotlivých patogenů již byly v pletivech listů rozvinuty. Tím pochopitelně klesla možnost fungicidního působení řady účinných látek, která se v konečném důsledku projevila v dřívějším odeznění ochranného efektu. V takových případech se můžeme setkat s pokračující epidemií, která i 3–4 týdny po kvetení může stále znamenat předčasné ukončení fotosyntetické aktivity a související snížení výnosu.

Tab. 1: Zkoušené systémy fungicidní ochrany ozimé pšenice, odrůda Meritto, rok 2008

číslo varianty	1.ošetření	2.ošetření
1	Prosaro 250 EC 0,75	Prosaro 250 EC 0,75
2	Caramba 1,2	Caramba 1,2
3	Capitan 25 EW 0,6+Acanto 0,6	Capitan 25 EW 0,6+Acanto 0,6
4	Juwel Top 0,8	Juwel Top 0,8
5	Amistar 0,8+Atlas 0,2	Amistar 0,8
6	Amistar 0,4+Stereo 312,5 EC 1,6+Atlas 0,15	Amistar 0,6+Artea 0,5
7	Juwel Top 0,8	Swing Top 1,2
8	Prosaro 250 EC 0,75	Fandango 200 EC 1,2

Tab. 2: Analýza variance vlivu fungicidní ochrany na vývoj napadení listovými chorobami

	Σ čtv.	Stupně volnosti	Prům. čtv.	F	p
Abs. člen	199484,4	1	199484,4	797937,5	**
termín	5178,6	4	1294,7	5178,6	**
fungicid	501881,8	8	62735,2	250940,9	**
termín* fungicid	20043,0	32	626,3	2505,4	**
Chyba	22,5	90	0,3		

Pozn.: \*\* je průkaznost při  $\alpha$  0,05

Při delších časových odstupech obou aplikací byl zjištěn téměř lineární nárůst napadení od 3 týdenního intervalu po 5 týdnů. Ze zbývajících tří časových variant pouze ta, které byla provedena v intervalu 21 dnů, se blížila zjištěnému optimu účinnosti při dvoutýdenním odstupu aplikací.

Při podrobném hodnocení jednotlivých zkoušených systémů ochrany byla prokázána absolutní fungicidní účinnost (úplné potlačení chorob) u 7 pokusných variant. Jednalo se výhradně o časové odstupy 7 a 14 dnů (tab. 3). Ve všech případech to byly fungicidní sledy, ve kterých byly použity strobilurinové fungicidy.

Použití fungicidu Juwel Top bylo natolik efektivní, že se pokusné varianty, ve kterých byl použit tento přípravek, dostaly do první třetiny nejučinnějších. Naproti tomu oba fungicidní sledy, ve kterých byly použity pouze triazolové fungicidy, projevily výrazně horší účinnost. V případě použití fungicidu Pro-saro 250 EC (ú.l. prothioconazole + tebuconazole) byla fungicidní účinnost průkazně vyšší ve sledu, kde byl jako druhý fungicid použit přípravek Fandango, obsahující Qol účinnou látku fluoxastrobin oproti variantě s dvojnásobným použitím fungicidu na bázi DMI (Prosaro 250 EC 0,75 – Prosaro 250 EC 0,75 l/ha).

30 dnů po druhém fungicidním ošetření (9. července) byl beze známek žloutnutí a ztráty zeleného barviva praporcový list po ošetření: Amistar 0,6+Artea 0,5 – Amistar 0,8, Juwel Top 0,8 – Juwel Top 0,8 a Amistar 0,4+Stereo 312,5 EC 1,6 +Atlas 0,15 – Amistar 0,6+Artea 0,5 (l/ha, obr. 1). U posledně uvedeného sledu byla barva praporcových listů zcela zelená a tedy asimilačně plně funkční při odstupu první a druhé aplikace 14, 21 i 28 dnů. Ve všech hodnocených variantách byla u tohoto programu zjištěna na nižším listovém patře výhradně barva listů zelenožlutá.

U obou variant ošetřených DMI fungicidy docházelo již k výraznějším změnám barvy horních dvou listů včetně zasychání. Neošetřená varianta měla v době hodnocení zcela zaschlé listy. Strobilurinové přípravky vykazují významně pozitivní efekty na fyziologii ošetřených rostlin, které nejsou přímo spjaté s ovlivněním chorob. Jedná se právě o prodloužení životaschopnosti zelené listové plochy do pozdního období růstu a vývoje a s tím související maximální využití období tvorby zrna s příslušnými výnosovými efekty (Oerke a kol., 2001). Autoři prokázali přímý vliv Qol fungicidů na hodnoty oxidu uhličitého v pletivech listů, jejich stárnutí, syntézu etylénu, obsahu chlorofylu, jeho fotosyntetické aktivity a aktivity celé řady rostlinných hormonů (abscisové kyseliny, nitrát reductázy, různých antioxidantních enzymů). Ne všechny uvedené fyziologické efekty jsou však unikátní pouze pro strobiluriny, například epoxiconazole také způsoboval zvýšení aktivity antioxidantních enzymů (Wu a Tiedemann, 2002).

