

# Využití NIR spektroskopie k detekci chorob a poruch jabloní

(A possibility of using spectral methods for pathogen detection and nutrition status determination in apple tree)

Václava Spáčilová<sup>1)</sup>, Ivana Šafránková<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Agrotest Fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž;

<sup>2)</sup>Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, UPŠRR AF, Zemědělská 1, Brno

## Souhrn

V letech 2007–2008 byla ověřována možnost využití spektrálních metod pro zjištění stavu výživy a k detekci patogenů u jabloní „Jonagold“ a „Idared“. Stav výživy byl zjišťován ze vzorků zdravých listů jabloní, na které byly foliárně aplikovány různé dávky hnojiv. Pro srovnání byly využívány neinvazivní metody detekce obsahu dusíku (PlantPen, FluorPen 660–750 nm a Spektrometr 280–1620 nm). Výskyt patogenů byl sledován na listech s viditelnými symptomy choroby. Pro srovnání účinnosti měření byla sledována intenzita napadení patogenů *Venturia inaequalis* a *Podosphaera leucotricha* v závislosti na variantě ošetření, přírůstky plodů, výskyt skládkových chorob a jakostní parametry plodů při sklizni (velikostní třídění). Hodnoty obsahu dusíku, získané kvalitativními rozbory listů a pomocí spektrálních metod, byly statisticky vyhodnoceny metodou korelační analýzy a byla stanovena závislost mezi obsahem dusíku v listech jabloní a hodnotami získanými měřením spektrálními metodami. Obsah dusíku v listech byl u všech variant ošetření v rozsahu stanoveného optima a byl prokazatelně vyšší ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Optimalizace obsahu dusíku v listech jabloní měla pozitivní vliv na potlačení výskytu hub *V. inaequalis* a *P. leucotricha* ve srovnání s nehnojenou kontrolou v době vegetace. Přiměřená výživa se také pozitivně projevila na výnosu a kvalitativních parametrech sklizených plodů. Vztah mezi zdravotním stavem porostu a hodnotami získanými měřením pomocí spektrálních metod byl statisticky vyhodnocen metodou analýzy variance, statisticky průkazný rozdíl mezi infikovanými a zdravými listy byl zjištěn u spektrometru v rozsahu vlnových délek 610–680 nm. Podle předběžných výsledků lze konstatovat, že spektroskopické metody lze využít ke zjištění obsahu dusíku a k detekci patogenů v listech jabloní.

**Klíčová slova:** jablono, spektrální metody, stres, obsah dusíku, *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*

## Summary

A possibility of using spectral methods for pathogen detection and nutrition status determination in apple tree cultivars Jonagold and Idared was verified in 2007–2008. The nutrition status was determined in samples of healthy leaves to which various levels of foliar fertilizers were applied. For comparison, non-invasive methods (PlantPen, FluorPen at 660–750 nm and Spectrometer at 280–1620 nm) were employed. Pathogen occurrence was observed on leaves with visible disease symptoms. To compare the efficiency of measurement, infection severity of *Venturia inaequalis* and *Podosphaera leucotricha* in relation to treatment, fruit increase, storage diseases and fruit quality at harvest were determined. Values of nitrogen content obtained from qualitative leaf analyses and using spectral methods were statistically assessed by correlation analysis, and the correlation between nitrogen content in apple tree leaves and values obtained using spectral methods was calculated. Nitrogen content in leaves was higher as compared to untreated control within the range of optimum for all treatments. Optimization of nitrogen content in leaves affected positively inhibition of *V. inaequalis* and *P. leucotricha* fungi in comparison with untreated control during the growing season. Furthermore, optimal nutrition positively influenced yield and quality parameters of fruits. Relation between health condition of apple trees and values obtained using spectral methods was statistically assessed by analysis of variance and statistically significant differences between infected and healthy leaves were found for spectrometer at wavelength 610–680 nm. Preliminary results suggest that spectral methods can be used to determine nitrogen content and pathogen detection in leaves and assess optimal nitrogen rates.

