



OBILNÁŘSKÉ LISTY 4/2010

Odborný časopis
pro zemědělskou veřejnost
XVIII. ročník

P.P.
981317-0109/2007
767 01 Kroměříž 1



Foto: O. Jirsa

Obsah č. 4/2010:

- Klemová, Z., Svačinová, I., Klem, K., Jagošová, L., Matušinsky, P.: Chundelka metlice s rezistencí k inhibitorům ALS – příčiny selekce rezistentních populací (s. 91–95)
- Nesvadba, Z., Horáčková, S., Tvarůžek, L., Polišenská, I.: Vliv inokulace houbou *Fusarium culmorum* na obsah deoxynivalenolu a výnosové znaky u dihaploidních linií jarního ječmene (s. 96–99)
- Spáčilová, V., Šafránková, I.: Diagnostika kvality postřiku pomocí fluorescence chlorofylu (s. 100–103)
- Valtýnirová, S., Křen, J., Míša, P.: Hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce – porovnání metod (s. 103–107)
- Denešová, O., Pokorný, E., Podešvová, J., Brtnický, M.: Dopady různých způsobů hospodaření na kvalitu černozemních půd (s. 107–110)
- Burešová I., Palík, S.: Potravinářská kvalita žitného zrna (s. 110–112)
- Milotová, J., Vaculová, K.: Hodnocení nových přírůstků kolekce genetických zdrojů ječmene jarního (s. 113–117)
- Tvarůžek, L., Vyšehlídková, M., Spáčilová, V., Horáčková, S., Bílovský, J.: Volba správného termínu ošetření ozimých obilnin fungicidy na příkladu ječmene ozimého (s. 117–120)
- Bílovský, J., Horáčková, S., Matušinsky, P., Spáčilová, V., Tvarůžek, L., Vyšehlídková, M., Spitzerová, D.: Nástin výsledků monitoringu chorob a škůdců z Moravy a Slezska v roce 2010 získaných v rámci projektu Monitoring, signalizace a doporučení (s. 120–128)

Redakční rada:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, vedoucí redaktor,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Mgr. Věra Kroftová,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc.
Univerzita Palackého Olomouc

Ing. Daniel Jurečka,
UKZUZ Brno, odbor odrůdového zkušebnictví

Doc. Ing. Eduard Pokorný, PhD.,
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Doc. Ing. Ivana Šafránková, PhD.,
Mendelova univerzita v Brně

Doc. Dr. Ing. Jaroslav Benada, CSc., Kroměříž

OBILNÁŘSKÉ LISTY – vydává:

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C, vložka 6094,

Vedoucí redaktor:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek

Adresa:

Havlíčková ulice 2787,

PSČ 767 01 Kroměříž,

tel.: 573 317 141, –138, fax: 573 339 725,

e-mail: vukrom@vukrom.cz

ročně (4 čísla),

náklad 5 000 výtisků,

tisk: tiskárna AlfaVita – Marcela Formanová,

Postoupky 168,

767 01 Kroměříž

MK ČR E 12099,

ISSN 1212-138X.

Instrukce pro autory odborných článků předaných k zveřejnění v časopise Obilnářské listy

Ke zveřejnění jsou přijímány původní vědecké a odborné práce, které nebyly publikovány v jiných periodikách. V recenzním řízení se odborní opONENTI vyjadřují, zda text odpovídá požadavkům na zveřejnění popřípadě zpracují připomínky, podle kterých by měl být rukopis před zveřejněním upraven.

Text musí být členěn do následujících částí:

- **Název práce** – musí výstižně informovat o zaměření práce.
- **Jméno/a autora/ů** – bez titulů a vědeckých hodností.
- **Souhrn (abstrakt)** v českém i anglickém jazyce – stručný text, který informuje o cílech, metodách a dosažených výsledcích práce.
- **Klíčová slova** – výrazy (jedno- i víceslovné) výstižně charakterizující obsah práce.
- **Úvod** – stručně vysvětluje, proč byla práce prováděna, a jaký má studovaná problematika význam. Citovanými publikacemi lze doložit stav současných poznatků, z nichž autoři vycházejí.
- **Materiál a metody** – jasně formulované a přesně popsané veškeré kroky, které vedly k provedení a dokončení práce včetně způsobu zpracování a vyhodnocení výsledků. Obsahuje také popis použitých metod, případně citace zdrojů, ve kterých je použita metoda nebo metodika popsána. Je nutno dodržovat mezinárodně platné odborné termíny, vědecké názvy organismů, soustavy jednotek, a jejich platné české ekvivalenty.
- **Výsledky a diskuze** – analytické zhodnocení, čeho bylo při experimentech dosaženo. Výsledky musí být zpracovány přehledně a pokud možno vyjádřeny graficky nebo v tabulkách. Nelze zde uvádět výsledky získané postupem, který není popsán nebo citován v metodice.
- **Závěr** – stručně shrnuje nejdůležitější výsledky a poznatky.
- **Poděkování a dedikace** – poděkování za technickou spolupráci, poskytnutí dat apod., dedikace k řešenému projektu/projektům. Číslo projektu a názvy poskytovatelů je nutno psát ve tvaru, v jakém jsou zapsány v informačním systému VaV na stránkách <http://www.vyzkum.cz>.
- **Kontaktní adresa autora/ů** – Jméno autora (včetně e-mailové adresy), u kterého je možné získat další informace k tématu zveřejněného příspěvku.

(Inzerce v časopisu nepodléhá recenznímu řízení a vyjadřuje názory jejího zadavatele)

Chundelka metlice s rezistencí k inhibitorům ALS – příčiny selekce rezistentních populací

(*Silky bent-grass resistant to ALS inhibitors – causes of resistant populations selection*)

Klemová Zuzana¹, Svačinová Ivana¹, Klem Karel^{1,2}, Jagošová Lenka¹, Matušinsky Pavel¹

¹Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

²Ústav systémové biologie a ekologie AVČR, v.v.i., Na Sádkách 7, České Budějovice

Souhrn

Chundelka metlice (*Apera spica-venti*) je jednoletá, ozimá rostlina z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), která zapleveluje převážně ozimé plodiny. Cílem této práce bylo vyhodnocení vlivu aplikace jednotlivých skupin herbicidů, jejich dávky, vzájemných kombinací a použití společně s adjuvanty na selekci rezistentních biotypů chundelky metlice v populaci s přirozeným výskytem mutace na pozici Pro¹⁹⁷. Z výsledků vyplývá, že vzniku rezistentních populací plevelů lze předejít jednak používáním kombinovaných herbicidů, nebo takovou strategií ochrany, kdy nedochází k opakovaným aplikacím přípravků se stejným mechanismem účinku.

Klíčová slova: acetolaktátsyntetáza, rezistence k herbicidům, plevel v obilovinách

Summary

Silky bent-grass (*Apera spica-venti*) is an annual, winter plant of the grass family *Poaceae*, which affect mainly winter crops. The aim of this work was to assess effects of application of individual herbicide groups, their doses, combinations and use with adjuvants on the selection of resistant biotypes of silky bent-grass in the population with natural occurrence of mutation on position Pro¹⁹⁷. Our results show that the emergence of resistant weed populations can be avoided either using combined herbicides or such a protection strategy when products with the same action mode are not applied repeatedly.

Keywords: acetolactate synthase, herbicide resistance, weed in cereals

Úvod

Lidská společnost se vyvinula díky schopnosti opakovat osvědčené kroky. V novodobém zemědělství to například znamená, že genotyp (odrůda), který dosáhl vysokého výnosu, se pěstuje opakovaně i v dalších letech. Jestliže herbicidní ochrana poskytuje vysokou účinnost, používá se velmi často stejný přípravek, nebo herbicid se stejným mechanismem účinku i několik let po sobě. Ovšem škodlivé organismy, včetně plevelů, vykazují značnou rozmanitost a schopnost adaptovat se na vzniklé podmínky tím lépe, čím častěji se tyto podmínky opakují. Tato schopnost přizpůsobení je jednou z hlavních příčin vzniku a rozšiřování rezistence k herbicidům. I v populacích vysoce citlivých druhů se přirozeně vyskytují jedinci s pozměněnou genetickou informací (spontánní mutací), kteří jsou nositeli rezistence k určitému typu herbicidů. Genetický základ rezistence znamená, že plevel rezistentní k danému herbicidu mohou předávat tento znak následujícím generacím. Plevel se adaptují nebo selektují velmi rychle především tehdy, pokud existuje trvalý a jednostranný selekční tlak, kterým může být právě dlouhodobé používání herbicidů se stejným mechanismem účinku.

Herbicidy se odlišují v účinnosti a reziduálním působení. Látky s vyšší účinností obecně vytvářejí silnější selekční tlak než herbicidy, které vykazují nižší účinnost. Podobně také dlouhé reziduální působení prodlužuje selekční působení herbicidu. Nové typy přípravků, které vykazují za standardních podmínek vysokou účinnost a současně působí v jednom nebo malém počtu vazebných míst, jsou proto značně náchylné k selekci rezistentních populací, která je dále podporována nepříznivými

podmínkami v době aplikace. V praxi rozlišujeme dva základní mechanismy rezistence k herbicidům. Tzv. metabolická rezistence znamená, že herbicid je v rostlinách degradován dříve, než dosáhne místa účinku a způsobí poškození rostlin. Vznik tohoto typu rezistence vyžaduje obvykle složitější změnu genetické informace, jejímž výsledkem je vznik metabolických drah umožňujících rychlé odbourávání účinné látky v rostlině. Naproti tomu rezistence v cílovém místě působení herbicidu představuje změnu vazebného místa enzymu tak, že herbicid nemůže být na tomto místě poután. Z pohledu selekce na rezistenci jsou rizikové především herbicidy, působící pouze v jednom vazebném místě. Typickým příkladem rezistence v cílovém místě působení herbicidu je rezistence k inhibitorům acetolaktátsyntázy (inhibitory ALS).

Herbicidy s mechanismem účinku založeném na inhibici acetolaktátsyntázy (ALS), se začaly používat od roku 1982. V současné době jsou nejpoužívanější skupinou herbicidů a zprávy o rezistenci k této skupině herbicidů se objevily již v roce 1987 z USA, tedy pouhých pět let po uvedení komerčních sulfonylmočoviny na trh. Další případy rychle přibývaly a už v roce 2007 bylo popsáno 95 různých druhů plevelů rezistentních k ALS-inhibitorům (Yu, 2007).

Acetolaktátsyntetáza (ALS) je enzym katalyzující první krok v biosyntéze aminokyselin valinu, leucinu a isoleucinu. Tento enzym je také cílovým místem pro skupinu ALS-inhibujících herbicidů zahrnující sulfonylmočoviny, imidazolinony, triazolopyrimidiny, pyrimidinyl(thio)benzoáty a sulfonylaminokarbo-nyltriazolinony (Yu, 2008). Přítomnost molekul účinných látek

těchto herbicidů v rostlinném systému ALS enzym inaktivuje, díky tomu nedochází k syntéze zmíněných aminokyselin a je narušen floémový transport (Prokop, 2009). Nedostatek těchto aminokyselin je kritický pro růst nových tkání a jejich nepřítomnost vede k zániku rostliny (Yu, 2007). Přestože byla u tohoto typu herbicidů nalezena také metabolická rezistence (Prokop, 2009) a mnohočetná rezistence spojující metabolickou rezistenci s rezistencí v místě účinku (Yu, 2007), nejčastějším mechanismem rezistence je jednoduchá bodová mutace v genu ALS (Yu, 2008). Dávka, potřebná k likvidaci rezistentních biotypů potom musí být až 350x vyšší ve srovnání s citlivými biotypy. Při detekci bodových mutací bylo zjištěno nejméně 17 aminokyselinových substitucí v genu ALS, které způsobují rezistenci rostlin, kvasinek, bakterií a zelených řas k herbicidům s funkcí ALS-inhibitorů. Pouze 6 typů substitucí bylo detekováno v plevných rostlinách: Ala¹²², Pro¹⁹⁷, Ala²⁰⁵, Asp³⁷⁶, Trp⁵⁷⁴ a Ser⁶⁵³ (Warwick, 2008). Jednoduchá záměna aminokyselin na jedné z těchto pozic za jinou aminokyselinu pak způsobí rezistenci celé rostliny.

V České republice jsou nejzávažnější problémy související s rezistencí k inhibitorům ALS zaznamenávány v posledních letech u populací chundelky metlice *Apera spica-venti* L. První záznamy o výskytu rezistentních populací chundelky k herbicidům z této skupiny v České republice jsou z roku 2005. V roce 2009 byla zaznamenána populace s vícenásobnou rezistencí k herbicidům se třemi mechanismy účinku současně (www.weedscience.org). Jedním z důvodů, proč jsou problémy s rezistencí k ALS inhibitorům nejvýznamnější právě u chundelky je velmi rychlá populační dynamika daná krátkou dormancí semen v půdě a vysokou schopností generativního rozmnožování (jedna rostlina je schopna produkovat více než tisíc semen). Populační dynamika chundelky je dále v posledních letech podporována zvyšováním podílu ozimých plodin v pěstebních systémech spolu se zvyšujícím se podílem ploch s omezeným zpracováním půdy nebo přímým setím do nezpracované půdy (Melander et al, 2008). Omezené zpracování půdy a mělké uložení semen v půdě (do 5 mm) vytváří příznivé podmínky pro klíčení chundelky, zvláště v kombinaci s teplým a vlhkým počasím. (Cousens a Moss 1990, Mikulka 2009).

Cílem této práce bylo proto vyhodnocení vlivu aplikace jednotlivých skupin herbicidů, jejich dávky, vzájemných kombinací a použití společně s adjuvanty na selekci rezistentních biotypů chundelky v populaci s přirozeným výskytem mutace na pozici Pro¹⁹⁷.

Metodika

V letech 2007–2008 byly založeny pokusy zaměřené na vyhodnocení vlivu dávky několika skupin herbicidů, jejich kombinací a aplikací s adjuvanty pro selekci rezistentních biotypů chundelky metlice. Na pokusné lokalitě s vysokým výskytem chundelky metlice a prokázanou přítomností rezistentních biotypů k ALS inhibitorům (mutace na pozici Pro¹⁹⁷) byly v porostu ozimé pšenice založeny maloparcelkové pokusy o velikosti parcel 10 m². Pokusy byly založeny ve třech opakováních uspořádaných v randomizovaných blocích. V prvním pokuse byly varianty ošetření tvořeny neošetřenou kontrolou a ošetřením herbicidy z různých skupin účinku. Inhibitory ALS byly zastoupeny účinnou látkou sulfosulfuron (Monitor 75 WDG, plná dávka 26 g.ha⁻¹), inhibitory fotosystému II účinnou látkou isoproturon (Protugan, plná dávka 2 l.ha⁻¹), inhibitory acetyl CoA carboxylasy, pak účinnou látkou fenoxaprop-P-ethyl (Puma Extra, plná dávka 1 l.ha⁻¹), která náleží do starší skupiny aryloxyphenoxy-propionátů (FOP), a dále účinnou látkou pinoxaden (Axial, plná dávka 0,45 l.ha⁻¹), který patří do zcela nové skupiny phenylpyrazolinů (DEN). Všechny

přípravky byly aplikovány celkem ve čtyřech variantách: 100%, 75%, 50% a 25% plné dávky. Ve druhém experimentu byly výše uvedené herbicidy doplněny o účinnou látku iodosulfuron-methyl (Husar) a tyto herbicidy pak testovány samostatně a v kombinaci s inhibitorem ALS (sulfosulfuron). Dále byl v tomto experimentu ověřován vliv kombinace s kapalným hnojivem DAM a vybranými adjuvanty na selekci rezistence.

V průběhu vegetace (po vymetání) byly z každé parcely odebrány vzorky přežívajících rostlin chundelky metlice a následně provedeny PCR analýzy na přítomnost mutace ALS na pozici Pro¹⁹⁷, která byla popsána pro řadu jednoděložných plevelů a je zodpovědná za vznik rezistence k ALS inhibitorům. DNA ze vzorků listů byla izolována Dneasy Plant Mini Kitem firmy Qiagene. Pomocí PCR byla amplifikována část genu ALS, která byla štípána enzymem ECO91I (Fermentas) 16 hodin při 37 °C. Separace PCR produktu po štípání byla provedena na horizontální elektroforéze a vizualizace po obarvení ethidium-bromidem při UV osvětlení. Vzorky s mutací v genu Pro¹⁹⁷ se rozštěpily na dva bendy, zatímco vzorky s jedním bendem obsahují mutaci v jiné aminokyselině či jiný typ získané rezistence.

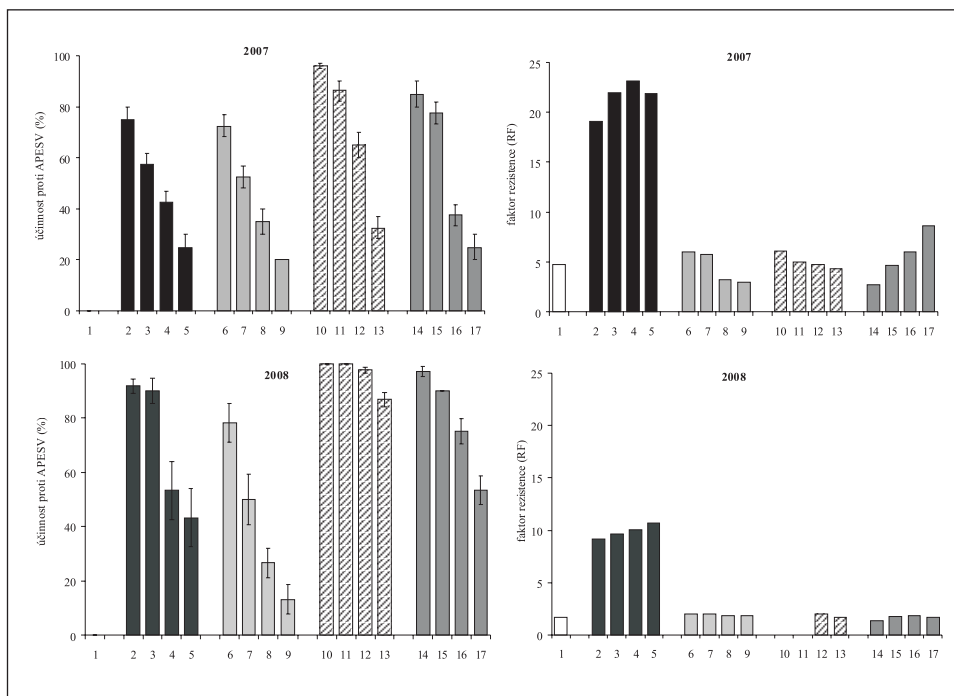
Po vymetání chundelky metlice byla vizuálně vyhodnocena účinnost jednotlivých variant ošetření proti chundelce metlici. V době plné zralosti byly odebrány vzorky lat a vydrolená semena uschována pro biotesty na rezistenci k ALS inhibitorům. Biotesty probíhaly ve skleníkových podmínkách samostatně na vzorcích populace z každého opakování. Rostliny chundelky byly v růstové fázi 2–3 listu ošetřeny logaritmickou koncentrační řadou herbicidu s krokem 3 v dávkách 0N, 0,33N, 1N, 3N, 9N a 27N. N reprezentuje základní dávku herbicidu, která v případě testu na rezistenci k inhibitorům ALS představovala 7,5 g.ha⁻¹ sulfo-sulfuronu. Přibližně 30 dní po aplikaci bylo provedeno vyhodnocení účinnosti relativně k neošetřené kontrole. Závislost mezi dávkou a reakcí byla fitována pomocí logistické funkce v programu SigmaPlot, přičemž byl vyhodnocen parametr ED₅₀, který reprezentuje dávku, při které je dosaženo 50% účinnosti. Při každém biotestu bylo prováděno také stanovení hodnot ED₅₀ na dvou vysoce citlivých biotypech. Faktor rezistence (RF) byl následně vypočítán jako poměr hodnot ED₅₀ pro testovaný vzorek a citlivý biotyp:

$$RF = ED_{50 \text{ testovaný}} / ED_{50 \text{ citlivý}}$$

Faktor rezistence uvádí, koliknásobně je nutné zvýšit dávku herbicidu, aby bylo dosaženo srovnatelné účinnosti.