Výnosové srovnání v členění podle použitých zástupců skupin fungicidních látek potvrdilo vyšší zjištěné hodnoty po ošetření přípravky na bázi Qol a to přibližně ve výši 0,5 t/ha (graf 2).

Toto zjištění bylo platné i v různých časových odstupech obou aplikací mezi 14 až 28 denním. Průměrný přírůstek výnosu oproti neošetřované variantě dosahoval 2 až 3 t/ha. V závislosti na časovém odstupu aplikací byl výnos významně nižší při extrémně pozdní (7 dnů před klasovým ošetřením) a naopak nejdelším zkoušeným 35 denním.

Jedním z možných vysvětlení pozitivních výnosových reakcí na ošetření strobiluriny je i teorie, podle které tyto látky chrání rostliny jak proti klíčení spór patogenních, tak i nepatogenních a saprofytických hub a tak zabraňují ztrátám energie v rámci obranných reakcí hostitele (Bertelsen a kol. 2001). Tyto závěry potvrdili svými pokusy i Schöfl a Zinkernagel (1997), kteří prokázali, že DMI fungicidy aplikované samostatně sice účinně preventivně zabránily tvorbě plodnic (pyknid) *Septoria tritici*, ale již ne vzniku výrazných nekróz. Kombinace triazolů s kresoxim-methylem byla shodně vysoce účinná fungicidně, ale navíc průkazně více bránila stárnutí listů.

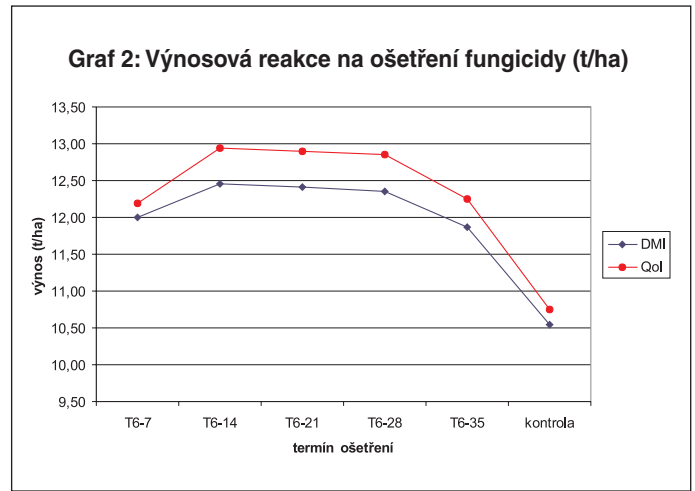
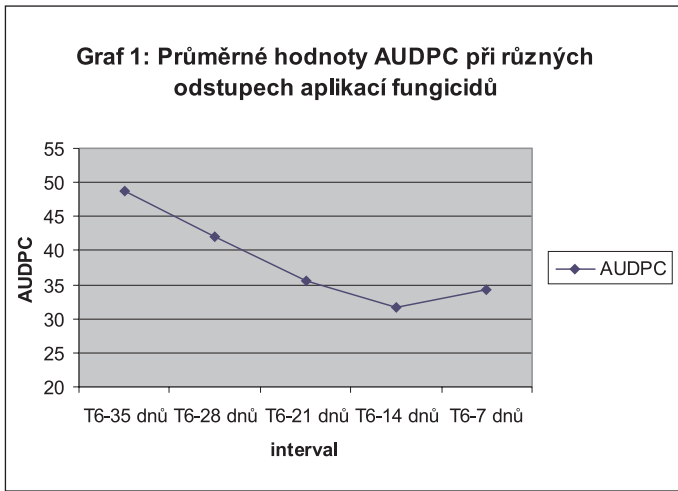
### Závěr

Ze zjištěných výsledků je zřejmé, že načasování fungicidních zákroků má velký význam pro co nejvyšší využití výnosového potenciálu odrůd. Experimenty byly provedeny na náchylné odrůdě ozimé pšenice a ověřeny pouze v jednom vegetačním ročníku, přesto lze při znalosti informací o víceletých trendech v nástupu epidemií nejškodlivějších patogenů očekávat maximální efekty ochranných zákroků provedených od druhé poloviny sloupkování.

Nejen termín, ve kterém bylo ošetření provedeno, ale i časový odstup od ošetření druhého mají zásadní význam. Optimální délka této periody je 2 až 3 týdny, avšak zásadní roli hraje i typ použitého přípravku a v něm obsažená účinná látka. Jelikož se ukázalo, že prodloužení časového odstupu ošetření na 5 týdnů již znamenalo snížení fungicidní účinnosti, je třeba počítat i s více než 2 ošetřeními, pokud bylo nutno provést aplikaci brzy na jaře.