**Keywords:** apple trees, spectral methods, stress, nitrogen content, *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*

## Úvod

Trvalé kultury tvoří důležitou součást pěstebních systémů zemí EU. Jablka jsou v zemích EU druhým nejpěstovanějším druhem ovoce. V České republice je celková výměra produkčních sadů cca 20 000 ha a od roku 1995 bylo vysazeno v ČR přes 3 500 ha nových výsadeb jabloní. Plocha produkčních sadů jabloní v ČR je zhruba 8 600 ha, celková produkce je přibližně 260 000 tun ročně. Nejpěstovanějšími odrůdami jabloní jsou Golden Delicious, Idared, Spartan, Rubín a Bohemia, což jsou odrůdy s vysokou náchylností k houbovým chorobám. Faktory, ovlivňující náchylnost jabloní, lze pozitivně ovlivňovat zejména volbou agrotechnických zásahů v průběhu vegetační sezóny i mimo ni.

Výživa a hnojení je důležitou součástí komplexu agrotechnických opatření pro dosažení vysoké a kvalitní úrody (Hlušek, J. et al, 2002). Ovocné kultury jsou rostliny na živiny náročné, ovocné druhy

pěstované v nepříznivých podmínkách rychle stárnou, dříve odumírají a jsou citlivé na choroby a škůdce (Hlušek, J. et al, 2002). Velké množství živin je spotřebováno tvorbou listů, přírůstky dřeva a na produkci plodů. Při sklizni se většina živin vrací v rámci biologické recyklace zpět do půdy. Živiny jsou například nezbytné pro zajištění optimálního průběhu diferenciací květních pupenů – základ úrody následujícího vegetačního období. Obdobně jako na průběh vegetace, kvalitu a výnos má hnojení vliv na skladovatelnost plodů a výskyt skladovacích chorob houbového i fyziologického původu. Nadměrné, či nevyrovnané hnojení zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, narušuje fyziologický stav rostliny a tak zvyšuje vnímavost k chorobám a podporuje výskyt škůdců (Ackermann, P., 2008).

Bylo prokázáno, že obsah přijatelných živin a tedy i hnojení ovlivňuje výskyt chorob: u všech základních prvků (N, P, K, Fe, Ca,

Mn, Zn, Mg) byl zaznamenán vliv na výskyt některé choroby nebo intenzitu napadení (Huber, D., M. et al, 2000) a podle Datnoffa (2007) mají živiny také značný význam v odolnosti rostliny vůči chorobám. Vliv jednotlivých živin na výskyt chorob je pečlivě popsán, nejvíce však vliv N, pravděpodobně proto, že je aplikován nejčastěji a současně je nejčastěji se vyskytujícím deficitním prvkem v obhospodařovaných půdách (Rice, 2007).

V mnoha studiích byl sledován vliv aplikace N na různých plodinách a bylo zjištěno, že množství dostupného N, odpovídající potřebám rostliny v čase aplikace dusíku, má vliv na projev choroby. Největší odezvy na obsah dusíku u pšenic byly zjištěny hlavně v rozsahu obsahu jeho nedostatku až fyziologického dostatku dusíku. Rostliny s nedostatkem dusíku nemusí poskytnout prostředí s vhodným obsahem živin nezbytných pro vývoj obligátních patogenů, nadbytek N může inhibovat produkci obranných odezev rostlin k ostatním patogenům (Huber, 1980). Například výskyt infekce způsobené patogeny původců rzi na obilninách *Puccinia graminis* jsou běžně sledovány ve zvýšeném množství v souvislosti se zvýšením dávky N. Citlivost k těmto patogenům souvisí se zvýšením obsahu určitých volných aminokyselin, důležitých pro výživu patogena v napadených pletivech, zatímco odolnost je dána snížením aktivity peptidázy a redukcí dostupnosti aminokyselin nutných pro výživu patogena (Huber and Keller, 1977).