Výsledky a diskuse

Z vyhodnocení účinnosti odstupňovaných dávek jednotlivých skupin herbicidů proti chundelce metlici je patrné, že redukce dávek u všech herbicidů znamená pokles účinnosti proti chundelce metlici. Na pokles dávky reaguje nejvíce účinná látka isoproturon, naopak nejvyšší jistotu účinku i při nižších dávkách vykazuje v obou letech pinoxaden. Účinnost inhibitoru ALS – sulfosulfuronu je do značné míry závislá na počáteční úrovni rezistence v populaci chundelky. V roce 2007 kdy byl faktor rezistence k inhibitorům ALS u kontrolní varianty prakticky dvojnásobný, ve srovnání s rokem 2008 bylo již u nejvyšší dávky dosaženo přibližně o 20% nižší účinnosti. Vyšší počáteční úroveň rezistence se ovšem projevuje také na selekci biotypů rezistentních k ALS inhibitorům. V obou ročnících byl výsledný faktor rezistence v populaci chundelky přibližně 4x vyšší po aplikacích sulfosulfuronu, než u herbicidem neovlivněné populace. V roce 2007 faktor rezistence RF dosahoval hodnot okolo 20 (při počáteční úrovni faktoru rezistence okolo 5), zatímco v roce 2008 činil tento faktor jen okolo 9 (při počáteční úrovni RF okolo 2).

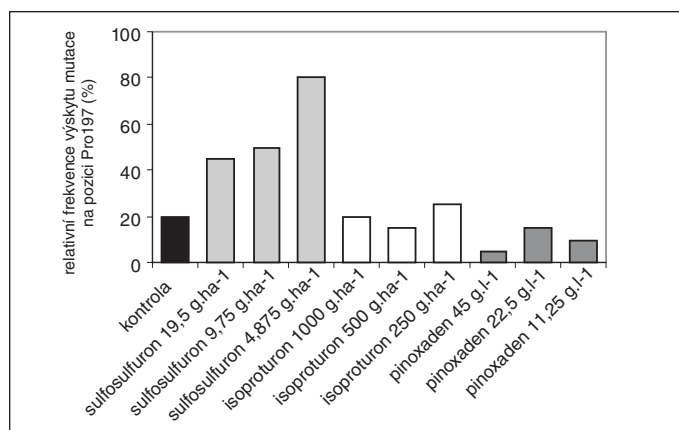


Obr. 1: Účinnost odstupňovaných dávek herbicidů s rozdílným mechanismem účinku proti chundelce metlici a změna faktoru rezistence po jejich aplikaci v populaci chundelky metlice s výskytem rezistentního biotypu s mutací Pro¹⁹⁷

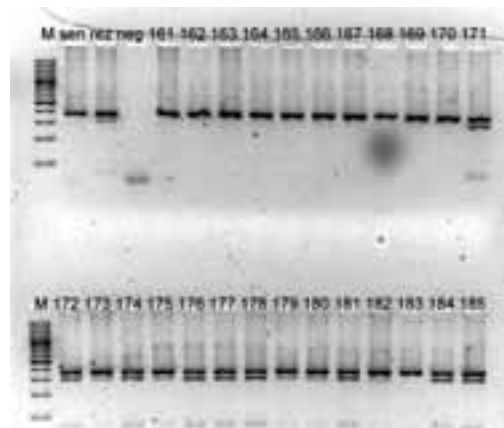
1	kontrola
2	sulfosulfuron 19,5 g.ha ⁻¹
3	sulfosulfuron 14,6 g.ha ⁻¹
4	sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹
5	sulfosulfuron 4,88 g.ha ⁻¹
6	isoproturon 1000 g.ha ⁻¹
7	isoproturon 750 g.ha ⁻¹
8	isoproturon 500 g.ha ⁻¹
9	isoproturon 250 g.ha ⁻¹
10	pinoxaden 45 g.ha ⁻¹
11	pinoxaden 33,75 g.ha ⁻¹
12	pinoxaden 22,5 g.ha ⁻¹
13	pinoxaden 11,25 g.ha ⁻¹
14	fenoxaprop-P-ethyl 69 g.ha ⁻¹
15	fenoxaprop-P-ethyl 51,75 g.ha ⁻¹
16	fenoxaprop-P-ethyl 34,5 g.ha ⁻¹
17	fenoxaprop-P-ethyl 17,25 g.ha ⁻¹

Zajímavý je výsledek vazby mezi dávkou herbicidu a výsledným faktorem rezistence. Přestože při poklesu dávky sulfosulfuronu dochází ke zvyšování faktoru rezistence, tento nárůst je velmi malý a zcela neproporcionální k poklesu účinnosti. Z těchto výsledků lze konstatovat, že redukce dávek není primárním hnacím motorem selekce rezistentních populací, ačkoliv k tomuto jevu také zčásti přispívá. Rozhodujícím faktorem pro selekci je tedy opakované používání herbicidních látek se stejným mechanismem účinku. Hlavní motivací pro testování vlivu herbicidů s jiným mechanismem účinku na selekci rezistence k inhibitorům ALS bylo vyloučení křížové rezistence či souběžné selekce k více typům herbicidů. Znalost této skutečnosti je poměrně zásadní pro navržení antirezistentní strategie, jejíž součástí je střídání herbicidů s různým mechanismem účinku, případně používání jejich kombinací. Nárůst rezistence k ALS inhibitorům se ovšem nepotvrdil pro žádnou z testovaných skupin herbicidů. Nižší dávky isoproturonu a pinoxadenu vedly dokonce k velmi malému poklesu faktoru rezistence v populaci. Tyto látky mohou být proto v nižších dávkách potenciálně vhodnými partnery herbicidů ze skupiny ALS inhibitorů pro snížení rizika selekce rezistentních populací chundelky. Účinná látka fenoxaprop-P-ethyl se takto projevuje jen v plné dávce.

Na části variant byly provedeny také molekulární analýzy přítomnosti mutace na pozici Pro¹⁹⁷, která reprezentuje biotypy chundelky rezistentní k ALS inhibitorům. Identifikace rezistentních mutací pomocí elektroforetické separace PCR produktů je patrná z obr. 3. PCR analýzy byly provedeny u variant aplikace tří dávek inhibitoru ALS (sulfosulfuron), inhibitoru PSII (isoproturon) a inhibitoru acetyl CoA carboxylázy (pinoxaden). Výsledky za oba experimentální ročníky jsou shrnuty v obr. 2. Podobně jako v případě biotestů je patrný jednoznačný selekční efekt aplikace ALS inhibitoru – sulfosulfuronu s nárůstem podílu mutace v populaci u nižší dávky. Vliv aplikace isoproturonu na podíl rezistentní mutace v populaci je spíše neutrální. Po aplikaci pinoxadenu byl dokonce zaznamenán pokles podílu této mutace v populaci. Tento pokles je ovšem relativně malý a případný potenciál pinoxadenu pro redukci rezistentních biotypů v populaci by bylo nutné dále ověřit.



Obr. 2: Vliv aplikace herbicidů s rozdílným mechanismem účinku a jejich dávky na relativní frekvenci výskytu mutace na pozici Pro¹⁹⁷ podmiňující rezistenci k ALS inhibitorům (průměrné hodnoty z let 2007 a 2008)



Obr. 3: Fotografie gelů po elektroforetické separaci PCR produktu. Pozn.: sen – kontrolní vzorek bez mutace, rez – pozitivní kontrolní vzorek s mutací v Pro¹⁹⁷, neg – negativní kontrola (voda), M – velikostní standard Ladder100bp, 161–170 – kontrolní varianty, 171–185 – vzorky z populace po ošetření ALS inhibitorem (vysoký podíl mutace v Pro¹⁹⁷)



Obr. 4: Náhled na skleníkový test s odstupňovanými dávkami ALS inhibitorů u chundelky metlice

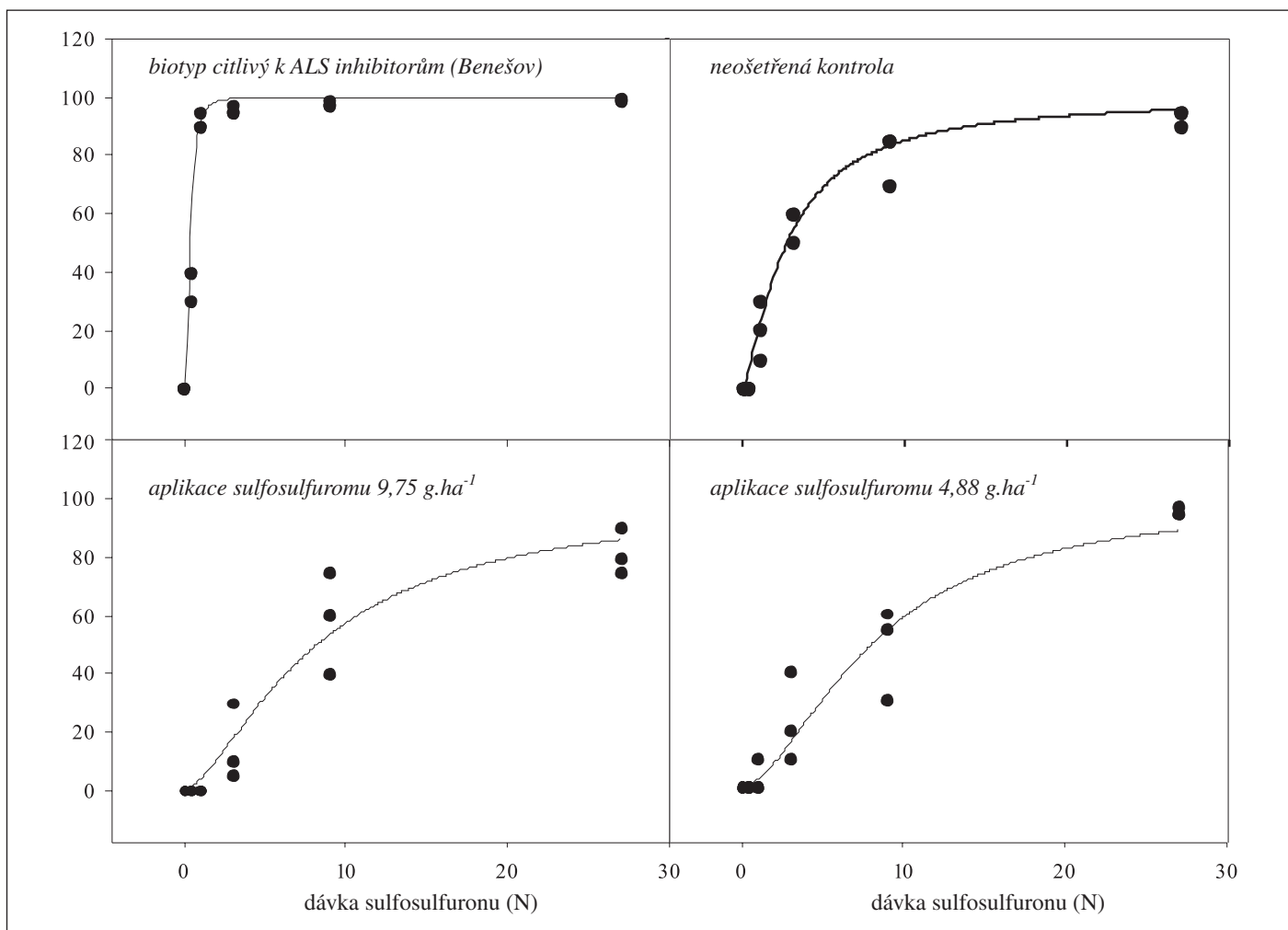
5 A)



5 B)



Obr. 5: Biotest na rezistenci k ALS inhibitorům u biotypu chundelky A) citlivého k ALS inhibitorům B) vzorku populace se zvýšeným podílem rezistentních mutací po aplikaci sulfosulfuronu $9,75 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ (zleva jsou v obou obrázcích A a B seřazeny testovací dávky sulfosulfuronu 27N, 9N, 3N, 1N, 0,33N a 0N)



Obr. 6: Změna křivek logistické závislosti mezi dávkou a reakcí na ALS inhibitor (sulfosulfuron) u citlivého biotypu chundelky, vzorku populace s přirozeným výskytem mutace *Pro¹⁹⁷* neošetřeného herbicidy a po ošetření dvěma dávkami účinné látky sulfosulfuron

Praktický význam pro plánování antirezistentní strategie má také ověřování vlivu kombinací účinných látek s odlišným mechanismem účinku na selekci rezistentních populací. Ve dvouletých polních experimentech (obr. 7) bylo přitom prokázáno, že použití různých účinných látek ze skupiny ALS inhibitorů (sulfonylmočoviny) má prakticky stejný účinek na selekci rezistence a zvýšení faktoru rezistence bylo prakticky srovnatelné po aplikaci sulfosulfuronu i iodosulfuronu. Přestože kombinace těchto dvou účinných látek vykazovala mírně nižší hodnoty faktoru rezistence, využití kombinací účinných látek se stejným mechanismem účinku nemá pro antirezistentní strategii praktický význam. Naopak jako velmi zajímavé se jeví kombinace inhibitorů ALS s nižšími dávkami herbicidů ze skupiny inhibitorů acetyl CoA carboxylázy (pinoxaden a fenoxaprop-P-ethyl). Obě účinné látky byly schopny prakticky zastavit proces selekce, protože u kombinace sulfosulfuronu s těmito herbicidy nedocházelo ke zvyšování faktoru rezistence. Pouze v menší míře redukuje nárůst faktoru rezistence kombinace s inhibitorem PSII (isoproturon). Pozitivní, ale opět relativně malý, je také efekt kapalného hnojiva DAM 390 a adjuvantů. Snížení selekčního tlaku při použití těchto kombinací má spíše využití jako preventivní opatření, než jako zásah eliminující již rezistentní populace chundelky.

Závěr

- v populaci s výskytem rezistence k ALS inhibitorům (mutace na pozici Pro¹⁹⁷) se vlivem selekce vyvolané aplikací herbicidu ze skupiny ALS inhibitorů zvyšuje faktor rezistence více než čtyřnásobně
- redukce dávek herbicidů zvyšuje selekční tlak (zvyšuje faktor rezistence) ale tento efekt je mnohonásobně nižší než opakované použití herbicidu se stejným mechanismem účinku
- kombinace herbicidu ze skupiny ALS inhibitorů s vhodným herbicidem s odlišným mechanismem účinku (především s inhibitory acetyl CoA carboxylázy) může zcela eliminovat selekční tlak na rezistenci
- kombinace s kapalným hnojivem DAM 390 a adjuvanty

sníží selekční tlak relativně málo a jsou proto využitelné pouze jako preventivní opatření

Poděkování

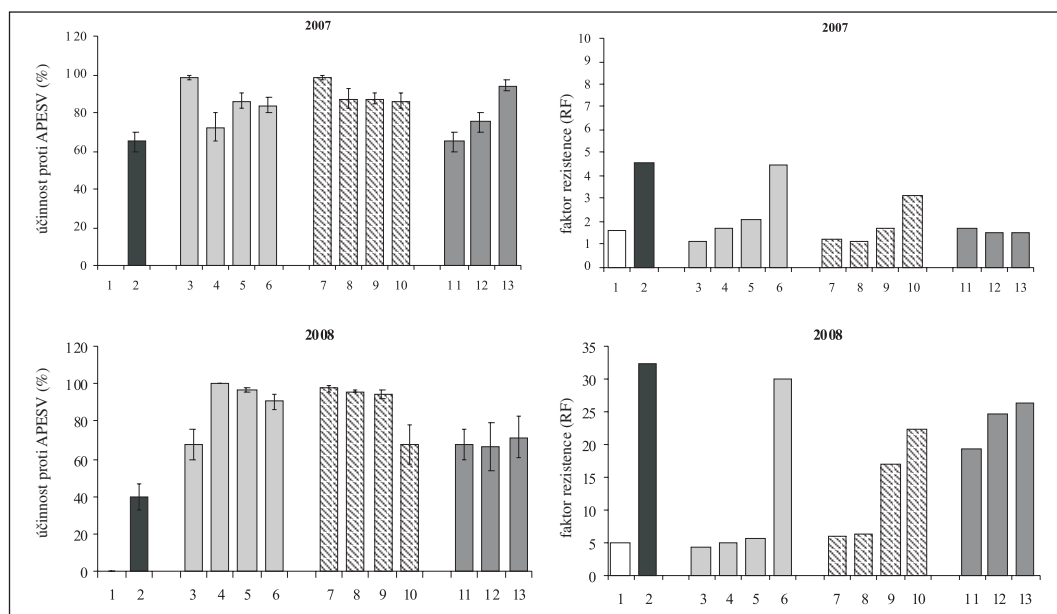
Práce vznikla za podpory projektu MZe – NAZV číslo QH71218.

Literatura

- Cousens, R., and S. R. Moss. 'A Model of the Effects of Cultivation on the Vertical-Distribution of Weed Seeds within the Soil', *Weed Research* Vol. 30, No. 1, 61–70, 1990.
- Melander B., Holst N, Jensen P. K., Hansen E. M., Olesen J. E., Apera spica-venti population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *WEED RESEARCH*, 48, Issue 1, 48–57, 2008
- Mikulka, J. (2009): Inovace metod diagnostiky rezistence plevelů a jejich využití z hlediska optimalizace používání herbicidů s cílem minimalizace rizika jejich negativního vlivu na diverzitu rostlin v agroekosystému. Periodická zpráva. Projekt QH71218, Praha, <http://www.mze-vyzkum-infobanka.cz/zpravy-13168.aspx>
- Prokop, M.: Ochrana plevelů proti ošetření herbicidy. *Rostlinolékař* 4: 35–38 (2009)
- Warwick S. I., Xu R., Sander C., Beckie H. J.: Acetolactate synthase target-site mutation and single nucleotide polymorphism genotyping in ALS-resistant *Kochia* (*Kochia scoparia*). *Weed Science* 56: 797–806 (2008)
- Yu Q., Nelson J. K., Zheng M. Q., Jackson M., Powles S. B.: Molecular characterisation of resistance to ALS-inhibiting herbicides in *Hordeum leporinum* biotypes. *Pest Manag Sci* 63: 918–927 (2007).
- Yu Q., Han H., Powles S. B.: Mutations of the ALS gene endowing resistance to ALS-inhibiting herbicides in *Lolium rigidum* population. *Pest Manag Sci* 64: 1229–1236 (2008).