Tab. 3: Průměrné hodnoty AUDPC jednotlivých pokusných variant

číslo var.	interval (dny)	AUDPC průměr	číslo var.	interval (dny)	AUDPC průměr
5	7	0,00	3	35	6,42
8	7	0,00	8	21	6,42
4	7	0,00	6	35	7,58
7	14	0,00	6	28	9,33
6	14	0,00	8	28	10,50
6	7	0,00	7	35	11,08
3	7	0,00	5	35	21,58
7	21	1,17	8	35	23,92
4	14	1,75	1	21	25,08
7	7	1,75	5	28	28,00
8	14	2,33	1	28	29,17
4	28	2,92	2	14	32,08
5	21	2,92	1	14	42,00
6	21	2,92	1	7	57,40
3	21	3,50	2	21	78,75
4	21	3,50	2	28	85,17
1	21	4,08	2	7	92,75
5	14	4,08	2	35	129,50
4	35	4,08	neošetřeno		176,75
3	14	5,25	neošetřeno		189,58
3	28	5,83	neošetřeno		196,00
7	28	5,83	neošetřeno		208,83



Plánování fungicidních opatření, založených pouze na DMI látkách, je více rizikové a existuje reálné nebezpečí, že ochranný zásah bude v případě silné epidemie patogenů překonán. Podle zjištěných výsledků, ale i dalších polních pokusů, prováděných v různých místech ČR, v naší republice dosud nenastaly problémy s vznikem rezistence patogenů ke QoI látkám a tudíž je možné od takových fungicidů očekávat dostatečnou účinnost. Využití směsných přípravků nebo kombinací s triazolovými látkami a zástupci dalších chemických skupin však zůstává důležitou možností rozšíření spektra účinku fungicidů a zároveň významným regulačním opatření právě proti vzniku výše uvedené rezistence.

Oerke, E.C., Beck, C., Dehne, H.W.(2001): Physiological effects of strobilurins on wheat yield. *Phytopathology*, 91, supp. 6, S67.

Schöfl, U.A., Zinkernagel, V.A. (1997): A test method on microscopic assessments to determine curative and protectant fungicide properties against *Septoria tritici*. *Plant Pathol*, 46, s. 545–556.

Wu, Y.X., Tiedemann, A. (2002): Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare L.*) exposed to ozone. *Environ Pollut*, 116, s. 37–47.

Kontakt: tvaruzek.ludvik@vukrom.cz

#### Poděkování

Autoři děkují paní Dagmar Kaulové za technicky dokonalou přípravu složitěho aplikačního schématu provedených experimentů. Výzkum byl podporován projektem MŠMT MSM 2532885901.

#### Literatura:

- Jeger, M.J., Viljanen–Rollinson, S.L.H. (2001): The use of the area under the disease–progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 102:32–40.
- Bartlett, D.W., Clough, J.M., Godwin, J.R., Hall, A.A., Hamer, M., Parr–Dobrzansky, B. (2002): Review the strobilurin fungicides. *Pest Management Science*, 58, online: 2002, s. 642–662.
- Bertelsen, J.R., de Neergaard, J., Smedegaard–Petersen, V. (2001): Fungicidal effect of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. *Plant Pathol.* 50, s. 190–205.



M. Pobucký – Fotosoutěž 2007

Obr. 1 Změny barvy listů v důsledku stárnutí a rozvoje chorob po aplikaci fungicidů

		T1: T6-35 dnů		T2: T6-28 dnů		T2: T6-21 dnů		T2: T6-14 dnů		T2: T6-7 dnů	
		listová	inzerce	listová	inzerce	listová	inzerce	listová	inzerce	listová	inzerce
1. ošetření	2. ošetření	F	F-1	F	F-1	F	F-1	F	F-1	F	F-1
Prosaro 0,75	Prosaro 0,75	žs	s	zž	ž	zž	ž	žž	s	zž	ž
Caramba 1,2	Caramba 1,2	žs	s	s	s	žž	s	ž	s	ž	s
Capitan 0,6+Acanto 0,6	Capitan 0,6+Acanto 0,6	žž	ž	zž	ž	zž	žž	zž	žž	zž	zž
Juwel Top 0,8	Juwel Top 0,8	zž	zž	žž	zž	žž	zž	zž	zž	z	zž
Amistar 0,8+Atlas 0,2	Amistar 0,8	žž	ž	zž	ž	žž	ž	zž	zž	z	zž
Neošetřeno	Neošetřeno	s	s	s	s	sž	s	s	s	s	s
Amistar 0,4+Stereo 1,6+Atlas 0,15	Amistar 0,6+Artea 0,5	zž	zž	z	zž	z	zž	z	zž	zž	zž
Juwel Top 0,8	Swing Top 1,2	zž	žž	zž	ž	zž	zž	zž	zž	zž	zž
Prosaro 0,75	Fandango 1,2	žž	žž	zž	ž	zž	zž	zž	zž	žž	ž
Neošetřeno	Neošetřeno	s	s	s	s	sž	s	s	s	s	s

Pozn.: z – zelená, zž – zelenožlutá, žž – žlutozelená, ž – žlutá a s – suchá