Tabulka č.1.: Varianty hnojení pokusné plochy

Varianta	Hnojivo	dávka (l/ha)	počet hnojení
1	Fruton Kombi	1	10
2	Fruton Kombi	2	10
3	Fruton Kombi	3	3
4	Campofort Special Zn	0,5	10
5	Campofort Special Zn	1,5	10
6	Kontrola		

Zvýšené dávky N způsobují náchylnost hroznů k šedé hnilobě *Botrytis cinerea* a zvyšují výskyt choroby (R-Houma, A. et al, 1998). Kromě hnojení do půdy, které se u trvalých kultur provádí jako základní před založením sadu a doplňkové v průběhu života ovocných kultur, se na základě rozboru listů a zjištění obsahu živin v rostlinách provádí také foliární výživa. Stresové situace, způsobené deficiencí živin, vzniklé během vegetace, mohou být rychle a efektivně překonány listovou výživou.

Rozbory listů jabloní jsou hlavním způsobem, jak zajistit dobrý výživový stav stromů společně se sklízňovými faktory jako je výnos, pravidelná plodnost a síla růstu (Sotiropoulos a kol., 2005). Kromě tradičně využívaných metod, kdy jsou používány pro zjištění obsahu N kvalitativně vzorky listů, se pro tento účel stále více uplatňuje využití zobrazovacích metod, zejména u jednoletých plodin. V posledních letech dochází k rozvoji snímacích metod, pomocí kterých lze rychlou a neinvazivní metodou zjistit obsah chlorofylu a s ním související obsah dusíku

v rostlině. Jedná se o moderní nedestruktivní metody, patřící do skupiny spektrálních metod, u nichž se využívá interakce mezi dopadajícím zářením a tenkou vrstvou materiálu vzorku (Šustová, 2007). Mezi tyto metody patří NIR spektroskopie nebo využití kvantového výtěžku chlorofylové fluorescence.

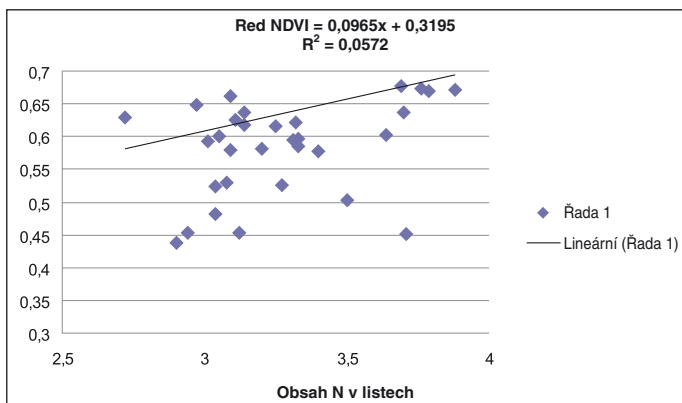
Studiem stanovení obsahu N v rostlinách pomocí spektrálních metod se v ČR zabýval například Klem (2006). NIR spektroskopie (blízká infračervená spektroskopie) je metoda, která využívá k měření spektrum červeného záření, chlorofylová fluorescence využívá pro měření odrazivost chlorofylu. Zarco-Tejada (2004) ve své práci použil k detekci stresu právě měření na složce listového chlorofylu a+b. Chlorofyl a+b a další biochemické složky, jako sušina nebo voda jsou indikátory rostlinného stresu souvisejícího s relativní dostupností prvků N, P, K, Fe, Ca, Mn, Zn, Mg a mnoha dalších (Tejada, 2004). Blízká červená spektroskopie je často využívána v ovocnářství při zjišťování kvalitativních znaků (obsah cukru, sušiny, kyselin), zejména u peckovin, ale také u jablek. Spektroskopické metody jsou také často využívány v souvislosti s výskytem chorob. NIR spektroskopie se uplatňuje při detekci jakostních defektů a onemocnění projevujících se během skladování (Němcová, 2006). Nedestruktivně se pomocí NIR hyperspektrálního zobrazování (Nikolai a kol., 2006) zjišťuje hořká pihovitost nebo hořká hniloba, vyvolaná houbou *Gleosporium album* (Němcová, 2006). Moshou (2005) zjistil, že je možná detekce přítomnosti chorob pomocí multi-spektrální fluorescence s využitím světelného spektra v rozsahu vlnových délek 550–690 nm. S. Delalieux (2007) studovala vhodný rozsah spektrální odrazivosti k detekci biotických stresů rostlin, zejména strupovitosti jabloní *Venturia inaequalis* a popsala jako vhodné spektrum v rozsahu 1350–1750 nm a 2200–2500 nm v časných fázích infekce, v rozsahu 580–660 nm a 685–715 nm v pokročilých fázích infekce.