Recenzováno

Adresa autora: Matusinsky.pavel@vukrom.cz



Obr. 7 Účinnost kombinací inhibitoru ALS (sulfosulfuron) s herbicidy s odlišným mechanismem účinku a adjuvanty proti chundelce metlici a změna faktoru rezistence po jejich aplikaci v populaci s výskytem rezistentního biotypu s mutací na pozici Pro¹⁹⁷

- | | |
|--|---|
| 1 kontrola | 7 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + pinoxaden 30 g.ha ⁻¹ |
| 2 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ | 8 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + fenoxaprop-P-ethyl 55,2 g.ha ⁻¹ |
| 3 isoproturon 1000 g.ha ⁻¹ | 9 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + isoproturon 750 g.ha ⁻¹ |
| 4 pinoxaden 45 g.ha ⁻¹ | 10 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + mesomaxx 3 g.ha ⁻¹ + iodosulfuron-methyl 0,6 g.ha ⁻¹ |
| 5 fenoxaprop-P-ethyl 69 g.ha ⁻¹ | 11 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + DAM 390 100 l.ha ⁻¹ |
| 6 mesomaxx 4,5 g.ha ⁻¹ + iodosulfuron-methyl 0,9 g.ha ⁻¹ | 12 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + heptamethyltrisiloxan 84 g.ha ⁻¹ |
| | 13 sulfosulfuron 9,75 g.ha ⁻¹ + metylester řepkového oleje 730 g.ha ⁻¹ |

Vliv inokulace houbou *Fusarium culmorum* na obsah deoxynivalenolu a výnosové znaky u dihaploidních linií jarního ječmene

(Effect of *Fusarium culmorum* inoculation on deoxynivalenol content and yield traits in spring barley doubled haploids)

Nesvadba Zdeněk, Horáčková Simona, Tvarůžek Ludvík, Polišínská Ivana,
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž

Souhrn

Infekce ječmene některými druhy rodu *Fusarium* způsobuje zhoubnou chorobu označovanou jako fuzáriové vadnutí klasů, jejímž výsledkem je pokles výnosu a snížení kvality zrna ječmene. Cílem práce bylo analyzovat reakci dihaploidních linií (DH) jarního ječmene k fuzáriovému vadnutí klasů. DH linie byly získány metodou androgenese *in vitro* po hybridizaci linie Zao Zhou 3 (dvouřadá, středně odolná) a linie PI 383933 (šestiřadá, náchylná). DH linie a výchozí rodičovské komponenty byly uměle inokulovány v polních podmínkách suspenzí konidií *Fusarium culmorum* – izolát FC-417/02. Bylo provedeno vizuální hodnocení choroby po inokulaci a následně byl analyzován obsah deoxynivalenolu (DON) a stanoveno procento klíčivých a infikovaných zrn na papírových roládách. Byly studovány vlivy způsobené infekcí *Fusarium culmorum* na výnosotvorné znaky. Obsah deoxynivalenolu se u inokulovaných dihaploidů pohyboval v rozmezí od 5,33 do 46,44 mg.kg⁻¹. U inokulovaných rostlin byla zjištěna redukce výnosu, hmotnost tisíce zrn a podílu zrna na síti 2,5 mm.

Klíčová slova: jarní ječmen, fuzáriové vadnutí klasů, deoxynivalenol, výnos, dihaploidní linie, *Fusarium culmorum*

Summary

Infection of barley by several species of *Fusarium* causes a destructive disease known as Fusarium head blight (FHB), results in reduced of yield and decrease of barley grain quality. Objectives of this study were analysed spring barley doubled haploid lines (DH) for their responses to Fusarium head blight. DH lines were derived by androgenesis *in vitro* after hybridisation of line Zao Zhou 3 (2row, middle resistant) and PI 383933 (6row, susceptible). DH lines and parental cultivars were artificially inoculated with conidial suspension of *Fusarium culmorum*, FC-417/02 isolate under field conditions. Visual observations of disease after inoculation followed by analysis of deoxynivalenol (DON) and the percentages of germinating and infected grains on paper rolls were checked. Effects of *Fusarium culmorum* infection on yield traits were studied. The deoxynivalenol content of inoculated doubled haploids ranged from 5.33 to 46.44 mg.kg⁻¹. In the inoculated plants was observed a reduction of yield, 1000 kernel weight and decrease in the kernel fraction 2.5 mm.

Key words: spring barley, Fusarium head blight, deoxynivalenol, yield, doubled haploid lines, *Fusarium culmorum*

Úvod

Houby rodu *Fusarium* jsou významnými patogeny většiny zemědělských plodin. Po dlouhé období bylo fuzáriové vadnutí klasů (Fusarium head blight, FHB) minoritním, sporadicky se vyskytujícím onemocněním. V posledních letech se však rychle stalo významným faktorem eliminujícím výnosy a kvalitu obilovin v mnoha pěstelských oblastech světa a nesoucí s sebou velké ekonomické ztráty. Nejvíce nebezpečným aspektem této choroby je kontaminace zrna mykotoxiny (Ma a kol., 2009). Nejvýznamnějšími producenty mykotoxinů jsou druhy *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* a *F. verticillioides*. Jejich toxické produkty tvoří různorodou skupinu mnoha desítek látek, z nichž nejznámějšími a nejlépe sledovanějšími jsou deoxynivalenol, nivalenol, T-2 a HT-2 toxin, zearalenon a fumonisiny (Polišínská, 2008).

Vhodné podmínky pro výskyt a šíření fuzarióz představuje kombinace vyšší teploty a vysoké vzdušné vlhkosti. Dalšími faktory, které přispívají k rozvoji fuzarióz, jsou nevhodné předplodiny (zejména kukuřice či jiné obilniny), pěstování později kvetoucích odrůd, hustý a poléhavý porost, stres působící na rostlinu (předchozí poškození přispívá k rozvoji infekce) či absence použití mořeného osiva a vhodných fungicidů (Ort, 2004).

Z literatury je známo, že počet prací zabývajících se fuzariózami u pšenice převyšuje počet výzkumných studií u ječmene. Je to z toho důvodu, že pšenice má mnohem větší hospodářský význam jako obilovina, ale i proto, že fuzariózy způsobují větší hospodářské škody na pšenici než na ječmeni. Obě plodiny jsou napadány těmi stejnými fuzáriovými patogeny, ale existují rozdíly v jejich reakci na napadení. Obecně lze říci, že ječmen je méně náchylný k FHB než pšenice. Pokud se týká výnosu, tak fuzariózy ovlivňují více výnos pšenice než ječmene, na druhou stranu je vyšší akumulace mykotoxinů u ječmene a to z důvodů existence obalových částí – pluch a plušek, které jsou součástí ječného zrna až do doby konečného využití (Steffenson, 2003).

V minulém období se ve šlechtění ječmene v hojně míře využívaly dihaploidy, kteří umožňují urychlení procesu homozygotizace linií. Princip spočívá v převedení rostlin získaných z haploidních gamet na diploidní úroveň polyploidizací, takže každá dihaploidní rostlina je zcela homozygotní na všech lokusech (Chloupek, 2008). Populace dihaploidních linií získaných z F₁ generace reprezentuje náhodný výběr gamet z F₁ hybridů. Z tohoto důvodu jsou DH linie také dobrým materiálem pro genetické studie na kvantitativní a kvalitativní znaky (Adamski et al., 1999).

Tab. 1: Hodnocení napadení klasů fuzárií v poli, laboratorní hodnocení výskytu fuzárií v zru na papírových roládách, stanovení obsahu deoxynivalenolu a vybrané výnosové znaky. Inokulovaná varianta

Odrůda / DH linie	Řad	Pol. hodn. (%)	Lab. test (%)	DON (mg.kg ⁻¹)	Výnos zrna (kg.2,5 m ²)	HTZ (g)	PPZ (%)
Zao Zhou 3	2	10	20	5,33	0,86	47,2	87,7
DH 47	2	8	0	26,73	0,95	40,1	82,3
DH 48	2	9	5	6,35	0,97	38,5	83,2
DH 8/03	2	13	4	6,83	0,90	38,4	74,1
DH 13/03	2	32	3	38,54	0,92	30,0	78,6
DH 18/03	2	7	6	22,25	0,86	37,1	86,9
PI 383933	6	40	5	19,38	0,98	31,6	78,9
DH 41	6	9	8	14,02	0,86	32,6	78,9
DH 55	6	38	14	44,79	0,96	27,6	78,9
DH 9/03	6	20	7	22,27	0,90	31,6	72,6
DH 11/03	6	12	22	22,75	0,73	26,6	74,6
DH 14.1/03	6	25	0	43,42	1,11	40,2	84,2
DH 14.2/03	6	7	5	46,44	0,82	33,7	82,9
DH 17/03	6	9	4	45,61	1,09	27,0	77,7

Cílem předložené práce bylo analyzovat DH linie jarního ječmene s ohledem na napadení klasů, obsahu deoxynivalenolu, redukci výnosu zrna, hmotnosti tisíce zrn (HTZ) a podílu předního zrna (PPZ) po očkovaní houbou *Fusarium culmorum* v polních podmínkách.

Materiál a metody

Pro experimentální práci byly použity dva parentální genotypy ječmene jarního: dvouřadá odrůda Zao Zhou 3 s deklarovanou střední rezistencí a šestiřadá linie PI 383933 s deklarovanou náchylností vůči klasovým fuzariózám, které byly získány z kolekce genetických zdrojů jarního ječmene Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o. Dále byl testován soubor 12 dihaploidních linií (5 dvouřadých a 7 šestiřadých) vzniklých androgenézou *in vitro* z F₁ generace křížení Zao Zhou 3 x PI 383933 na pracovišti ÚEB AV ČR Olomouc (Vagera a Ohnoutková, 1993).

1) Polní pokusy

Pokusy byly založeny a vedeny metodou znárodněných dílců na pozemcích firmy Agrotest fyto, s.r.o. Každý genotyp byl vyset ve dvou opakováních (inokulovaná a neinokulovaná varianta) o rozměrech parcely 1 m². Předplodinou byla cukrovka. Pokus byl vyset dne 8. 4. 2008. Parcely byly v době plného kvetení (DC 65) uměle inokulovány suspenzí konidií *Fusarium culmorum* (izolát FC-417/02). V závislosti na odlišných růstových fázích byly klasy ječmene infikovány vždy ve dvou termínech 5. 6. a 11. 6. 2008. Koncentrace inokula byla jednotně mikroskopicky adjustována na hodnotu 6 milionů konidií na 1 ml suspenze. K inokulaci parcel byla použita aplikační technika, která zajistila aplikaci stálého a pro celý pokus shodného množství inokula. Vizuální hodnocení bylo provedeno 21 dní po inokulaci – 27. 6. a 1. 7. 2008 dle stupnice Horsfall-Barretta, jako procentický podíl zaschlých klásků po napadení chorobou. V době plné zralosti bylo 15 klásků z každé parcely ostříháno a zrna bylo ručně vydoleno. Parcely byly dne 26. 7. 2008 sklizeny maloparcelovým kombajnem Osevan.

2) Posklizňové analýzy

a) Laboratorní testování na papírových roládách

Pro zjištění kontaminace ječmene jarního fuzárií byly provedeny analýzy sklizeného zrna na stupeň infekce prorostlé do zrna. Od každého vzorku bylo odebráno 2 x 100 zrn. Hodnocení bylo prováděno metodou podle Tvarůžek a kol. (2003).

b) Stanovení obsahu deoxynivalenolu

Stanovení obsahu deoxynivalenolu bylo prováděno kvantitativní imunoenzymatickou metodou ELISA. Byly používány kity RIDASCREEN FAST DON (R-Biopharm GmbH, Darmstadt, SRN), které jsou schváleny AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Pro přípravu vzorků, extrakci i vlastní stanovení byla dodržována metodika předepsaná výrobcem. Měření bylo prováděno na spektrofotometru MRX II (Dynex, USA), pro zpracování dat byl používán program Revelation (Dynex, USA).

Výsledky a diskuze

V polních pokusech s umělou inokulací *F. culmorum* na dihaploidních liniích a výchozích rodičovských genotypech jarního ječmene byla dosažena vysoká kontaminace DON, která se pohybovala v rozmezí od 5,33 mg.kg⁻¹ do 46,44 mg.kg⁻¹ (Tab. 1). U neinfikovaného kontrolního souboru stejných genotypů byl obsah DON výrazně nižší a pohyboval se v rozpětí 0,04 až 0,78 mg.kg⁻¹ (Tab. 2). DH linie získané z F₁ generace Zao Zhou 3 x PI 383933 v pokusu vykazovaly různý stupeň náchylnosti k *F. culmorum*. Tato variabilita se projevila například v kontaminaci zrna mykotoxinem v inokulované variantě, kde u dvouřadých linií DH 48 a DH 8/03 byla zaznamenána relativně nízká akumulace DON (6,35, respektive 6,83 mg.kg⁻¹), která se blížila hodnotě rodičovského genotypu Zao Zhou 3 (5,33 mg.kg⁻¹). Na druhé straně vykazovaly šestiřadá linie DH 17/03 a DH14.2/03 vysokou koncentraci DON (45,61, respektive 46,44 mg.kg⁻¹). Linie DH 14.2/03 byla současně genotypem s nejvyšší redukcí výnosotvorných znaků.

Testováním průkaznosti rozdílů mezi průměry u sledovaných znaků mezi infikovanou a neinfikovanou variantou bylo

Tab. 2: Hodnocení napadení klasů fuzárií v poli, laboratorní hodnocení výskytu fuzárií v zru na papírových roládách, stanovení obsahu deoxynivalenolu a vybrané výnosové znaky. Neinokulovaná varianta

Odrůda / DH linie	Řad	Pol. hodn. (%)	Lab. test (%)	DON (mg.kg ⁻¹)	Výnos zrna (kg.2,5 m ²)	HTZ (g)	PPZ (%)
Zao Zhou 3	2	0	4	0,04	0,91	48,7	89,0
DH 47	2	2	0	0,06	1,00	44,4	85,2
DH 48	2	10	0	0,06	1,03	41,9	84,0
DH 8/03	2	16	2	0,14	0,95	43,3	81,1
DH 13/03	2	4	4	0,45	0,97	41,6	80,5
DH 18/03	2	0	0	0,16	0,91	42,4	88,4
PI 383933	6	16	6	0,78	1,09	42,6	81,5
DH 41	6	0	0	0,20	0,94	40,7	82,6
DH 55	6	2	0	0,30	1,03	38,1	80,4
DH 9/03	6	6	0	0,14	0,99	39,7	77,7
DH 11/03	6	10	4	0,39	0,82	38,2	79,8
DH 14.1/03	6	12	6	0,13	1,23	41,9	85,6
DH 14.2/03	6	0	2	0,41	0,88	37,7	84,9
DH 17/03	6	0	2	0,57	1,18	37,5	80,0

zjištěno, že vysoce průkazné rozdíly byly zaznamenány u polního hodnocení napadení fuzárií, obsahem DON a hmotností tisíce zrn (Tab. 3). Průkazné rozdíly mezi variantami byly vypočteny u laboratorního testování na papírových roládách. Statisticky neprůkazné rozdíly byly nalezeny u výnosu zrna a podílu předního zrna na síť 2,5 mm.

Dihaploidní linie se lišily v redukci výnosových znaků po inokulaci *F. culmorum* (Tab. 4). Byly vypočteny vysoce průkazné rozdíly v redukci výnosu a hmotností tisíce zrn mezi

dvouřadými a šestiřadými liniemi. Vyšší propad byl v obou znacích zaznamenán u šestiřadých linií. U výnosu to bylo 91,2 % k neinfikované kontrolní variantě, zatímco u dvouřadých DH linií jen 94,8 %. U hmotností tisíce zrn činil propad u šestiřadých linií 79,0 % k neinfikované variantě, zatímco u dvouřadých DH linií to bylo 88,3 %. Statisticky neprůkazné rozdíly pak byly nalezeny u znaku podíl předního zrna na síť 2,5 mm (96,3 %, respektive 96,9 %).

Korelační koeficienty mezi vybranými znaky u testovaných parentálních genotypů a DH linií jsou uvedeny v tabulce 5. Byly vypočteny vysoce průkazné korelace mezi obsahem DON a výsledky napadení zrna fuzárií v polních podmínkách a mezi obsahem DON a výsledky laboratorního testování zrna na papírových roládách. Vysoce průkazné korelace byly rovněž zjištěny mezi napadením zrna v polních podmínkách a hodnocením kontaminace zrna na papírových roládách. Průkazná a negativní korelace pak byla zaznamenána mezi obsahem DON a hmotností tisíce zrn. K obdobným výsledkům dospěli ve svých experimentech také Sýkorová a kol. (2002), Adamski a kol. (1999) nebo Chelkowski a kol. (2000), kteří ve své práci hodnotili náchylnost DH linií ječmene získaných metodou „H. bulbosum“ z F₁ generace po křížení dvouřadé

Tab. 3: Testování průkaznosti rozdílů mezi průměry u sledovaných znaků mezi inokulovanou a neinokulovanou variantou

	Inokulovaná	Neinokulovaná	Průkaznost
Polní hodnocení (%)	17	6	**
Laboratorní test (%)	7	2	*
Obsah DON (mg.kg ⁻¹)	23,17	0,27	**
Výnos zrna (kg.2,5m ²)	0,92	1,00	n
HTZ (g)	31,6	38,3	**
PPZ (%)	74,1	76,8	n
** P = 0,01; * P = 0,05; n = neprůkazné			

Tab. 4: Testování průkaznosti redukce výnosu, HTZ a PPZ inokulované varianty k neinokulované kontrole u 2řadých a 6řadých linií

	Dvouřadé	Šestiřadé	Průkaznost
Výnos	94,8	91,2	**
HTZ	88,3	79,0	**
PPZ	96,9	96,3	n
** P = 0,01; * P = 0,05; n = neprůkazné			

Tab. 5: Korelační koeficienty mezi vybranými znaky

	Obsah DON	Labor. test	Polní hodnocení
Laboratorní test	0,774**		
Polní hodnocení	0,644**	0,776**	
Výnos zrna	-0,161	-0,044	-0,070
Hmotnost 1000 zrn	(-0,427)*	-0,291	-0,182
Podíl zrna na síť 2,5 mm	-0,104	-0,101	-0,071
** P = 0,01; * P = 0,05			

odrády Maresi a šestiřadé odrůdy Pomo, a které byly následně inokulovány *F. culmorum*. Podobný vztah mezi napadením klasů a obsahem DON zjistili i Chrpová a kol. (2009) v pokusech s umělou inokulací *F. culmorum* u odrůd ozimé pšenice registrovaných v ČR.

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že dvouřadé DH linie vykazovaly v našich experimentech lepší odolnost vůči napadení fuzárií než DH linie šestiřadé. Podobné výsledky zaznamenal i Takeda (1990), který studoval odolnost hybridů ječmene ke *Gibberella zeae*. To může mít souvislost s morfologickou strukturou šestiřadého klasu a vyšší hustotou fertálních klásků. Tato stavba klasu může poskytnout příznivé podmínky pro infekci a šíření choroby než klas dvouřadého ječmene. Závěry, že dvouřadé ječmeny jsou obecně více rezistentní než šestiřadé publikovali také Steffenson (2003), Zhou a kol (1991), Chen a kol (1991).

Závěr

Tvorba rezistentních odrůd ječmene představuje nejefektivnější využití nákladů v ochraně před FHB, zvláště jsou-li s tím využívána pěstební opatření, střídání plodin a aplikace fungicidů, která vedou ke snížení výskytu patogena. Přestože některé současné trendy v biotechnologii a molekulární biologii slibují urychlení tvorby odrůd s odolností k FHB, tak je třeba počítat s časovou náročností a obtížností z důvodu inkorporace rezistence k FHB, která je kontrolována mnoha geny s relativně malým účinkem. S přihlédnutím k obtížnostem zahrnujícím komplex genetických znaků rezistence k FHB ve šlechtitelských programech se dá předpokládat, že i tvorba rezistentní sladovnické odrůdy jarního ječmene bude ještě hodně dlouhá a náročná. Už vzhledem k tomu, že mnoho významných hospodářských a kvalitativních parametrů požadovaných pro sladovnický ječmen je kontrolováno polygenně a proto selekce a přenos těchto mnoha genů do „balíku“ označovaného jako odrůda sladovnického ječmene bude časově i pracovně náročná (Steffenson, 2003).

Přehled literatury

- ADAMSKI, T., CHELKOWSKI, J., GOLIŃSKI, P., KACZMAREK, Z., KOSTECKI, M., PERKOWSKI, J., SURMA, M., WIŚNIEWSKA, H., 1999: Yield reduction and mycotoxin accumulation in barley doubled haploids inoculated with *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. J. Appl. Genet. 40 (2): 73–84.
- CHELKOWSKI, J., WIŚNIEWSKA, H., ADAMSKI T., GOLIŃSKI, P., KACZMAREK, Z., KOSTECKI, M., PERKOWSKI, J., SURMA, M., 2000: Effects of *Fusarium culmorum* head blight on mycotoxin accumulation and yield traits in barley doubled haploids. J. Phytopathology, 148: 541–545.
- CHEN, X., M., YANG, Y., H., GAO, D., S., 1991: Primary identification of resistance to scab of Chinese barley germplasm sources. Zhejiang Agric. Sci., 2: 91–97.
- CHLOUPEK O., 2008: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství, Academia Praha: s. 307.
- CHRPVÁ, J., VÁŇOVÁ, M., ŠÍP, V., 2009: Využití různých metod pro hodnocení rezistence k fuzarióze klasu u odrůd pšenice ozimé registrovaných v ČR. Obilnářské listy 17 (4): 98–102.
- MA, H., GE, H., ZHANG, X., LU, W., YU, D., CHEN, H., CHEN, J., 2009: Resistance to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in Chinese barley. J. Phytopathol, 157: 166–171.

ORT, P., 2004: Horizon 250 EW a nebezpečí fuzariózy klasů obilovin. Obilnářské listy 12 (3): 74–75.

POLIŠENSKÁ I., 2008: Nežádoucí látky v rostlinných produktech – Mykotoxiny: 57–59. In: Prugar, J. a kol., Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS, a.s.: 327 s.

STEFFENSON, B. J., 2003: Fusarium head blight of barley: impact, epidemics, management and strategies for identifying and utilizing genetic resistance: 241–295. In: K. J. Leonard and W. R. Bushnell (ed) Fusarium head blight of wheat and barley. The American Phytopathological Society. Minnesota, USA: 512 s.

SÝKOROVÁ, S., PAPOUŠKOVÁ, L., ŠÍP, V., CHRPOVÁ, J., HÝSEK, J., SYCHROVÁ, E., 2002: Obsah fusariových mykotoxinů v odrůdách jarního ječmene (umělá a přirozená infekce). Kvasný průmysl, 48, (6): 149–153.

TAKEDA, K., 1990: Selection response and parent-offspring correlation of the resistance to Fusarium head blight in barley. Japan J. Breed. 40: 91–101.

TVARŮŽEK, L., JI, L., CAO, K., 2003: Reaction of Winter Wheat Genotypes from Chinese and Czech Collection to Fusarium Head Blight and Leaf Diseases. In: Dagun Liu (ed.): Research of Plant Pathology in Hebei. China Agriculture Press, Vol. 1: 94–100.

VAGER, J., OHNOUTKOVÁ, L., 1993: In vitro production of androgenesis in wheat and barley. Rostlinná výroba, 39: 97–114.

ZHOU, X., CHAO, M., LIANG, X., 1991: Screening and testing of barley varieties for scab resistance. Acta Phytopathologica Sin., 18: 261–264.

Poděkování

Publikované výsledky byly dosaženy v rámci řešení výzkumného záměru MŠMT: MSM 2532885901.

Recenzováno

Adresa autora: nesvadba.zdenek@vukrom.cz



Diagnostika kvality postřiku pomocí fluorescence chlorofylu

(Spraying Quality Diagnostics Based on Chlorophyll Fluorescence Imaging)

Spáčilová Václava¹⁾, Šafránková Ivana²⁾

¹⁾Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž

²⁾Mendelova univerzita v Brně, fakulta agronomická

Souhrn

V letech 2009–2010 byla ověřována možnost využití fluorescence chlorofylu ke stanovení efektivnosti pokryvnosti postřikové kapaliny. Pro tento účel byl založen polní pokus na pšenici ozimé, odrůdě Cubus a nádobový pokus na semenáčcích jabloní odrůdy Idared. Pro stanovení účinku pokryvnosti byl použit herbicid Protugan SC s účinnou látkou isoproturon, která působí inhibičně na fotosyntézu rostlin. Varianty ošetření se lišily dávkou vody a použitím smáčedel, pro aplikaci na semenáčky jabloní byl použit zářivý rosič motorový Solo 444 s tryskou „kužel dutý“ a pro aplikaci v pšenici ozimé byl použit tlakový postřikovač RD Sprayers typ D, s tryskami „plochý vějíř Lechler 12002“. Změny v čase vyvolané působením herbicidu-inhibitoru byly analyzovány 1, 5 a 24 hodin po ošetření pomocí přístroje FluorCam. Cílem práce bylo nalezení vhodných parametrů chlorofylové fluorescence a termínu měření ke kvantifikaci a vizualizaci kvality postřiku a jeho příjmu do rostliny s využitím trysek používaných v trvalých kulturách. Získané parametry chlorofylové fluorescence byly statisticky vyhodnoceny.

Při statistickém zpracování byly nalezeny a vybrány parametry chlorofylové fluorescence, které nejlépe popisovaly rozdíly v pokryvnosti mezi jednotlivými variantami ošetření. U obou plodin se jednalo o parametr GENTY1. Metoda zobrazovací fluorescence chlorofylu je podle dosažených výsledků využitelná pro rychlé vyhodnocení a optimalizaci aplikací při fungicidních ošetřeních proti houbovým chorobám a rovněž pro optimalizaci aplikace postřikové kapaliny pomocí trysek používaných k aplikacím v trvalých kulturách.

Klíčová slova: pšenice ozimá, semenáčky jabloní, fluorescence chlorofylu, pokryvnost postřikové kapaliny

Summary

A possibility of using chlorophyll fluorescence imaging to determine the effectiveness of spray coverage in a field experiment of winter wheat, variety Cubus, and a pot experiment with apple seedlings of the variety Idared was verified in 2009–2010. To determine the effect of a coverage degree, Protugan SC herbicide with the active ingredient isoproturon, which has an inhibitory effect on plant photosynthesis, was used. Treatment variants differed in water doses and surfactant use in this trial. A motor backpack sprayer Solo 444 with a hollow cone nozzle was used for application in apple seedlings and compressed sprayer RD type D with „Flat fan Lechler 12002“ was used for application in winter wheat. Changes over time induced by the herbicide-inhibitor were analyzed 1, 5 and 24 hours after treatment using a FluorCam device. The aim was to find suitable parameters of chlorophyll fluorescence and timing of measurements to quantify and visualize spray quality and its uptake by plant using nozzles employed in permanent crops. Chlorophyll fluorescence parameters obtained were statistically evaluated. The parameters of chlorophyll fluorescence that best described the differences in the degree of coverage between different treatment options were identified and selected. For both crops these was parameter GENTY1. Based on the results, the chlorophyll fluorescence imaging method can be used for quick evaluating and optimizing applications of fungicide treatments against fungal diseases and for optimizing applications with spray nozzles used in perennial crops.

Key words: wheat, apple seedlings, chlorophyll fluorescence, spray coverage

Úvod

Aplikace fungicidů určených na ochranu rostlin proti houbovým chorobám se vyznačují částečnou a značně variabilní účinností. Jedním z hlavních předpokladů dosažení vysoké účinnosti fungicidů je zajištění vysoké pokryvnosti ošetřované části rostliny postřikovou kapalinou, tzn. postřiková kapalina má být aplikována rovnoměrně a v optimálním množství. Manktelow (2000) popisuje účinný postřik jako aplikaci odpovídajících látek v odpovídajícím čase a dávkách k zajištění pokrytí cílené části koruny ovocných stromů účinnou chemickou dávkou. Při aplikaci v sadech mají být chemické látky rozmístěny přes celou plochu koruny stromu tak, aby zasáhly škodlivého činitele. Pokud tato podmínka není splněna, dochází k napadení rostliny v důsledku nedostatečné pokryvnosti a zvyšuje se pravděpodobnost vzniku rezistence patogena vůči pesticidům (Sally, 2004). Celosvětovým trendem je snižovat zatížení životního prostředí rezidui pesticidů, zejména

úletem a vyplavením do půdy. Snížením množství používaných chemikálií v ochraně rostlin dojde k významné redukci reziduálního znečištění a redukci nebezpečných odpadů, což je přínosné nejen pro pěstitele, ale také pro spotřebitele. Počátek využití postřikové techniky v trvalých kulturách je datován od poloviny 19. století (Morgan, 1992). Morgan (1992) uvádí, že konstrukce postřikovačů používaných koncem 19. století se v průběhu století výrazným způsobem nezměnila. Důležité změny prodělaly zejména trysky. Původně byly velmi jednoduché, kapalina byla stříkána na ošetřovaný porost nerovnoměrně, ve formě proudu vody. Zásadní vývoj trysek nastal koncem 19. století, kdy byl vyvinut „vějíř plochý“ a o několik let později byl Rileyem sestrojen „kužel dutý“, který se při aplikacích v trvalých kulturách používá dodnes. V poválečném období byly konstruovány aplikační zařízení na traktory. Byl také patentován první „air-blast“ system (rok 1944) – kapky aplikační kapaliny jsou vzduchem pasivně transportovány

Tabulka č. 1: Schema ošetření plodin podle variant

varianta	účinná látka	dávka účinné látky	dávka vody
1	kontrola		
2	isoproturon	750 g.ha ⁻¹	200 l.ha ⁻¹
3	isoproturon	750 g.ha ⁻¹	500 l.ha ⁻¹
4	isoproturon	750 g.ha ⁻¹	1000 l.ha ⁻¹
5	isoproturon Break Thru	750 g.ha ⁻¹ 300 ml.ha ⁻¹	200 l.ha ⁻¹
6	isoproturon Break Thru	750 g.ha ⁻¹ 300 ml.ha ⁻¹	500 l.ha ⁻¹
7	isoproturon Break Thru	750 g.ha ⁻¹ 300 ml.ha ⁻¹	1000 l.ha ⁻¹

na cílenou část rostliny. Vývoj také poznamenal objem postřikových kapalin, který dosahoval původně 2000–5000 l.ha⁻¹ u opadavých jaderovin a 10 000–30 000 l.ha⁻¹ u citrusů. Velké objemy byly nezbytné k dosažení požadovaného pokrytí listů a stonků aplikační kapalinou, současně velikost kapek nedovolovala jednoduše dosáhnout cíleného místa postřiku. Docházelo tak k vysokému zatížení životního prostředí rezidui pesticidů úletem a smyvem s následným vyplavením do půdy a spodních vod. Pro aplikaci v sadech byly postupně vyvinuty postřikovače pracující v systému LV (low volume) a ULW (ultra low volume) vyžadující drobné kapky. Před 20–30 lety byly vyvinuty postřikovače, které využívali k tvorbě kapek rotační atomizér se vzduchovou clonou. Rozptýlení postřikové kapaliny na kapičky je nejčastěji prováděno hydraulickým tlakem nebo odstředivou silou, méně často pak pomocí vzduchu, elektrodynamickou, kinetickou, nebo tepelnou metodou. První vyvinuté postřikovače pracující v systémech LV a ULV prokazovaly stupeň ochrany při nízkých výskytech patogena, při silném infekčním tlaku však intenzita napadení neodpovídala ochrannému zásahu. Účinnost postřiku ovlivňují klimatické podmínky před, během a při aplikaci (ovlivňují schopnost postřiku ulpět na povrchu listů a následný příjem do listu), tvar, velikost a hustota olistění, spon stromů hrají důležitou roli ve volbě postřikovače a objemu postřikové kapaliny. Z hlediska penetrace a udržení postřiku na listech je důležitá růstová fáze při aplikaci a morfologie rostliny. Aplikační faktory, tj. typ postřikovače, nastavení pojezdové rychlosti, typ trysek, použití adjuvantů ovlivňujících fyzikální vlastnosti nosného media, objem nosného media apod. ovlivňují kvalitu pokryvnosti listu. Dávka

pesticidu je dána registrací přípravku, v našich podmínkách je používána dávka na hektar nebo dávka na 100 litrů postřikové kapaliny. Dávka vody určuje množství nosného media na hektar. Kvalita postřiku je závislá na velikosti kapek postřikové kapaliny a proces usazení a hromadění je závislý na vnějších faktorech prostředí (vítr, víření a gravitace). Kapky menší než 30 µm (aerosoly) nemají nedostatečnou kinetickou energii k zachycení se na povrchu listu a jsou snadno unášeny větrem. Kapky o velikosti 30–100 µm jsou snadno strhávány větrem (úlet) Kapky o velikosti 100–300 µm jsou fixovány na povrch listu gravitační silou a účinnost biologické fixace na list je vyšší. Kapky větší než 300 µm padají přímo k zemi, může tedy docházet k vysokým ztrátám při postřiku mimo listovou plochu. Pokud jsou však kapky této velikosti zachyceny listem, efektivnost fixace na list je nejvyšší (Bound, 2004). Kvalitu pokryvnosti lze detekovat pomocí zobrazovacích metod, např. chlorofylové fluorescence. Chlorofylová fluorescence představuje neinvazivní spolehlivou a rychlou metodu pro hodnocení změn funkce fotosyntetického aparátu, zejména ve stresových podmínkách (Schreiber a Bilger, 1987; Schreiber a Neubauer, 1987; Strasser et al., 1995). Umožňuje sledovat pokryvnost na základě dvojrozměrného zobrazení intenzity fluorescence, nebo vybraných parametrů chlorofylové fluorescence. Kinetika a intenzita chlorofylové fluorescence jsou významně ovlivňovány herbicidy s účinnou látkou typu fotosyntetického inhibitoru (inhibice PSII). Princip fotosyntézy inhibujících herbicidů spočívá v zablokování elektronového toku komplexu PSII. Herbicidní inhibitory jsou vázány do proteinu PSII komplexu a v přenosu elektronů soutěží s reverzibilně vázaným plastochinonem (Böger a Sandmann, 1998). Blokování přenosu elektronů na PSII vlivem herbicidu vede k poklesu kvantového výtežku, který je úměrný aktivitě herbicidu.

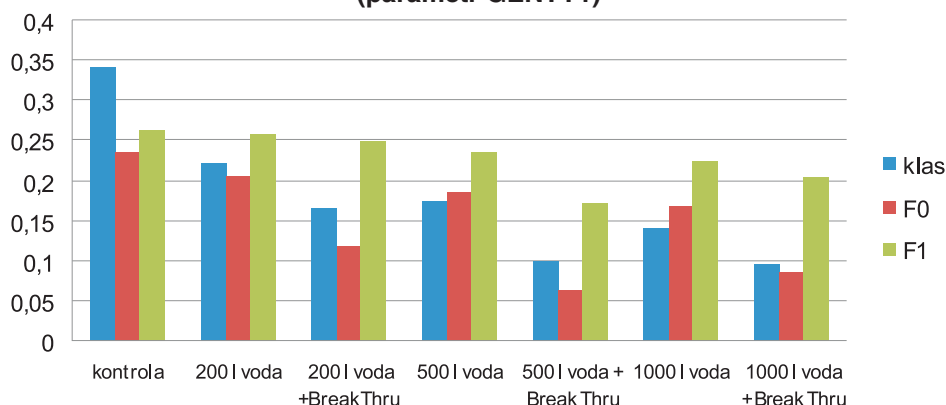
Cílem bylo nalezení nejvhodnějších parametrů chlorofylové fluorescence a termínu měření po aplikaci pro kvantifikaci a vizualizaci kvality postřiku a příjmu do rostliny.

Materiál a metody

Pokus byl založen v letech 2009–2010 v polních podmínkách na pšenici ozimé, odrůd Cubus a v nádobovém pokusu na semenáčcích jabloní odrůdy Idared. Pšenice ozimá byla vyseta na pokusných parcelách o velikosti 10 m² ve čtyřech opakováních. Semenačky jabloní odrůdy Idared byly zasazeny do nádob o objemu 12 litrů, stáří semenáčků jabloní v době pokusu bylo 3 roky. Pro stanovení efektivnosti pokryvnosti postřikové kapaliny pomocí fluorescence byla použita herbicidní účinná

látka protugan (Protugan 500 SC), která působí inhibičně na fotosyntézu rostlin. Jednotlivé varianty ošetření herbicidem (tabulka č.1) se lišily dávkou vody (200, 500 a 1000 l.ha⁻¹) a použitím smáčedla a penetrantu Break Thru (Goldschmidt AG-Finstar s.r.o.). Aplikace v pšenici ozimé byla provedena v termínu BBCH 61 (počátek kvetení) za využití experimentálního tlakového postřikovače RD Sprayers typ D, vybaveného tryskami s plochým větříkem Lechler 12002. Aplikace v jabloních byla provedena v BBCH 72 (velikost plodů do 20 mm), pomocí zádového rosiče motorového Solo 444, tryska kužel dutý. Měření zobrazovací fluorescence

Obr. 1: Pronikání aplikační kapaliny do nižších listových pater (parametr GENTY1)



chlorofylu bylo prováděno pomocí přístroje FluorCam (Photon Systems Instruments) na 6 vzorcích každého opakování. Změny vyvolané působením inhibitoru fotosyntézy byly analyzovány 1, 5 a 24 hodin po ošetření. Pro tato měření byl použit protokol zhášecí analýzy (Klem, 2008) poskytující informace o účinnosti fotosyntézy, podílu fotochemických a nefotochemických ztrát.