#### Materiál a metody

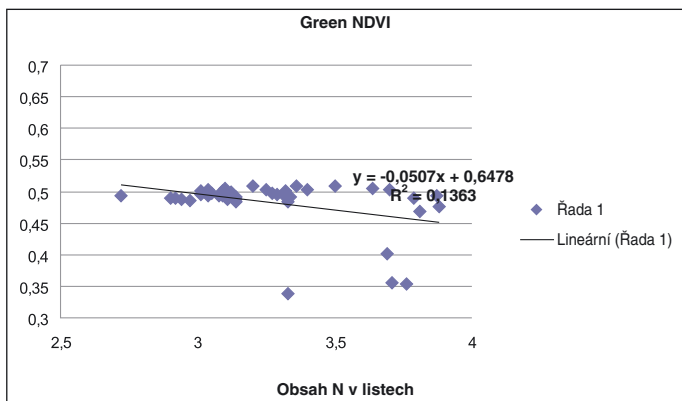
Pokus byl založen v komerčním sadu jabloní (*Malus domestica Borkh*) na střední Moravě v letech 2007–2008. Experimenty byly prováděny na odrůdách Jonagold a Idared, podnoži M9, stáří stromů bylo 10 let, pěstební tvar stromů bylo štíhlé větveno u oper s vyvazováním. Pokusné varianty (1,2,4,5) byly v průběhu vegetační sezóny hnojeny foliárně postřikem ve 14-ti denních intervalech. Byla použita hnojiva Fruton Kombi: CaO 21%, N 13,3 %, MgO 2,2 %, Mn 0,55 %, B 0,3 %, Zn 0,02 % a Campofort Special Zn: N 15%, MgO 3,6 %, Zn 1%, S 2,8 % (tabulka 1).

Tabulka č. 2:

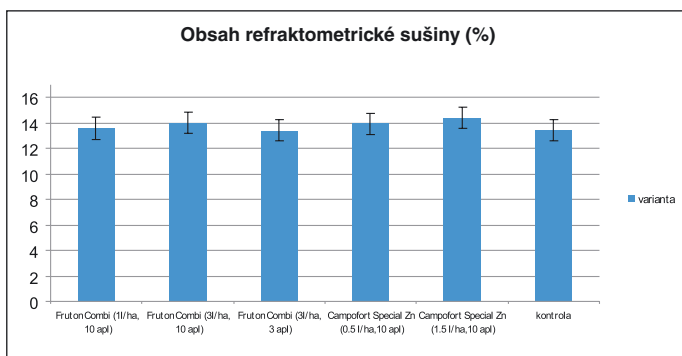
	N (%)	Výnos (t/ha)	Velikost plodů (mm)	Výskyt choroby na listech (% napadené plochy listu)	
				<i>Venturia inaequalis</i>	<i>Podosphaera leucotricha</i>
Fruton Combi 1 kg/ha, 10 apl.	2.30	15.41	74.91	8.00	2.50
Fruton Combi 3 kg/ha, 10 apl.	2.29	15.16	75.72	9.20	2.60
Fruton Combi 2 kg/ha, 3 apl.	2.24	15.03	69.12	8.20	2.71
Campofort Special Zn 0,5 l/ha, 10 apl.	2.26	16.49	70.81	9.40	2.42
Campofort Special Zn 1,5 l/ha, 10 apl.	2.29	15.68	75.49	8.10	2.76
Neošetřená kontrola	2.15	14.01	67.26	25.50	12.50



Graf 1: Závislost mezi obsahem N v listech jabloní a reflektancí (Red NDVI)



Graf 2: Závislost mezi obsahem N v listech jabloní a reflektancí (Green NDVI)



Graf 3: Vliv ošetření na obsah refraktometrické sušiny u odrůdy Jonagold

U varianty č. 3 bylo provedeno hnojení pouze v posledních třech aplikačních termínech, ve 14-ti denních intervalech, poslední aplikace hnojiv byla provedena jeden měsíc před sklizní. Kontrolní varianta nebyla hnojena. U všech hnojených variant bylo použito smáčedlo Silwet v dávce 0,15 l/ha. Všechny pokusné varianty včetně kontrolní byly fungicidně ošetřovány.