Výsledky a diskuse

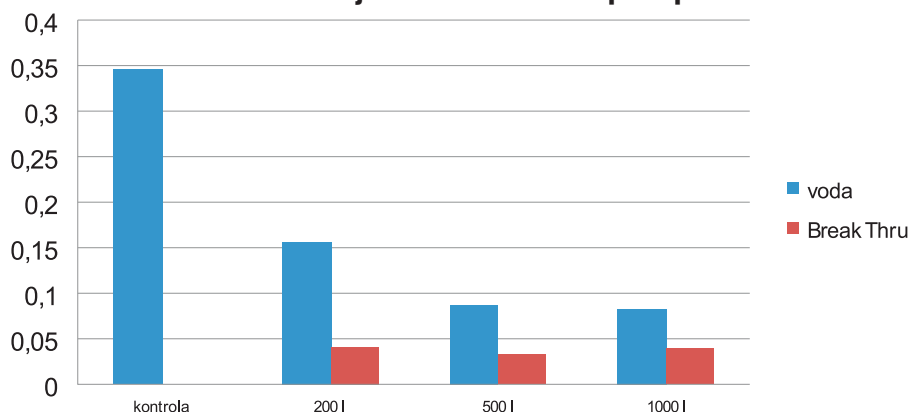
U obou sledovaných plodin (pšenice ozimá, jablón) bylo možné vyhodnotit příjem fotosyntetických inhibitorů do rostliny již 1 hodinu po aplikaci. Bylo nalezeno několik vhodných parametrů chlorofylové fluorescence, které velmi dobře popisovaly rozdíly v pokrývnosti mezi jednotlivými variantami ošetření a rovněž i mezi jednotlivými částmi rostlin (klasy, jednotlivé listy). Jako nejvhodnější byl vybrán parametr GENTY 1 (Leipner, 2007): $GENTY1 = Fq'1/Fm'1 = (Fm'1 - F'1)/Fm'1$

Z grafu 1 je zřejmé vyhodnocení reakce parametru GENTY1 na variantu ošetření u pšenice ozimé pro jednotlivá listová patra a klas 24 hodin po aplikaci. Z pohledu pokrývnosti bylo nejlepších výsledků dosažováno u nejvyšší dávky vody a střední dávky vody (500 l.ha⁻¹) s adjuvancí Break Thru. Naopak nejhorší pokrývnost je dle parametru GENTY1 indikována u varianty 2 (dávka vody 200 l.ha⁻¹). Použitím střední a vyšší dávky vody, nebo střední dávky vody s použitím smáčedla, průkazně zlepšuje pokrývnost ošetřené části rostlin. Dávka vody 1000 l/ha v kombinaci se smáčedlem Break Thru neměla pozitivní vliv na zlepšení pokrývnosti a pronikání aplikační kapaliny do porostu. Dávka vody 1000 l/ha a střední dávka vody (500 l/ha) v kombinaci se smáčedlem Break Thru zlepšuje pronikání aplikační kapaliny do nižších listových pater, nejvyšší dávka vody 1000 l/ha s přidavkem smáčedla Break Thru však pronikání aplikační kapaliny do nižších listových pater nezlepšuje.

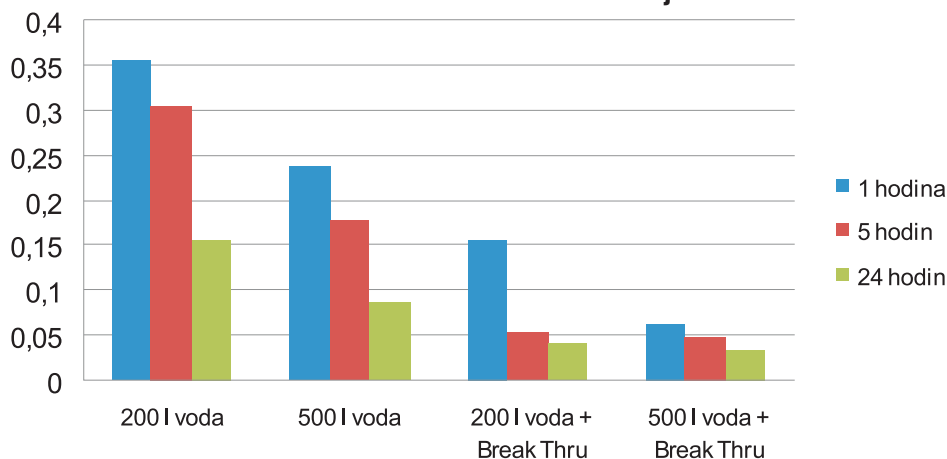
Na obrázku č. 2 jsou znázorněny reakce parametru GENTY1 na variantu ošetření u semenáčků jabloní. Nejlepší pokrývnosti bylo dosaženo u variant 4 (dávka vody 1000 l/ha), varianty 5 (dávka vody 200 l/ha + Break Thru 300 ml/ha) a 6 (dávka vody 500 l/ha + Break Thru 300 ml/ha). Jedná se o varianty s vyšší dávkou vody a varianty – aplikace se smáčedlem Break Thru. Naopak nejhorší pokrývnost je dle parametru GENTY 1 indikována u varianty 2 (dávka vody 200 l/ha) a 3 (dávka vody 500 l/ha) – aplikace bez smáčedla. Použitím vyšší dávky vody (1000 l/ha) v kombinaci se smáčedlem Break Thru nedochází k průkaznému zvýšení kvality pokrývnosti. Na obrázku č.3 je znázorněna reakce parametru GENTY1 na termín měření u semenáčků jabloní.

Z obrázku č. 3 je zřejmé, že už 1 hodinu po aplikaci isoproturonu se projevil stimulační efekt (hormese) a teprve po 24 hodinách bylo

Obr. 2: Reakce parametru GENTY1 na variantu ošetření u semenáčků jabloní 24 hodin po aplikaci



Obr. 3: Reakce parametru GENTY1 na termín měření a variantu ošetření u semenáčků jabloní



možné vyhodnotit skutečný účinek. Současně je vidět, jak použitím smáčedla Break Thru došlo ke zrychlení příjmu účinné látky, příjem pesticidu do listů semenáčků jabloní byl mnohem rychlejší. Metoda zobrazovací fluorescence chlorofylu je podle dosažených výsledků využitelná pro rychlé vyhodnocení a optimalizaci aplikací při fungicidních ošetřeních proti houbovým chorobám a rovněž pro optimalizaci aplikace postřikové kapaliny pomocí trysek používaných k aplikacím v trvalých kulturách.

Použitá literatura

- Sally A. Bound: Spray technology in perennial tree crops, Tasmanian institute of Agricultural research, 13 st Johnes Avenue, New Town, Tasmania 7008, Australia in: R. Dris and J. M. Jain(eds), Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, Vol 1, Preharvest practice pp 83–104, 2004 Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands
- Klem, K: Using chlorophyll fluorescence imaging for evaluation of spraying liquid coverage and plant uptake after ear spraying in winter wheat. 56. Deutsche Pflanzenschutztagung in Kiel 22.–25. September 2008: Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut, 2008, 467 ISSN: 1867–1268
- Klem,K: Využití fluorescence chlorofylu v rostlinolékařství. (Chlorophyll fluorescence use in plant health care). Rostlinolékař, 17, 2006, 1, 23–25 ISSN: 1211–3565

Malý, J., K. Klem, K., Lukavská, A., Masojádek, J.: Degradation and Movement in Soil of the Herbicide Isoproturon Analyzed by a Photosystem II-Based Biosensor, Published in J Environ Qual 34: 1780–1788 (2005) DOI: 10.2134/jeq2004.0351 © 2005, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA

Manktelow, D.: Getting pesticide application right: spray volume, deposition and chemical rate requirements for grape canopies. The Australian Grapegrower and Winemaker 442: 46–50, 2000

Morgan, N. G.: Tree crop spraying – worldwide, University of Queensland, Gatton College. Course notes for international pesticide Application Technology Short Course, 5–10 July 1992.

Leipner, J.: Chlorophyll a fluorescence measurements in plant biology, November 2007, <http://www.kp.ipw.agr.ethz.ch/research/units/fluorescence/index>

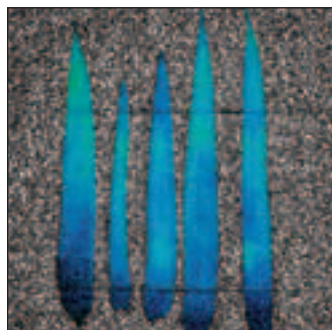
Poděkování: Příspěvek vznikl z finanční podpory projektu MSM2532885901.

Recenzováno

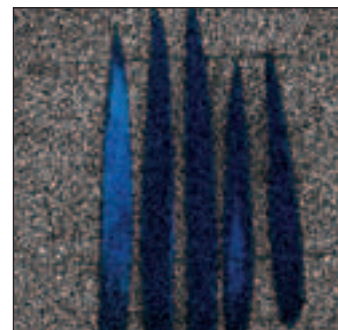
Adresa autorů:

Ing. Václava Spáčilová, Agrotest fyto, s.r.o.,
Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž,
e-mail: spacilova.vaclava@vukrom.cz

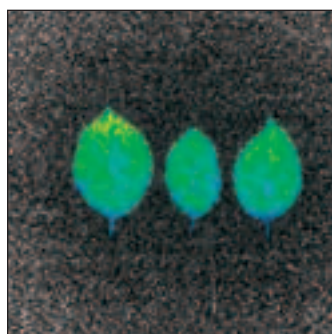
Doc. Ing. Ivana Šafránková, PhD., Mendelova univerzita
v Brně, UPŠRR AF, Zemědělská 1, 61300 Brno,
e-mail: safran@mendelu.cz



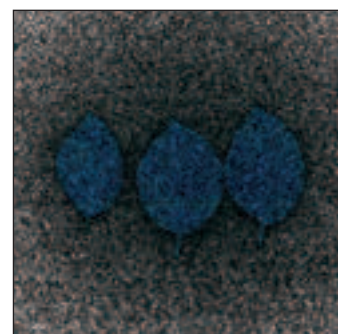
Praporcový list – kontrola



Praporcový list – 500 l voda + Break Thru 24 hodin po aplikaci



Semenáčky jabloní – kontrola



Semenáčky jabloní – 500 l voda + Break Thru 24 hodin po aplikaci

Hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce – porovnání metod

(Plant production sustainability assessment – comparison of methods)

¹⁾ Valtýniová Soňa, ¹⁾ Křen Jan, ²⁾ Míša Petr

¹⁾ Ústav agrosystémů a bioklimatologie, AF Mendelova univerzita v Brně
²⁾ Agrotest fyto, s.r.o.

Souhrn

Je uvedeno posouzení západoevropských metod (Indigo, KUL/USL, KSNL, REPRO, Certifikace DLG, SALCA, RISE a MODAM), umožňujících provádění komplexní analýzy rostlinné produkce zemědělských podniků z pohledu trvalé udržitelnosti hospodaření. Protože metody byly primárně vytvořeny pro konkrétní účely v různých zemích, je uvedena jejich stručná charakteristika a jsou vyhodnoceny jejich silné a slabé stránky z pohledu možného využití v podmínkách ČR.

Klíčová slova: trvalá udržitelnost systémů rostlinné produkce, indikátory, metody hodnocení

Summary

There is an assessment of West European methods for plant production complex analysis from the sustainability viewpoint (Indigo, KUL/USL, KSNL, REPRO, Certifikace DLG, SALCA, RISE a MODAM) introduced in the paper. Because the methods were primarily developed for particular purposes in various countries short characteristics and assessment of their strengths and weaknesses for possible use in the CR are brought.

Keywords: field crop production sustainability, indicators, assessment methods

Úvod

Otázky trvalé udržitelnosti rozvoje lidské společnosti se začaly dostávat na přední místa zájmu veřejnosti i politiků cca od 60. let 20. století. Postupně byla tato problematika rozpracována i pro zemědělství jako důležitý hospodářský resort. K posouzení plnění cílů udržitelnosti, předání informace o chování zemědělského podniku v této oblasti veřejnosti (spotřebiteli) a k optimalizaci hospodaření jednotlivých podniků v souladu s cíli udržitelnosti, jsou cca od 90. let 20. století vyvíjeny různé metody. Za nejlepší nástroj pro tyto účely jsou považovány indikátory, které umožňují (i nezemědělské) veřejnosti srozumitelně prezentovat složité jevy v agrosystémech. Jsou to ukazatele jasné, většinou číselné informace umožňující posoudit stupeň plnění cílů v dané oblasti. Zohledněno je biologicko-fyzikální (agronomické), ekonomické a sociální hledisko. Rosnoblet et al. (2006) ve svém výzkumu identifikovali 150 takových metod. V rámci dalšího textu je uvedeno posouzení nejvýznamnějších v současnosti v Evropě aktuálně využívaných postupů.

Materiál a metody

Celkem bylo hodnoceno 8 metod vytvořených v západní Evropě: Indigo (F), KUL/USL (D), KSNL (D), REPRO (D), Certifikát DLG (D), SALCA (CH), RISE (CH), MODAM (D). U každé metody je v základních rysech popsán její princip a shrnuty její silné stránky a slabiny z pohledu využití metody pro optimalizaci hospodaření zemědělského podniku přímo jeho řízením nebo poradenskou službou.

Výsledky a diskuse

Všechny dále popisované metody mají společný metodický základ založený na využití indikátorů. Každá z metod však volí jiný soubor indikátorů, a to co do počtu, zaměření, které koresponduje s cílem (primárním určením) metody, tak také co do stupně agregace indikátorů a způsobu převodu původních měrných jednotek na porovnatelnou formu výsledku. I když všechny mají sloužit k hodnocení trvalé udržitelnosti hospodaření zemědělského podniku (případně regionu – MODAM a RISE), většina z nich nepokrývá všechny tři její dimenze (biologickou, ekonomickou, sociální). Při určitém zobecnění lze říci, že starší metody jsou zaměřeny na ovlivňování životního prostředí (Indigo, KUL/USL, SALCA), případně zahrnují i ekonomická hodnocení (REPRO, MODAM). Teprve přibližně od roku 2000 jsou do hodnocení zahrnovány také sociální ukazatele. Důležitým hlediskem také je, zda se jedná primárně o certifikační postup, nebo o poradenský nástroj. Odvíjí se od toho vlastní přínos pro zemědělce, který buďto pouze obdrží potvrzení o plnění určitých kritérií (certifikát) nebo také rozbor slabých míst svého hospodaření, návrhy na optimalizaci, případně má i možnost tyto návrhy testovat na počítačovém modelu své farmy.

Indigo®

Jde o metodu zaměřenou na rostlinnou produkci, včetně travních porostů, zeleniny a vinic. Umožňuje agronomicko-environmentální analýzu jak celého podniku, tak i jednotlivých pozemků, stejně jako stanovení silných a slabých stránek pěstitelských postupů, identifikaci rizikových ploch, atd. Je určena pro farmáře a poradenství.

Metoda zahrnuje osm indikátorů (rozmanitost kultur, oševní postupy, organická hmota, fosfor, dusík, přípravky na ochranu rostlin, závlaha, energie) a další jsou ve vývoji. Výsledná hodnota každého indikátoru se pohybuje v rozmezí 0 (značí špatný stav) až 10 bodů (pozitivní hodnocení), přičemž minimum hodnocené jako udržitelný stav je 7 bodů.

Požadována jsou vstupní data na úrovni jednotlivých pozemků. Možný je import i export přes MS Excel. Finální hodnocení je provedeno na úrovni farmy a graficky znázorněno v síťovém grafu. K tomu je navíc k dispozici řada mezivýsledků k objasnění příčin na úrovni jednotlivých pozemků, z hlediska rizika pro jednotlivé složky

životního prostředí (povrchová a podzemní voda, ovzduší atd.), množství vyplaveného dusíku, skupina nebezpečnosti používaných účinných látek, potřeba energie na pracovní operace.

Metoda je realizována ve formě softwaru, jehož instalace je přímým uživateli dostupná zdarma na CD. Použití přímo zemědělcem na farmě vyžaduje dobrou úroveň agronomických znalostí a jistou časovou investici. Je také vhodné absolvovat školení pro práci s metodou. Poradenství není automatickou službou, ale je vhodné jej použít zejména pro interpretaci výsledků.

Silné stránky metody spočívají v jednoznačném a přehledném zobrazení výsledků, které umožňuje rychlé rozlišení silných míst a slabín v hodnocení udržitelnosti hospodaření podniku. Je však možné zobrazit si i řadu mezivýsledků a analyzovat tak agronomické příčiny indikovaného stavu. Podrobné výstupy jsou dostupné zejména v oblasti dusíku a přípravků na ochranu rostlin. Výhodou je také možnost simulovat navržená opatření optimalizace hospodaření podniku.

Mezi **slabiny** lze zařadit specializaci metody na rostlinnou produkci, tudíž omezenou použitelnost pro kombinované podniky. Indigo vyžaduje pro svou funkci vložení informací o půdě a průběhu počasí, které nemusí být bezproblémově dostupné, na druhou stranu výrazně zkvalitňují výsledky výpočtů.

(Girardin, Bocktaller, Van der Werf, 1996; Bockstaller et al., 2006)

RISE

Hodnocení zahrnuje všechny oblasti zemědělské produkce a to ze všech tří pohledů trvalé udržitelnosti. Metoda je původně určena k celosvětovému použití, je proto třeba počítat s určitými zjednodušeními v metodice. Cílem je analyzovat zemědělské produkční systémy, identifikovat jejich silná místa, jako potvrzení výkonu podniku, a slabiny, čímž poskytuje základ pro plánování zlepšujících opatření. Jde především o poradenský nástroj umožňující sdělení informací o udržitelnosti hospodaření zemědělského podniku nebo i regionu.

12 indikátorů (ekologie – přírodní zdroje: energie, voda, půda, biodiverzita; management: potenciál emisí N a P, ochrana rostlin, odpady; ekonomika: ekonomická stabilita, ekonomická efektivnost, lokální ekonomika; sociální aspekty: lokální ekonomika, pracovní podmínky, sociální jistoty) je vypočítáváno na základě různých parametrů (celkem 57). Pro každý indikátor je na jedné straně stanoven aktuální stav, na druhé straně mají být postihnuty hybné síly, ovlivňující udržitelnost. Tak je možné odhadnout tendence a rizika. Stupeň udržitelnosti se tedy vypočte jako parametr stavu (0 – špatný stav až 100 – dobrý stav) minus parametr hybné síly (0 – zanedbatelný negativní tlak až 100 – vysoký negativní tlak). Výsledná hodnota se pohybuje od minus do plus 100. Žádoucí je výsledná hodnota vyšší než 10, jako nežádoucí jsou považovány hodnoty nižší než -10. Grafické vyjádření je provedeno formou síťového grafu.

RISE je softwarem podporovaná metoda. Data jsou zjišťována prostřednictvím formuláře, který je sestaven velmi univerzálně, lokální podmínky se zohledňují až při interpretaci výsledků. Konkretizace výsledků hodnocení a stanovení konkrétních opatření probíhá za spolupráce poradce a zemědělce.

Silnou stránkou metody RISE je její široká použitelnost i v zemích se zemědělstvím a legislativními požadavky na zemědělství na nižší úrovni. Lze ji také použít k testování skupin podniků a tím k analýze udržitelnosti produkčních systémů různých regionů nebo zemí.

Z hlediska evropských zemí s náročnými předpisy a poměrně důsledně vedenými evidencemi na farmách je to ale zároveň **slabou stránkou**, protože rozlišovací schopnost metody není v těchto podmínkách dostatečně vysoká a mnohé posuzované oblasti jsou již přísněji upravené předpisy.

(Häni et al., 2008; Zapf et al., 2009)

KUL (Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft) – USL (Umweltsicherungssystem Landwirtschaft)

KUL představuje metodu pro analýzu slabých míst hospodaření na úrovni podniku. Zaměřuje se na zemědělce a zemědělské poradenství. Rostlinná produkce, travní porosty i živočišná produkce farmy jsou hodnoceny z hlediska environmentální udržitelnosti. Na základě KUL je vytvořen „Systém ochrany životního prostředí pro zemědělství“ – USL (Umweltsicherungssystem Landwirtschaft).

Metoda zahrnuje 18 kritérií, rozdělených do 5 kategorií (1. hospodaření se živinami: bilance N, P, K, emise NH₃, třída pH půdy, bilance organické hmoty; 2. energie: vstupy energie – rostlinná produkce, bilance energie – podnik, bilance energie – rostlinná produkce, bilance energie – živočišná produkce; 3. půda: erozní ohroženost, nebezpečí zhutnění; 4. ochrana rostlin: intenzita ochrany rostlin, minimalizace rizik v ochraně rostlin; 5. rozmanitost krajiny a druhů: ekologická infrastruktura, rozmanitost kulturních druhů, medián výměry pozemku). Ke kvantifikaci potenciálu ohrožení jsou, na základě stanovištně specifických intervalů tolerance uděleny bonitační známky v rozmezí 1 (požadované optimum) a výše, přičemž známka 6 odpovídá maximálnímu tolerovatelnému zatížení.

Hodnocení KUL/USL probíhá výlučně formou externí služby. Centrální vyhodnocovací pracoviště v Jeně (SRN) provádí pomocí vyhodnocovacího programu výpočet aktuální podnikové hodnoty pro jednotlivá kritéria. Výpočty jsou prováděny na úrovni podniku. Vstupní data jsou zjišťována formou dotazníku (formuláře). Výstupem procesu hodnocení je tabulka a pruhový graf výsledků, a obsáhla průvodní zpráva. Tabulka výsledků ukazuje hodnoty pro podnik, toleranční interval indikátoru a příslušné zámky. Podrobná interpretační zpráva pojmenovává příčiny environmentálních zátěží a formuluje doporučení ke zlepšení situace. Zpráva je vhodná také jako podklad pro poradenství.

Silnou stránkou KUL/USL je jednoznačnost výsledků a jejich komunikovatelnost vzhledem ke třetím osobám (obchodním partnerům, veřejnosti) díky certifikaci. Z důvodu návaznosti na externí službu provedení hodnocení farmáře nijak nezatěžuje.

Slabinu leží v aspektu odbornosti, obzvláště v oblasti používaného typu indikátorů, hloubce analýzy a zamezení chybných výpovědí. To lze vysvětlit tím, že metoda je založena téměř výlučně na indikátorech opatření (hybné síly) a výpočet je prováděn na úrovni podniku, nikoli pozemku, což dovoluje kompenzaci mezi pozemky.

(Eckert, Breitschuh, Sauerbeck, 1999; Bockstaller et al., 2006; Roedenbeck, 2004)

KSNL (Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft)

KSNL staví na metodě KUL/USL a rozšiřuje ji o ekonomickou a sociální dimenzi. Primární oblastí použití je poradenství pro jednotlivé podniky. Systém testuje a hodnotí stav udržitelnosti hospodaření podniku jako celku a identifikuje slabiny a silná místa v oblasti rostlinné produkce (včetně travních porostů) i živočišné produkce. Dimenze trvalé udržitelnosti jsou zohledněny vyváženě, přičemž rozsáhlejší zkušenosti jsou k dispozici pouze v oblasti životního prostředí (ekologie) (KUL). Praktické zkušenosti v oblasti ekonomické a sociální dimenze udržitelnosti jsou dosud omezeny na spolkovou zemi Durynsko a tam převládající podnikové struktury.

Zahrnuto je 14 indikátorů z oblasti ekologie (bilance N, P, emise NH₃, třída pH půdy, bilance organické hmoty, erozní ohroženost, riziko utužení půdy, intenzita ochrany rostlin, ekologická infrastruktura, diverzita plodin, medián výměry pozemku, bilance energie – podnik, bilance energie – rostlinná produkce, emise skleníkových plynů), 11 z oblasti ekonomiky (míra rentability, rentabilita celkového kapitálu, rentabilita vlastního kapitálu, rentabilita vstupů, potenciál zhodnocování kapitálu, finanční toky, vlastní kapitál, změny vlastního kapitálu, netto investice, příjem na pracovní sílu, příjem podniku) a 9 ze sociální oblasti (podíl na majetku, sociální aktivity, průměrný hrubý

plat, pracovní podmínky, dovolená, kvalifikace, věková struktura, nabídka pracovních míst). Metodika vyčíslení jednotlivých indikátorů je převzatá z KUL/USL. Každý indikátor nabývá hodnot od 1 (optimální stav) a výše s akceptovatelným maximem 6.

Data pro hodnocení ekologické části jsou získávána prostřednictvím dotazníku, pro ekonomickou část ze záznamů podniku a pro sociální část ze záznamů s doplněním o ústní dotazování. Zdrojem dat jsou kontrolovatelné podklady, avšak v metodickém postupu není dosud zahrnuto ověřování dat vyplněných do dotazníku s daty v evidencích podniku. Hodnocení provádí tým provozovatelů metody mimo podnik. V rámci relativně detailní hodnotící zprávy jsou vysvětleny příčiny zjištěných nedostatků z hlediska udržitelnosti. V oblasti životního prostředí jsou také formulována jednoduchá doporučení pro hospodaření a odstranění identifikovaných slabých míst. Graficky je souhrn výsledků znázorněn síťovým grafem. Metodu však nelze využít pro přímé testování variant hospodaření pro dosažení nejlepšího výsledku.

V budoucnu se plánuje na základě KSNL udělovat certifikát a vybudovat síť pilotních farem, využívat výsledků jako podkladu pro dotace, využití pro poradenství Cross Compliance, řízení kvality, ve vzdělávání atd.

Jako **slabinu** KSNL lze hodnotit jeho relativní náročnost na datové vstupy. Aby bylo možné udržet časovou a finanční náročnost na podnik v přijatelných mezích, měly by být zúčastněné podniky dobře až velmi dobře organizovány.

Mezi **silné stránky** naopak patří minimální zátěž podniku při samotném hodnocení díky provedení formou služby. Forma zpracování a interpretace výsledků je velmi vhodná pro poradenství přímo na farmě a v případě dotažení do fáze certifikátu také vůči třetím osobám.

(Breitschuh et al., 2008; Zapf et al., 2009; Doluschitz, Zapf, Schultheiss, 2009)

REPRO

Cílem metody REPRO je hodnocení vlivů na životní prostředí, potažmo udržitelnosti hospodaření podniku na základě analýzy toků látek a energie a ekonomických výpočtů ve zkoumaném zemědělském systému. Integrovány jsou také některé ekonomické ukazatele. Metoda je určena pro zemědělce a zemědělské poradenství. Hodnocení zahrnují rostlinnou produkci včetně travních porostů i živočišnou produkci.

Metoda zahrnuje cca 200 indikátorů, z nichž se podle potřeb konkrétního hodnocení vybírá užší soubor. Jejich dostupnost závisí na rozsahu vložených vstupních dat. Jde zejména o jednoduché indikátory na nízkém stupni agregace (např. bilance N, P, K, bilance organické hmoty, efektivita využití energie, příspěvek na úhradu apod.), z nichž je možné sestavit soubor podle aktuální potřeby. Každý indikátor je vyjádřen v jiných měrných jednotkách (podle vstupních veličin). Posouzení míry plnění cílových hodnot je možné jen u některých indikátorů. Jednou z možností je relativní srovnání (%) s cílovými hodnotami, jehož výsledek je v rozmezí 0 až 200, s optimem 100 % (shoda s cílovou hodnotou). Graficky je tento výsledek znázorněn pomocí síťového grafu. Druhou možností jsou tzv. normované hodnoty od 0 (neplnění cílů) do 1 (shoda s cílovou hodnotou). Podle nich lze stanovit výslednou hodnotu charakterizující jedním číslem celý podnik. Výpočet všech indikátorů je možný od úrovně podniku, přes skupinu plodin, plodinu až po jednotlivé pozemky.

Pro kompletní analýzu je vyžadována evidence všech aktivit v rostlinné a živočišné produkci na úrovni pozemků respektive stájí. Pro některé indikátory jsou vyžadována také podrobná data o půdě a průběhu počasí. Pokud jsou záznamy vedeny elektronicky, je možné data přímo importovat. Stejně tak je možný export početných podrobných tabulek výsledků. REPRO disponuje také možností importu GIS dat a následného zobrazení výsledků v mapách.

Jde o softwarovou metodu, jejíž licenci lze zakoupit za 50 € / rok. Využití přímo na farmě vyžaduje hlubší agronomické znalosti a znamená jistou časovou zátěž. Vhodné je spojit používání metody s poradenstvím, které je k ní poskytováno a pomůže při interpretaci výsledků i návrhu opatření pro optimalizaci hospodaření.

Silnou stránkou metody je nabídka několika komunikačních míst s dalšími softwary a rozsáhlé možnosti poskytovaných analýz. Velký počet indikátorů umožňuje pokrýt široké spektrum požadavků uživatelů.

Mezi **slabá místa** lze z určitého pohledu zařadit rovnocennost indikátorů, jakož i omezené množství referenčních hodnot, což ponechává většině uživatelů velkou svobodu, avšak méně specializované (profesně zdatné) uživatele dostává spíše do problémů.

(Hülsbergen, 2003; Bockstaller et al., 2006; Roedenbeck, 2004)

Certifikační systém DLG („Udržitelné zemědělství – cesta pro budoucnost“, DLG-NHZ)

Hodnocení je zaměřeno na produkci tržních plodin z pohledu všech tří dimenzí trvalé udržitelnosti. Ekologická část je postavena na metodě REPRO. V ekonomické a sociální oblasti jsou postupy nově vyvíjeny.

Soubor indikátorů obsahuje 10 ekologických indikátorů (bilance N, P, organické hmoty, agrobiodiverzita, služby péče o krajinu, bilance energie, emise skleníkových plynů, intenzita ochrany rostlin, utužení půdy, eroze půdy), 6 ekonomických indikátorů (příjmy podniku, rentabilita vstupů, hranice zhodnocování kapitálu, změny vlastního kapitálu, netto investice, míra zisku) a 6 sociálních indikátorů (odměňování pracovní síly, průměrná pracovní doba, vzdělání a zvyšování kvalifikace, délka dovolené, spolurozhodování v podniku, společenské služby). Výsledky pro jednotlivé indikátory jsou pomocí normovací funkce převedeny na bezrozměrnou hodnotu 0 (nežádoucí stav) až 1 (žádoucí stav), s požadovaným minimem 0,75. Na této úrovni jsou výsledky graficky znázorněny pomocí síťového grafu. Indikátory v rámci jednoho pilíře se agregují do indexu a takto vzniklé tři hodnoty se agregují do jednoho celkového indexu.

Data pro ekologické hodnocení na úrovni pozemku a pracovní operace lze importovat z pěstitelských softwarů, nebo záznamů používaných v podniku. V oblasti ekonomické a sociální se k získání dat používá dotazník a výpočty jsou podporovány běžným softwarem (MS Excel). Protože jde o certifikační systém, hodnocení provádí tým auditorů mimo zemědělský podnik. Samotné hodnocení vyžaduje údaje za poslední tři roky. Pro udělení certifikátu je vyžadováno také zapojení se podniku do některého systému kontroly kvality. Certifikát je podniku propůjčován na dobu 3 let.

Jako **silné stránky** lze hodnotit jednoduchou identifikaci slabých míst v kontextu udržitelnosti, čili „bodů“ vyžadujících zlepšující opatření. Certifikát je pak prostředkem komunikace chování farmy z hlediska trvalé udržitelnosti směrem ke třetím osobám jako jsou zákazníci (spotřebitelé), banky, pojišťovny, úřady, politika a společnost.

Slabiny vyplývají pro použití poradenství z toho, že jde o certifikační systém. Závěrečná hodnotící zpráva obsahuje výsledky na úrovni podniku, i když v procesu výpočtů existují dílčí výsledky na nižších organizačních úrovních. Hlubší analýza výsledků podniku umožňující konkrétní optimalizaci není poskytována. Velké rezervy jsou dosud v metodice stanovení zejména ekonomických a sociálních indikátorů.

(Schaffner, Hövelmann, 2007; Zapf et al. 2009; Doluschitz, Zapf a Schultheis, 2009)

SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment)

Ekobilanční metoda, sloužící k analýze a optimalizaci dopadů zemědělské produkce na životní prostředí. Metoda je používána převážně v agroekologickém výzkumu, ale slouží rovněž jako podklad pro zemědělský podnikový management životního prostředí,

k výpočtu agroenvironmentálních indikátorů pro sektor zemědělství a pro zjišťování „ekoinventárů“ v rámci švýcarské integrované politiky produktů.

Je posuzováno 11 ukazatelů působení na životní prostředí (potřeba energie, potenciál pro globální oteplování, uvoňování ozonu, eutrofizace, acidifikace, vodní ekotoxicita, terestrická ekotoxicita, toxicita pro člověka, kvalita půdy, biodiverzita). Metoda neobsahuje pevně stanovené referenční hodnoty, ke kterým by bylo možné vztáhnout vypočítané výsledky, ale tyto jsou srovnávány s výsledky skupiny referenčních podniků stejného typu. Cílem je identifikovat hospodářské vstupy a opatření, u nichž dochází k výrazným rozdílům vůči referenčním podnikům. Znázornění výsledků je provedeno sloupcovými diagramy, což dovoluje analýzu podílu různých vstupů na jednotlivých kategoriích dopadů na životní prostředí.

K výpočtům je využíván ekobilanční software TEAM, jehož licenci lze pořídit. Data se vkládají prostřednictvím formuláře MS Excel (3000 políček). Pracuje se na softwaru, který umožní automatizovaný sběr dat na zemědělských podnicích. Jednoduchým pozměněním vstupních dat lze simulovat různé scénáře hospodaření. Samotné výsledky hodnocení nejsou ale přímo pro zemědělce příliš použitelné. Interpretace výsledků a poradenství nejsou obvyklou součástí metody.

Silnou stránkou metody je široké pokrytí směrů produkce a produkčních faktorů, jednoznačnost výsledků a pevný vědecký základ analýzy životního cyklu (LCA). Metoda se velmi dobře hodí ke srovnání produkčních postupů.

Slabou stránkou je malá uživatelská přívětivost. Metoda není určena k použití přímo na farmě k optimalizaci jednotlivých hospodářských vstupů a opatření.

(Nemecek et al., 2003; Bockstaller et al., 2006)

MODAM

Byl vyvinut jako systém pro pomoc při rozhodování, pro management agroekosystémů při ochraně přírody, respektive jako metodika pro hodnocení působení zemědělské produkce na životní prostředí. Zohledněna je rostlinná i živočišná produkce. Metoda má být nástrojem pro „analýzu nákladů a užitku“. Zaměření metody spočívá ve výzkumu problémů na rozhraní mezi ekonomikou a ochranou přírody. MODAM má při rozhodování o zemědělské politice poskytovat na různých úrovních informace:

- jak se projeví v chování farem a ve využití krajiny různé varianty agrárně-politických podmínek a jaké bude mít jejich jednání následky pro agroekosystém,
- jaké ekonomické důsledky vyplynou pro podnik z integrace cílů – životního prostředí do vedení podniku (jaké náklady jsou s tím spojeny),
- o výsledcích simulace různých variant modifikace hospodářských aktivit.

Soubor indikátorů je vybírán zvlášť pro každý projekt. Hodnocení a výsledky jsou provedeny graficky jako:

- míra rizika pro životní prostředí znázorněná v mapách,
- funkce (grafické vyjádření) vztahu mezi dosažením cílů kvality životního prostředí a příspěvkem na úhradu.

Silná diferenciací ve zkoumání zemědělských postupů umožňuje velmi detailní a realitě blízký odhad dopadů zemědělské produkce na životní prostředí. Změny v hospodaření jsou doloženy vyjádřením dopadu na ekonomiku podniku.

Silnou stránkou je bezesporu vysoká podrobnost a citlivost modelu, umožňující testovat velkou škálu modifikací pěstitelských postupů a jejich vyjádření v ekonomických ukazatelích.

Z hlediska zemědělce je **slabinou** metody její zaměření na ochranu přírody, spíše než obecně na životní prostředí a jeho složky, a také její směřování spíše na politiku, než na zemědělce.

(Meyer-Aurich, 1999; Roedenbeck, 2004)

Závěr

V zemích západní Evropy, ze kterých analyzované metody pocházejí, jsou otázky vztahu zemědělství a životního prostředí stále akceptovány o něco více, než je tomu u nás. Vzhledem k tomu, že v ČR zatím žádná podobná metoda (speciální software/informační systém) nebyla vytvořena, může uvedený přehled usnadnit orientaci v této problematice.

Je třeba také počítat s tím, že odborná a časová náročnost analýz trvalé udržitelnosti hospodaření nemotivují zemědělce k jejich provádění. Na druhé straně je potřeba zemědělskou praxi informovat o jejich benefitech, ke kterým patří:

- ekonomická a ekologická optimalizace hospodaření podniku,
- vyšší produktivita práce při vykazování legislativou požadovaných informací a podkladů,
- certifikát, nebo jiná forma informace o způsobu hospodaření pro spotřebitele (veřejnost) a obchodní partnery,
- podpora dobrého image zemědělství (hospodaření na půdě) ve společnosti,
- větší porozumění významu a složitosti procesů v agrosystémech.

Pro případnou využitelnost uvedených nebo podobných metod hodnocení v ČR bude důležité nejen často zdůrazňované přizpůsobení místním podmínkám, ale také používané způsoby hodnocení a zaměření na cílovou skupinu uživatelů. Složitější a sofistikovanější systémy (REPRO, KSNL, Certifikát DLG, SALCA) budou vhodnější spíše pro výzkumnou práci, případně použití ve

specializovaném poradenství, přímo v zemědělských podnicích naleznou uplatnění spíše jednodušší metody (Indigo), nebo metody využitelné pro běžné evidence (REPRO).