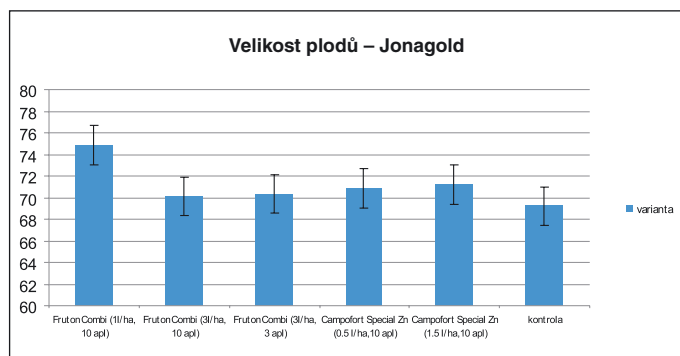
Aplikace hnojiv byly prováděny v ranních nebo odpoledních hodinách, aby doba ovlhčení listu byla co nejdelší a doba transportu živin se prodloužila na maximum. V pokusných variantách byly odebrány vzorky listů ke zjištění obsahu dusíku metodou podle Dumase (přístroj LEKO), současně byla prováděna měření na vzorcích listů pomocí spektrálních metod. Měření pomocí spektrálních metod bylo využito také u listů s časnými i pokročilými vizuálními projevy napadení houbovými

chorobami *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*. Dále byl sledován vliv výživy na výnos plodů a jejich skladovatelnost a další kvalitativní parametry a na zdravotní stav porostu – výskyt houbových chorob *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*. V každém pokusném ročníku byla provedena sklizňová hodnocení (hodnocení výnosu, velikostní třídění plodů) a kvalitativní parametry (obsah refraktometrické sušiny). V průběhu skladování byl sledován vliv výživy na výskyt skladovacích chorob.

### Výsledky a diskuse

Pro zjištění závislosti mezi obsahem dusíku a hodnotami získanými měření pomocí spektrálních metod byla využita regresní analýza. Získaná data z přístroje spektrometr byla nejprve přepočtena na reflektanci a po té vyhodnocena. Z použitých metod byla zjištěna statisticky průkazná mírná pozitivní závislost u přístroje PlantPen a Spektrometr (hodnotící parametry Red NDVI – graf č. 1) a statisticky průkazná mírná negativní závislost u přístroje Spektrometr (Green NDVI – graf č. 2).

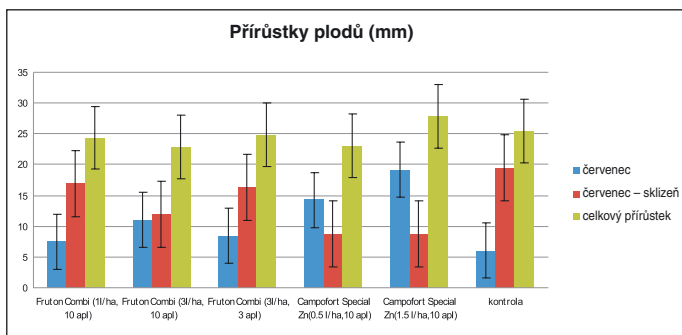
U přístroje FluorPen nebyla zjištěna průkazná závislost. Podle dosažených výsledků lze předpokládat, že spektrální metody jsou vhodné k detekci obsahu dusíku v listech jabloní. V průběhu pokusu byly sledovány kvalitativní parametry plodů jablek, jako je obsah refraktometrické sušiny (graf č. 3), velikost plodů (graf č. 4), přírůstky plodů během vegetace (graf č.5) a výnos (graf č. 6). Obsah refraktometrické sušiny ve sklizených plodech nebyl průkazně ovlivněn jednotlivými systémy hnojení. Systémy hnojení měly pouze mírně pozitivní vliv na velikost plodů, výnos byl průkazně vyšší u varianty hnojení č. 5. Rozdíly v přírůstcích plodů byly průkazně odlišné pouze u variant č. 4 a 5 v prvním termínu hodnocení.