V konečném důsledku vždy záleží na zemědělci, co ve svých podnikatelských aktivitách upřednostní, ale také na pravidlech agrární politiky, která by měla jejich rozhodování pozitivně ovlivňovat.

Poděkování

Příspěvek je součástí řešení projektu MZe QH92242 „Indikátory a postupy hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce v podmínkách ČR“ a Výzkumného záměru MSM 6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změny klimatu“, uděleného MŠMT ČR.

Recenzováno

Adresa autorů:

Ing. Petr Míša, Ph.D., Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, e-mail: misa.petr@vukrom.cz

Prof. Ing. Jan Křen, CSc., Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, e-mail: kren@mendelu.cz

Seznam použité literatury je na vyžádání dostupný u autorů

Dopady různých způsobů hospodaření na kvalitu černozemních půd

(Effects of different management methods on the quality of chernozem soils)

Denešová Olga²⁾, Pokorný Eduard¹⁾, Podešvová Jitka²⁾, Brtnický Martin¹⁾

¹⁾ Mendelova univerzita v Brně, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin,
²⁾ Agrotest fyto, s.r.o.

Souhrn

V práci jsou srovnány výsledky rozborů půd (chemické, fyzikální a biologické vlastnosti) z průzkumu bonitované půdně ekologické jednotky 3.02.00 v dlouhodobých pokusech Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži (Norfolkský osevní postup) a provozních podmínkách. Bylo prokázáno, že geneticky identické půdy se po 40 letech rozdílného hospodaření liší zásobou humusu (Cox . 1,724) v ornici, kdy zásoba na 1 ha ornice v pokusech je 119 t, v provozních podmínkách 82 t. Obsah výměnného hořčíku se na provozních plochách snížil v ornici i podorniči o 590 kg.ha⁻¹. V provozních podmínkách bylo dále v podorniči prokázáno zvýšení objemové hmotnosti (z 1,46 g.cm⁻³ na 1,60 g.cm⁻³). Celkově statisticky prokázané negativní změny zaznamenané v provozních podmínkách lze za čtyřicet let vyjádřit částkou 169 159 Kč na 1 ha..

Klíčová slova: osevní postup, chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy, dlouhodobé změny půdních vlastností, poškození půdy

Summary:

The paper compares results of soil analyses (chemical, physical and biological properties) obtained from a survey of evaluated soil-ecological unit 3.02.00 in long-term experiments conducted by the Agricultural Research Institute Kroměříž (Norfolk crop rotation) and in farmers' fields. It was documented that after 40 years of different farming practices genetically identical soils differed in humus content (Cox . 1.724) in topsoil when the content per hectare of topsoil is 119 t and 82 t in experiments and farmers' fields, respectively. The content of exchangeable magnesium in farmers' fields decreased by 590 kg.ha⁻¹ in both topsoil and subsoil. Furthermore, in farmers' fields bulk density in subsoil increased (from 1.46 g.cm⁻³ to 1.60 g.cm⁻³). In total, statistically confirmed negative changes recorded in farmers' fields for 40 years can be quantified by the sum of 169 159 CZK per hectare.

Keywords: crop rotation, chemical, physical and biological soil properties, long-term changes in soil properties, soil damage

Úvod

Černozemě luvické (dříve černozemě degradované) jsou považovány, ze zemědělského hlediska, za jedny z nejkvalitnějších půd. Morfologicky se od černozemí modálních (typických) liší přítomností tmavěji zabarveného horizontu (obvykle v hloubce 30–80 cm) obohaceného o koloidní látky. K obohacení koloidy došlo jejich posunem z povrchového černického horizontu vlivem většího množství ročního úhrnu srážek (nad 600 mm), než je tomu v oblastech modálních černozemí (pod 500 mm). Obohacený horizont (dříve nazývaný uhelný, neboť svým zabarvením a strukturou připomínal antracit) má výborné chemické vlastnosti – vysoký a nasycený sorpční komplex, zabezpečuje dostatek živin a rovněž jeho fyzikální vlastnosti – zvýšená retenční kapacita, umožňuje vytvořit v jarním období „zásobárnu“ vody pro období letních přísušků. Uvedený princip půdotvorného procesu však znamená nižší stabilitu (větší zranitelnost) půdních vlastností, než je tomu u černozemí modálních. Změna energetických toků z vnějšího prostředí, ať v podobě přírodních faktorů (změna klimatu), nebo z antropogenní činnosti (zpracování půdy, hnojiva, pesticidy atd.) je doprovázena změnou půdních vlastností. Z historického hlediska lze zaznamenat, že si empiricky tuto skutečnost uvědomovali rolníci již dávno (Reich 1910) a úzkostlivě dbali na dodržování osevních sledů, zaručujících nejvyšší kvalitu sladovnického ječmene, což byl spolehlivý diagnostický znak půdní kvality.

Zavedení nových pěstebních technologií druhé poloviny XX. století (odrůdy, zpracování půdy, systémy hnojení atd.) vedlo k výraznému nárůstu výnosů a zvýšení ekonomické efektivity. Srovnáním výsledků rozborů geneticky identických (stejně BPEJ) půd, z dlouhodobě vedených klasických osevních postupů (v našem případě v Zemědělském výzkumném ústavu v Kroměříži) a z provozních podmínek, je možno zjistit, k jakým změnám půdního prostředí došlo.

Materiál a metody

Ke srovnání půdních vlastností bylo použito výsledků z průzkumu BPEJ 3.02.00 v letech 2007–2009 z dlouhodobých pokusů Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži (kontrola, dále označována jako ZVÚ KM) a provozních ploch zemědělského podniku (dále označovaného jako provoz). Vzorky byly v uvedených letech získávány z profilů tří kopaných sond a analyzovány byly na chemické, fyzikální a biologické (respirační testy) vlastnosti. V Norfolkském osevním postupu je průměrné roční hnojení (v kg): 57, 30, 102 kg N, P₂O₅, K₂O na ha. Před okopaninou je aplikován hnůj v dávce 40 t. ha⁻¹. Průměrný výnos je 68,4 OJ.ha⁻¹. V provozních podmínkách osevní postup tvoří pšenice oz., ječmen jar., mák, řepka oz. a kukuřice na zrno, průměrné roční hnojení (v kg): 144, 53, 50 kg N, P₂O₅, K₂O na ha, jako organické hnojivo je zaorávána sláma (podnik je bez živočišné výroby), průměrný výnos je 86,7 OJ.ha⁻¹. Výsledky byly porovnány t-testem (viz tabulka 1) a k dalšímu hodnocení byly vybrány pouze vlastnosti, u nichž je mezi ZVÚ KM a provozem statisticky průkazný rozdíl.

Výsledky a diskuze

Obsah humusu v ornici (viz graf 1) Norfolkského osevního postupu na pozemcích ZVÚ KM má průměrnou hodnotu 2,85 %. Ve srovnání s literaturou (Pospíšil 1966), kde se uvádí průměrné hodnoty pro degradované černozemě 2,26 % se jedná o velmi dobrý obsah. Většina pramenů uvádí hodnoty od 2 do 2,5 %. Prověřované provozní plochy půdně geneticky identické vykazují naopak obsah podprůměrný – 1,88 %.

Přepočítáme-li uvedený obsah, pomocí objemové hmotnosti půdy na zásobu, dojdeme k překvapivým výsledkům. Zatímco v ornici ZVÚ Kroměříž je na 1 ha 119 t humusu, na provozních plochách je to pouze 82 t. Rozdíl 37 t musel vzniknout v době od založení osevních pokusů na výzkumném ústavu, tj. od roku 1970. Změna představuje roční úbytek 0,93 t.ha⁻¹.

Průměrný obsah výměnného hořčíku v ornici (graf 2) ZVÚ KM je 223 mg/kg v ornici provozních ploch 148 mg/kg. Za dobrý obsah hořčíku se považuje, dosahuje-li jeho zastoupení na sorpčním komplexu 15 %. Tato hodnota však nebyla dosažena na obou lokalitách. V ornici ZVÚ je to 9,00 % a na provozních plochách 6,84 %. Všeobecně je dnes hořčík považován za jednu z limitujících živin v půdě. Snížený obsah má vliv nejen na pěstované plodiny, ale přes potravní řetězec se nedostatek projevuje v těle hospodářských zvířat a nakonec i v těle člověka. Po kvantifikaci obsahu na zásobu zjišťujeme, že v ornici ZVÚ je v průměru 931 kg výměnného hořčíku na 1 ha, v provozních podmínkách 647 kg. Rozdíl je 284 kg.ha⁻¹. Roční úbytek od doby založení pokusů je 7,1 kg.ha⁻¹.

Průměrný obsah výměnného hořčíku v podorníci (graf 3) ZVÚ KM je 209 mg.kg⁻¹, v podorníci provozních ploch 127 mg.kg⁻¹. Zastoupení hořčíku na sorpčním komplexu v podorníci ZVÚ to je 8,34 % a na provozních plochách 6,16 %. Po kvantifikaci obsahu na zásobu zjišťujeme, že v podorníci ZVÚ je v průměru 917 kg výměnného hořčíku na 1 ha, v provozních podmínkách 611 kg. Rozdíl je 305 kg.ha⁻¹. Roční úbytek od doby založení pokusů je 7,63 kg.ha⁻¹.

Objemová hmotnost podorníci (graf 4) na pozemcích ZVÚ Kroměříž je na velmi dobré úrovni. Hodnota 1,46 g.cm⁻³ se blíží hodnotám kvalitních orníc. Výsledky jsou zárukou hlubokého fyziologického profilu (podle Nováka se jedná o prostor, kde mohou díky dobrým fyzikálním, chemickým i biologickým vlastnostem půdy prorůst kořeny, kde je ve vegetační době příznivý poměr mezi vodou a vzduchem a rostliny jsou dobře zásobeny živinami). Naopak v provozních podmínkách se hodnotou objemové hmotnosti 1,60 g.cm⁻³ řadí mezi tzv. nestrukturní půdy (Kutílek 1978).

Ekonomické hodnocení hospodaření, zúžené na efektivnost dodaných živin, prokazuje jednoznačně výhodnost provozního systému hospodaření: za průmyslová hnojiva (dávky jsou uvedeny výše) je v ZVÚ KM vydáno ročně 5 464 Kč, v provozu 7 528 Kč. Výnos přepočítaný na realizační ceny představuje u ZVÚ KM 30 780 Kč z ha a v provozu je to 39 015 Kč. Po odečtení výdajů za hnojiva představuje zisk na VÚ 25 316 Kč a v provozu 31 487 Kč, tedy o 6 171 Kč vyšší než na VÚ. Tady by naše orientační kalkulace mohla skončit, protože však máme k dispozici výsledky rozborů půdy, pokusme se vyjádřit cenu za úbytek obsahu humusu a hořčíku (výpočet je pouze schematický a neúplný, předpokládá se celkové využití hořčíku z dolomitu a nejsou započítány neprůkazné komponenty, rovněž cena za porušení fyzikálního stavu není započítána). Zásoba humusu (obsah Cox . 1,724) v ornici VÚ představuje 119 t.ha⁻¹, v provozních podmínkách je to 82 t.ha⁻¹. Úbytek je 37 t humusu na 1 ha. Za předpokladu, že sušina hnoje je 23 % a humifikuje se cca 40 %, je nutné úbytek nahradit dodáním 402 t hnoje na 1 ha (úvaha je hypotetická – nelze aplikovat jednorázově atd.). Při ceně 450 Kč za tunu hnoje je to 180 900 Kč. Pokud zůstaneme u předpokladu, že k úbytku došlo za posledních 40 let je roční cena za úbytek humusu 4 522 Kč. Tím se zisk v provozních podmínkách snížil na 1649 Kč.ha⁻¹. Přihlédneme-li k úbytku výměnného hořčíku v ornici i podorníci – 590 kg.ha⁻¹ (v ornici 284 a v podorníci 306 kg.ha⁻¹) je celková ztráta na hořčíku, při ceně dolomitu 3 000 Kč za tunu,

15 259 Kč. Cenově roční úbytek představuje 381 Kč. Roční zisk z 1 ha je v provozních podmínkách vyšší o 1 268 Kč, ovšem s celkovým, zatím prokázaným dluhem 196 159 Kč.

Závěr

V práci jsou srovnány výsledky rozborů půd (chemické, fyzikální a biologické vlastnosti) z průzkumu BPEJ 3.02.00 v letech 2007 – 2009 z dlouhodobých pokusů Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži a provozních ploch zemědělského podniku. V Norfolkském osevním postupu je průměrné roční hnojení (v kg): 57, 30, 102 kg N, P₂O₅, K₂O na ha. Před okopaninou je aplikován hnůj v dávce 40 t. ha⁻¹. Průměrný výnos je 68,4 OJ.ha⁻¹. V provozních podmínkách osevni postup tvoří pšenice oz., ječmen jar., mák, řepka oz. a kukuřice na zrno, průměrné roční hnojení (v kg): 144, 53, 50 kg N, P₂O₅, K₂O na ha, jako statkové hnojivo je zaorávána sláma (podnik je bez živočišné výroby), průměrný výnos je 86,7 OJ.ha⁻¹.

Bylo zjištěno, že geneticky identické půdy se po 40 letech rozdílného hospodaření liší zásobou humusu (Cox . 1,724) v ornici, kdy je zásoba na 1ha ornice v Zemědělském

výzkumném ústavu 119 t, v provozních podmínkách 82 t. Roční úbytek představuje 0,93 t. ha⁻¹. Obsah výměnného hořčíku se na provozních plochách snížil v ornici i podorniči o 590 kg.ha⁻¹ (roční úbytek je cca 15 kg.ha⁻¹). V provozních podmínkách bylo dále v podorniči prokázáno zvýšení objemové hmotnosti (z 1,46 g.cm⁻³ na 1,60 g.cm⁻³).

Ekonomická kalkulace prokázala, že roční zisk z 1 ha je v provozních podmínkách vyšší o 1 268 Kč, než na pokusných plochách Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži. Celkově lze však statisticky prokázané negativní změny, zaznamenané v provozních podmínkách, vyjádřit částkou 169 159 Kč na 1 ha, což je cena vyšší než úřední cena půdy.

Na závěr je třeba zdůraznit význam dlouhodobě vedených pokusných osevni sledů na výzkumných ústavech, díky kterým je možno podobné kalkulace dělat.

Dedikace

Příspěvek byl zpracován s podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství – projektu číslo QI91C054 „Atlas půdního klimatu České republiky – Vymezení

Tab. 1: Tabulka průměrných hodnot půdních vlastností a statistické průkaznosti mezi lokalitami

Vlastnosti	jednotky	ZVÚ Kroměříž		Provozní podmínky		Statistická průkaznost	
		Ornice	Podorničí	Ornice	Podorničí	Ornice	Podorničí
Objemová hmotnost	g/cm ³	1,39	1,46	1,46	1,60	0,454	0,016*
Maximální kapilární kapacita	%	34,10	34,85	33,99	33,35	0,902	0,362
Retenční vodní kapacita	%	30,66	31,68	30,88	30,57	0,816	0,335
Pórovitost	%	47,79	45,72	45,75	40,67	0,562	0,043*
Minimální vzdušná kapacita	%	13,70	11,02	11,76	7,32	0,616	0,167
Nekapilární póry	%	10,37	8,58	8,85	5,01	0,621	0,198
Jílnaté částice (< 0,01 mm)	%	37,00	39,67	33,00	42,33	0,392	0,171
Obsah humusu	%	2,85	2,30	1,88	1,59	0,044*	0,246
Kvalita humusu	HK/FK	0,84	0,86	0,85	0,83	0,909	0,040*
Výměnná reakce	pH/KCl	6,59	6,71	6,64	6,79	0,885	0,816
Kationtová výměnná kapacita	mmol/kg	205	208	180	172	0,205	0,126
Obsah výměnného vápníku	mg/kg	2998	3243	2587	2548	0,496	0,284
Obsah výměnného hořčíku	mg/kg	223	209	148	127	0,024*	0,027*
Obsah výměnného draslíku	mg/kg	213	94	249	155	0,634	0,414
Suma kationtů	mmol/kg	173	181	148	142	0,419	0,240
Relativní nasycenost SK	%	84,34	86,64	81,70	81,92	0,814	0,651
Poměr K/Mg		0,29	0,15	0,52	0,35	0,087	0,224
Celkový dusík	%	0,26	0,21	0,22	0,17	0,070	0,102
Obsah fosforu dle Egnera	mg/kg	175	30	136	46	0,080	0,261
Poměr C/N		6,31	6,34	5,04	5,70	0,310	0,772
Bazální respirace	mgCO ₂ /100 g/hod.	0,45	0,45	0,55	0,50	0,506	0,625
Nedostatek fyziologického dusíku	N/B	1,38	1,23	1,50	1,20	0,489	0,836
Nedostatek organických látek	G/B	4,12	3,37	7,38	4,69	0,225	0,382
Fyziologický poměr C/N	G/N	3,05	2,73	5,19	3,86	0,332	0,286
Stabilita organických látek	NG/B	18,02	14,78	17,13	13,73	0,924	0,888
Faktor komplexního působení		4,41	3,30	1,72	2,83	0,388	0,782

termických a hydrických režimů a jejich vliv na produkční schopnost půd“ a projektu QH72275 Hodnocení zemědělského půdního fondu se zohledněním ochrany ŽP.

Literatura

- Facek, Z.: Agrofyzikální charakteristika hlavních půdních představitelů ČSSR. I. Část: Mechanické a technologické vlastnosti. Rostl. Výr., 12 (XXXIX), 1964, str. 713–718
- Jeníček, V.: Energie v zemědělství. Stud. Inform. ÚVTIZ, Ř.Všeob. Otáz. Zeměd., 1977, č. 1, 46 s.
- Kutílek, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha a ALFA Bratislava, 1978, 296 s.
- Neuberg, J. a kol. (1989): Komplexní metodika výživy rostlin. ÚVTIZ Praha, 327 s.
- Pimentel, D.: Energy use in World food production. Report of the Cornell University Agricultural Experiment Station, 1974,
- Pospíšil F.: Humus v půdách ČSSR. Rost. Výr. roč. 12 (XXXIX). Praha 1966, str. 701–720
- Preininger, M.: Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Metodika ÚVTIZ, č. 7, 1987, 29 s.
- Reich, E.: Zásady správného pěstování a hnojení sladovnického ječmene. Agr. dorost Hulín, 1910, 45 s.
- Štolcová, J.: Energetická bilance v podmínkách intenzivní rostlinné výroby. Sborník referátů: Využití ekologie pro intenzivní rostlinnou výrobu. ČSVTS Olomouc, 1979, s. 151–159

Recenzováno

Adresa autorů:

Ing. Olga Denešová, Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, e-mail: denesova@vukrom.cz
Doc. Ing. Eduard Pokorný, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, e-mail: pokorny@mendelu.cz



Potravinářská kvalita žitného zrna

(Food quality of rye grain)

Burešová Iva, Palík Slavoj, CSc.
Agrotest fyto, s.r.o, Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn

Potravinářská kvalita žitného zrna byla sledována v průběhu let 2002–2009. Každoročně bylo analyzováno 80–100 vzorků získaných od pěstitelů z celé České republiky. Kvalita zrna byla hodnocena podle požadavků ČSN 461100-4 (2001) Žito. Kvalita žitného zrna byla během sledovaného období 2002–2009 významně ovlivněna klimatickými podmínkami a hnojením. Kvalita zrna byla vyšší u populačních odrůd. Intenzivní deště během sklizně nejvíce zhoršily parametr číslo poklesu. Zhoršení bylo větší u populačních odrůd. Hodnoty korelačních koeficientů mezi sledovanými parametry a dávkou hnojení byly sice u obou skupin vzorků přibližně stejné, lišily se však aplikované dávky hnojiva. Zatímco hybridní odrůdy byly hnojeny průměrnou dávkou 97 kg dusíku, 24 kg fosforu a 26 kg draslíku na hektar, populační odrůdy byly hnojeny nižšími dávkami.