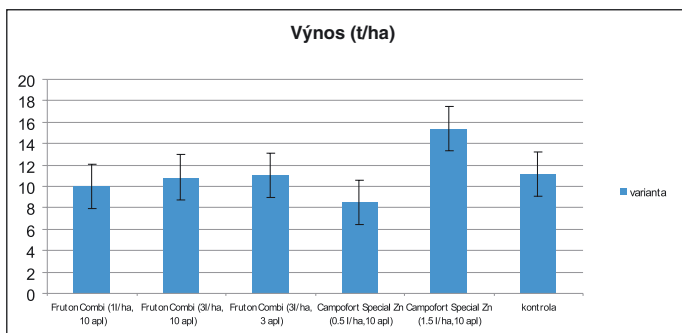
Graf 4: Vliv ošetření na velikost plodů u odrůdy Jonagold

Bylo zjištěno, že hnojení listovým hnojivem Campofort Special Zn se pozitivně projevilo na plodech zvýšeným přírůstkem plodů v období července, ve srovnání přírůstek plodů byl u všech variant hnojení velmi podobný a nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi nehnojenou kontrolou a hnojenými variantami. Přestože byla prováděna na všech pokusných variantách intenzivní fungicidní ochrana, účinnost fungicidů byla průměrně 96 % ve srovnání s fungicidně neošetřenou kontrolou. Proto byl během pokusu sledován vliv foliární výživy na celkový zdravotní stav porostu – intenzitu napadení houbovými chorobami *Venturia inaequalis* a *Podosphaera leucotricha*.

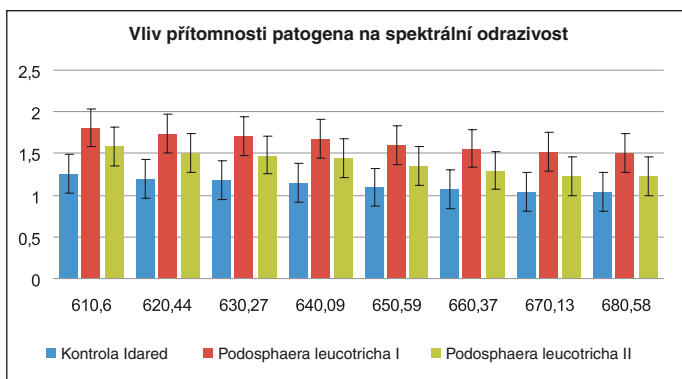
U všech variant hnojení byl zjištěn pozitivní vliv na potlačení výskytu obou patogenů ve srovnání s nehnojenou kontrolou v době vegetace. Index napadení houbami *Venturia*



Graf 5: Vliv ošetření na velikost plodů u odrůdy Jonagold



Graf 6: Vliv ošetření na výnos u odrůdy Jonagold



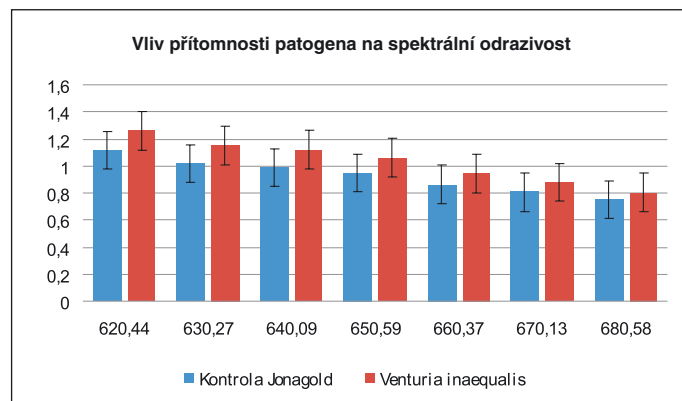
Graf 7: Vliv přítomnosti patogena *Podosphaera leucotricha* na spektrální odrazivost (Idared)

*inaequalis* a *Podosphaera leucotricha* byl na nehnojené kontrole průkazně vyšší než index napadení touto houbou na všech variantách ošetření (tabulka č.2). Pravděpodobnou příčinou mohla být optimalizace výživy testovaných jablek. Co se týče výskytu skladovacích chorob, během skladování se nejčastěji projevil výskyt skládkové strupovitosti a plísně šedé – *Botrytis cinerea*. Výskyty skládkových chorob však byly obdobné u všech variant hnojení a nebyl zjištěn prokazatelný vliv zvolené foliární výživy na potlačení výskytu houbových chorob v průběhu skladování ani v porovnání s nehnojenou kontrolou. Využití spektrálních metod k detekci chorob listů jablek, způsobených houbovými patogeny *Venturia inaequalis* a *Podosphaera leucotricha*, bylo sledováno u všech výše uvedených spektrálních metod a statisticky vyhodnoceno.

Statisticky průkazný rozdíl mezi infikovanými a zdravými listy byl pozorován pouze u spektrometru, největších rozdílů reflektancí mezi napadeným listovým materiálem a zdravou kontrolou bylo dosaženo v rozsahu vlnových délek 610–680 nm, čímž byl ověřen předpoklad, že tato vlnová délka je vhodná pro detekci biotických stresů. U ostatních přístrojů nebyla nalezena statisticky průkazná závislost mezi výskytem

chorob a hodnotami reflektance. Statisticky průkazný rozdíl reflektance při této vlnové délce byl však potvrzen pouze u houby *Podosphaera leucotricha* (graf. č. 7), reflektance detekce houby *Venturia inaequalis* byla vyšší ve srovnání s nenapadenou kontrolou, nebyla však statisticky průkazná (graf č. 8). Tyto výsledky prokazují, že detekce stresu rostlin vyvolané biotickými činiteli jsou možné pomocí spektrálních metod.

**Poděkování:** Výzkum byl podporován projektem MŠMT MSM 2532885901.



Graf 8: Vliv přítomnosti patogena *Venturia inaequalis* na spektrální odrazivost (Jonagold)

#### Použitá literatura

- Alexander, A et al.: Foliar fertilization, Springer, 1986, ISBN 9024732883, 9789024732883, 488
- Datnoff, E., W., Elmer, W. H., Huber, D. M.: Mineral nutrition and plant disease, The American Phytopathological Society, 278, 2007: 9–29
- Delalieux, S. Aardt, J., Keulemans, W., Schrevens, E., Coppin, P.: Detection of biotic stress (*Venturia inaequalis*) in apple trees using hyperspectral data: Non-parametric statistical approaches and physiological implications, European Journal of Agronomy, 27, 2007: 130–143
- Hluchý, M., Ackermann, P., Zacharda, M., Laštůvka, Z., Bagar, M., Jetmarová, E., Vanek, G., Szöke, L., Plíšek, B.: Ochrana ovocných dřevin a révy v ekologické a integrované produkci, Biocont laboratory spol. s.r.o., 2008
- Hlušek, J., Richter, R., Ryant, P.: Výživa a hnojení zahradních plodin, Redakce odborných časopisů, 81, 2002
- Huber D. M., Keeler R. R. (1977): Alteration of wheat peptidase activity after infection with powdery mildew. Proc. Am. Phytopathol. Soc. ,4, 163
- Huber D. M. (1980): The role of mineral nutrition in defense . 381–406 In: Plant Disease: An Advanced Treatise. Vol. 5, How Plants Defend Themselves. J. G. Horsfall and E. B. Cowling eds. Academic Press, New York
- Klem, K.: Využití fluorescence chlorofylu v rostlinolékařství, Rostlinolékař, 17, 2006, 1, s.23–25
- Mlček, J., Šustová, K.: Sledování průběhu zrání sýrů eidamského typu pomocí FT NIR spektroskopie. In: Sborník referátů z 9. konference s mezinárodní účastí DEN MLÉKA, ČZU Praha, 12. května 2005, s. 81–82, ISBN 80-213-1327-7.
- Nikolai, B., M., Lotze, E., Peirs, A., Scheerlinck, N., Theron, K., I. : Non-destructive measurement of bitter pit in apple fruit using NIR hyperspectral imaging, Postharvest Biology and Technology, 2006, 40:1–6

Růžičková, J., Lužová, T., Němcová, A., Mýlová, P., Šustová, K.: Hodnocení napadení Gloeosporiovou hnilobou u odrůd jablek Idared a Golden Delicious Reinders pomocí NIR spektroskopie, *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis = Acta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 2006. sv. 54, č. 4, s. 53–59. ISSN 1211-8516. .

Qingxi, T., Bing, Z., Lanfen, Z.: Hyperspectral remote sensing technology and applications in China, proc. of the 2nd CHRIS/proba workshop, ESA/ESRIN, Frascati, Italy, 28–30 April (ESA /SP-578, July 2004)

R-Houma, A., Cherif, M., Boubaker, A.: Effect of nitrogen fertilizing, green pruning and fungicide treatments on Botrytis bunch rot of grapes, *Journal Plant Pathology*, 80:115–124, 1998

Rice, R. W.: The physiological role of Minerals in the plant, The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota U.S.A., 9–31, 2007

Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Dimassi, K. N., Tsirakoglou, V.: Effect of applications of a complex and N-Ca fertilizer on leaf and fruit nutrient concentrations and some fruit quality parameters in two apple cultivars, *Horticulture Science*, 32, 2005 (1): 9–16

Tejada, P., J., Berjón, A., Miller, J., R.: Stress detection in crops with hyperspectral remote sensing and physical simulation models, proceedings of the Airborne imaging spectroscopy Workshop – Bruges, 8 October 2004

**Kontakt:** spacilova.vaclava@vukrom.cz



J. Rod – Fotosoutěž 2008

## Hodnocení výskytu listových a klasových chorob jarního ječmene na lokalitě Kroměříž v roce 2009

*(Evaluation of the occurrence of leaf and ear diseases in selected cultivars of spring barley at Kroměříž in 2009)*

Markéta Vyšohlídková, Ludvík Tvarůžek, Pavel Matušinský, Ivana Polišínská  
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

### Souhrn

U celkového počtu 28 odrůd jarního ječmene byla v roce 2009 sledována intenzita napadení významnými houbovými patogeny. Podrobně bylo po očkování hodnoceno 14 vybraných odrůd v reakci na napadení druhy rodu *Fusarium culmorum* a u těchto sledovaných odrůd byl zaznamenán v době nejvýznamnějšího výskytu procentuální podíl napadení a následně stanoven obsah mykotoxinu DON [mg.kg<sup>-1</sup>].

Podíl napadení klasovými fuzárií byl v podmínkách přirozené infekce střední až slabý, na který měl v nejvyšší míře dopad průběh počasí ročníku.

Padlí ječmene bylo významné u odrůd se střední až nižší odolností k napadení tímto patogenem. Patogen *Ramularia collo-cygni* byl zaznamenán ve větší míře u většiny sledovaných odrůd s nástupem senescence porostu, v tomto období byl zjištěn i výskyt *Pyrenophora teres*.

Nejlepším zdravotním stavem jsou charakterizovány 3 hodnocené odrůdy – Kangoo, Marthe a Heris.

**Klíčová slova:** ječmen jarní, mykotoxiny, *Ramularia collo-cygni*, *Pyrenophora teres*, *Fusarium* spp.

### Summary

A total of 28 spring barley cultivars were examined for infection severity of important fungal pathogens in 2009. Under artificial infection, 14 selected cultivars were evaluated in detail for reaction to *Fusarium* spp. In the period of the highest severity, the infection of these cultivars was assessed in per cent and the content of DON mycotoxin [mg.kg<sup>-1</sup>] was determined.

The percentage of infection by *Fusarium* head blight was medium to low under conditions of natural infection, which was mostly affected by a weather course of the crop year.

Powdery mildew infection of barley was high in cultivars with moderate to lower resistance to the pathogen. The pathogen *Ramularia collo-cygni* was detected at a higher level in most examined cultivars at the beginning of stand senescence. In this period, *Pyrenophora teres* was also found.

Among all cultivars examined, the three cultivars, Kangoo, Marthe and Heris, were characterized by the best health status.

**Key words:** spring barley, mycotoxins, *Ramularia collo-cygni*, *Pyrenophora teres*, *Fusarium* spp.