Klíčová slova: žito, populační, hybridní, potravinářská kvalita

Summary

Food quality of rye grain was observed during the years 2002–2009. Each year, 80–100 samples provided by growers from the Czech Republic were analyzed. Grain quality was evaluated in compliance with requirements of National standard ČSN 461100-4 (2001) Rye. The quality during the period of investigation was significantly influenced by climatic conditions and fertilization, and it was higher in population varieties. Intense rains during the harvest affected most negatively the parameter falling number. The debasement was higher in population varieties. Though values of correlation coefficients between the studied parameters and fertilization rates were approximately identical in both groups of samples, applied fertilization rates differed. While hybrid varieties were fertilized with an average rate of 97 kg N, 24 kg P and 26 kg K per hectare, population varieties received lower rates.

Key words: rye, bread making quality

Úvod

Žito (*Secale cereale* L.) je druhou nejčastěji používanou obilovinou pro výrobu chleba a pečiva. Na rozdíl od pšenice, která se používá celosvětově, se žitný chléb vyrábí zejména v Evropě.

Žito je obilninou, která byla převedena do kulturního stavu před historicky relativně krátkou dobou. Svědčí o tom mimo jiné skutečnost, že si stále uchovává původní cizosprašnost. Při šíření směrem do Evropy bylo žito pěstováno převážně v horších podmínkách na méně úrodné půdě nebo v méně příznivých klimatických podmínkách a cizosprašnost byla pro toto prostředí výhodnější. Odrůdy žita byly v minulosti výhradně volně se opylující cizosprašné populace. Od 70. let dvacátého století se začaly intenzivně rozvíjet práce na šlechtění hybridního žita (Čapek, 2001).

Kvalitu žitného zrna ovlivňují významným způsobem půdní a klimatické podmínky. Půdní podmínky lze ovlivnit hnojením. Hnojení dusíkem ovlivňuje růst rostliny a kumulaci bílkovin v zrnu, a to zejména při pozdní aplikaci a na úrodnějších půdách. V chudších půdách je dusík více využíván ke zvýšení výnosu. Klimatické podmínky jsou dány především teplotou a množstvím srážek. Při velkém denním kolísání teploty, při celkově nižších denních teplotách a déletrvajících srážkách bývá kvalita zrna snížena porostlostí zrna (Prugar *et al.*, 2008).

Žitné zrno je velmi podobné pšeničnému. Obalové vrstvy jsou bohaté na arabinoxylany, celulosu a lignin, což jsou složky tvořící vlákninu. Aleuronová vrstva obsahuje velké množství minerálních látek. Sušina žitného zrna obsahuje asi 9–12 % bílkovin. Žitné bílkoviny mají podstatně menší technologický význam než pšeničné, ale obsahují více esenciálních aminokyselin, což zvyšuje jejich nutriční hodnotu. Pekárenská kvalita žitné mouky je dána vlastnostmi amylaso-sacharidového komplexu a pentosanů (Kučerová, 2004; Prugar *et al.*, 2008).

Cílem článku je informovat o kvalitě žitného zrna sklizeného v letech 2002–2009. Vyhodnotit kvalitativní rozdíly mezi hybridními a populačními odrůdami žita a vyhodnotit vliv hnojení na kvalitu zrna.

Materiál a metody

Práce byla prováděna na vzorcích žitného zrna, které byly v období let 2002–2009 získávány od pěstitelů z celé ČR. Každoročně bylo hodnoceno 80–100 vzorků. V souboru analyzovaných vzorků převažovaly odrůdy hybridní (v průměru 67 % vzorků) nad populačními (v průměru 33 %). Vzorky nebyly nijak upravovány, tj. byly odebírány přímo od kombajnu. U nečištěných vzorků byl stanoven podíl příměsí a nečistot. Před zkouškami dalších kvalitativních parametrů byly vzorky upraveny v souladu s používanými metodikami. Kvalita zrna byla hodnocena podle ČSN 461100-4 (2001) Žito (tabulka č. 1).

Průkaznost rozdílů v kvalitativních ukazatelích hybridních a populačních odrůd a průkaznost vlivu hnojení na sledované ukazatele byla hodnocena programem Statistica 8 (StatSoft, Inc.).

Výsledky a diskuse

Celková kvalita žitného zrna

Kvalita žitného zrna se v souvislosti s ročníkem sklizně významně lišila. Nejvyšší kvalitu mělo zrno sklizené v letech 2007, 2008 a 2009. Naopak nejhorší kvalitu mělo zrno sklizené v roce 2006, ve kterém došlo v důsledku intenzivních dešťů

během sklizně k výraznému snížení objemové hmotnosti a čísla poklesu a nárůstu obsahu příměsí a nečistot, zejména porostlých zrn (obrázek č. 1).

Hybridní vs. populační odrůdy

Kvalita zrna hybridních a populačních odrůd byla, na rozdíl od výnosu, statisticky průkazně odlišná.

Hybridní odrůdy dosáhly v letech 2003–2009 průměrného výnosu 5,7 t.ha⁻¹, populační odrůdy měly výnos vyšší v průměru o 0,5 t.ha⁻¹. Hodnoty se průkazně nelišily. Výnos byl průkazně ovlivněn úrovní hnojení (tabulka č. 2). Hodnoty korelačních koeficientů byly u obou skupin vzorků přibližně stejné (tabulka č. 3). Lišily se však aplikované dávky hnojiva. Zatímco hybridní odrůdy byly hnojeny průměrnou dávkou 97 kg dusíku, 24 kg fosforu a 26 kg draslíku, populační odrůdy byly hnojeny nižšími dávkami – 81 kg dusíku, 8 kg fosforu a 6 kg draslíku na jeden hektar.

Hodnoty objemové hmotnosti a čísla poklesu byly průkazně vyšší u populačních odrůd než u hybridních. Objemová hmotnost byla vyšší o 1 %, číslo poklesu bylo vyšší o 24 %. Vyšší kvalita zrna populačních odrůd je známá (Čapek, 2001) a výsledky vzorků ze zemědělské praxe ji potvrdily. Oba parametry byly průkazně ovlivněny hnojením dusíkem jen u populačních odrůd. Průkazný vliv hnojení ostatními živinami nebyl prokázán.

Jak vyplývá z tabulky č. 4, intenzivní deště v průběhu sklizně v roce 2006 způsobily největší zhoršení parametru číslo poklesu, což se dalo předpokládat (Prugar *et al.*, 2008). Snížení hodnoty bylo větší u populačních odrůd (224 s) než u hybridních (118 s). Objemová hmotnost byla snížena u populačních a hybridních odrůd o téměř stejnou hodnotu 4,5 kg.hl⁻¹ a 4,3 kg.hl⁻¹.

Závěr

Kvalita žitného zrna byla během sledovaného období 2002–2009 významně ovlivněna klimatickými podmínkami a hnojením. Kromě toho byl zaznamenán významný rozdíl mezi kvalitou hybridních a populačních odrůd. Hodnoty korelačních koeficientů mezi sledovanými parametry a dávkou hnojení byly sice u obou skupin vzorků přibližně stejné, lišily se však aplikované dávky hnojiva. Zatímco hybridní odrůdy byly hnojeny průměrnou dávkou 97 kg dusíku, 24 kg fosforu a 26 kg draslíku, populační odrůdy byly hnojeny nižšími dávkami – 81 kg dusíku, 8 kg fosforu a 6 kg draslíku na jeden hektar.

Poděkování

Práce byla provedena za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR (projekty č. QC1096 a QG50041).

Recenzováno.

Adresa autora: palik.slavoj@vukrom.cz

Literatura

Čapek, J. Klasické odrůdy žita typu populace [online]. 2001. [cit. 12. 6. 2010]. Dostupné na internetu: <http://www.agroweb.cz/Klasicke-odrudy-zita-typu-populace_s44x10492.html>

ČSN 461100-4 (2001) Žito

Prugar, J. (Ed.). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, 327 s.

Tabulka č. 1: Požadavky ČSN 461100-4 (2001) na kvalitu zrna žita určeného na mlýnské využití

Parametr	Požadavek	
Vlhkost [%]	Nejvýše	14,5
Objemová hmotnost [kg · hl ⁻¹]	Nejméně	70,0
Číslo poklesu [s]	Nejméně	120
Příměsi a nečistoty [%]	Nejvýše	12,0

Tabulka č. 2: Srovnání kvalitativních ukazatelů a hybridních a populačních odrůd

	Hybridní	Populační
Výnos [t · ha ⁻¹]	5,7 a	6,2 a
OH [kg · hl ⁻¹]	74,2 a	74,9 b
FN [s]	166 a	205 b
PN [%]	6,0 a	7,0 b

Různá písmena v jednom řádku vyjadřují statisticky průkazně odlišné hodnoty na hladině $p < 0,01$

Tabulka č. 3: Korelační koeficienty mezi úrovní hnojení a kvalitativními ukazateli zrna

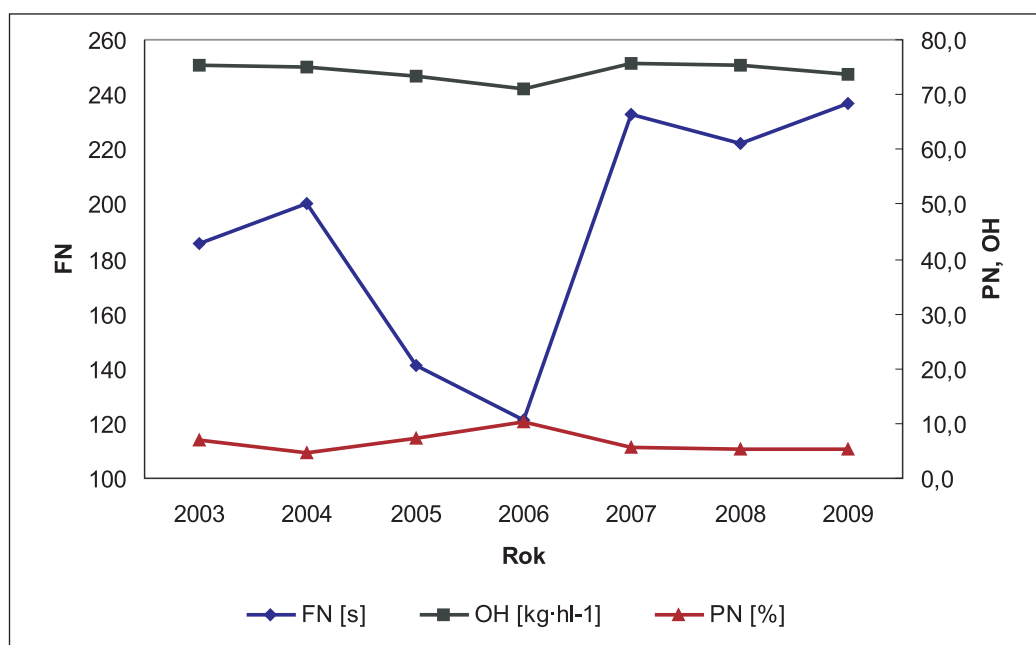
Odrůdy	Živina	Výnos	OH	FN	PN
Hybridní	N	0,45**	0,14	0,00	-0,05
	P	0,25**	0,03	0,11	0,22**
	K	0,30**	0,05	0,15	0,03
Populační	N	0,30*	-0,24*	0,34*	0,29*
	P	0,43**	-0,06	-0,08	-0,03
	K	0,34**	-0,04	-0,05	-0,02

Hladina významnosti ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

OH objemová hmotnost, FN číslo poklesu, PN obsah příměsí a nečistot

Tabulka č. 4: Srovnání kvality žitného zrna populačních a hybridních odrůd sklizených před a po dešti v roce 2006

Odrůdy	Skližeň	OH [kg.hl ⁻¹]	Rozdíl [kg.hl ⁻¹]	FN [s]	Rozdíl [s]
Hybridní	Před deštěm	73,8	4,5	201	118
	Po dešti	69,3		83	
Populační	Před deštěm	74,2	4,3	300	224
	Po dešti	70,9		76	



Obr. 1: Vývoj průměrných hodnot ukazatelů kvality žitného zrna v letech 2003–2009.

FN číslo poklesu, OH objemová hmotnost, PN obsah příměsí a nečistot

Hodnocení nových přírůstků kolekce genetických zdrojů ječmene jarního

(Evaluation of new accessions in the spring barley genetic resources collection)

Milotová Jarmila¹⁾, Vaculová Kateřina²⁾

¹⁾ Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,
²⁾ Agrotest fyto, s.r.o.

Souhrn

V rámci plnění aktivit „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity“ a studia nových výchozích zdrojů produktivity, rezistence biotickým stresovým faktorům, resp. diferencované kvality zrna byly v letech 2007–2009 hodnoceny nové odrůdy (37) a stávající i nové genetické zdroje ječmene jarního (67). Moderní odrůdy, registrované v zemích EU, se vyznačovaly převážně vysokým výnosovým potenciálem, odolností padlí travnímu a vysokým výnosem předního zrna, avšak nízkou odolností hnědé skvrnitosti a částečně i rzi ječné. Oproti odrůdám diamantového typu, původním a krajovým odrůdám, mají delší vegetační dobu a vytvářejí výnos zrna nejen počtem produktivních stébel, ale zejména zvýšenou produktivitou klasu. Nové genetické zdroje ječmene s převážně víceřadým klasem a bezpluchým zrnem, získané ze sběrových expedic, mohou sloužit jako donory ve šlechtění na vysokou odolnost vůči hnědé skvrnitosti, případně pro alternativní potravinářské využití.

Klíčová slova: ječmen, genetické zdroje, odrůdy, původní a krajové odrůdy, hodnocení

Abstract

New cultivars (37), current and new genetic resources of spring barley (67) were evaluated within activities of „National Programme on Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources and Agro-biodiversity“ and study of new genetic resources of productivity, resistance to biotic stress factors and different grain quality in the years 2007–2009. Modern cultivars, registered in the EU countries were characterized mainly by high yield potential, mildew resistance and high yield of plump grain, but low resistance to net blotch and partially to leaf rust. Modern cultivars, in comparison with cultivars of „Diamant type“, local cultivars and landraces, have a longer vegetation period, and they form grain yield not only by productive tillering but also by higher ear productivity. New barley genetic resources with multi-row ear and hulless grain from expeditions could serve as donors in breeding for high net blotch resistance, or for alternative food use.

Key words: barley, genetic resources, cultivars, local cultivars and landraces, evaluation

Úvod

Národní programy konzervace a využívání genetických zdrojů zabezpečují všechny nezbytné aktivity, zejména shromažďování, evidenci, dokumentaci, charakterizaci a hodnocení, regeneraci, dlouhodobé uchování a využívání genetických zdrojů.

V rámci plnění aktivit programu využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity jsou v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. v tříletých cyklech hodnoceny nové přírůstky kolekce genetických zdrojů ječmene jarního. Studium a hodnocení se zaměřuje zejména na biologicky a hospodářsky významné znaky a je orientováno v souladu s potřebami uživatelů (Stehno a kol. 2008). Získaná data z jednotlivých cyklů hodnocení jsou využívána v řešení návazných výzkumných projektů a jsou předávána do příslušných informačních systémů. V České republice je pro tyto účely využíván databázový informační systém EVIGEZ (<http://genbank.vurv.cz/genetic/resources>), kde mohou zájemci získat mnoho užitečných informací o původu i hodnocených znacích a vlastnostech jednotlivých položek všech plodin zařazených v kolekcích genetických zdrojů.

Cílem tohoto příspěvku bylo získání informací a podkladů pro další efektivní a setrvalé využívání genetických zdrojů ječmene ve výzkumu a šlechtění, zemědělské praxi i zpracovatelském průmyslu.

Materiál a metody

V letech 2007–2009 byly v polních podmínkách Kroměříže pěstovány a hodnoceny přírůstky kolekce genetických zdrojů ječmene jarního (moderní odrůdy, vyšlechtěné v EU – celkem 37, materiály získané ze sběrových expedic v oblasti Číny a Iráku –

celkem 17, z toho 14 s 6-řadým klasem a bezpluchým zrnem) a starší odrůdy původem z bývalého Československa (celkem 24 odrůd diamantového typu a 26 starých a krajových původních odrůd). Seznamy všech sledovaných genetických zdrojů jsou uvedeny v Tab. 1–3.

Vybrané genetické zdroje ječmene byly vedeny na parcelách o výměře 3 x 2,5 m², standardní pěstební technologií po vhodné předplodině, bez použití fungicidů. Byly hodnoceny významné hospodářské (výnos zrna a výnos předního zrna v t.ha⁻¹, HTZ v g, počet produktivních stébel na m², přepad předního zrna na síť 2,5 mm v %) a biologické znaky a vlastnosti – délka vegetační doby, rezistence poléhání a chorobám (stupnicí 1 – 9: padlí travní, hnědá skvrnitost a rez ječná) podle klasifikátoru pro rod *Hordeum* (Lekeš 1986).

Výsledky byly vyhodnoceny programem Statistica 8.0 (StatSoft, Inc.).

Výsledky a diskuse

Informace o hospodářsky a biologicky významných znacích zvyšují dostupnost a využitelnost genetických zdrojů všech plodin nejen pro další výzkum a šlechtění, ale i jejich praktické využití. Studium rozsáhlejší kolekce vzájemně odlišných materiálů umožňuje lépe postihnout existující difference mezi studovanými genetickými zdroji a provést porovnání z pohledu známých, v dřívější době podrobně prostudovaných odrůd (Dotlačil 2003). V daném souboru byly zařazeny a hodnoceny nové odrůdy společně se starými a krajovými odrůdami a genetickými zdroji, získanými ze sběrových expedic. Odrůdy tzv. „diamantového typu“ zaujímaly v České republice dominantní postavení od 70. do druhé poloviny 90. let

a byly pěstovány v rozdílných výrobních oblastech. Jejich postupné nahrazování rezultovalo ve více než 80% podíl zahraničních odrůd (na základě množitelských ploch evidovaných ÚKZÚZ) v roce 2008.

Porovnání průměrných hodnot délky vegetační doby a dosaženého výnosu zrna u moderních odrůd, odrůd diamantové řady, starých a krajových odrůd (Tab. 1 a Tab. 2) ukazuje, že hlavním trendem šlechtitelského zlepšování bylo zvýšení výnosu spojené s prodloužením délky vegetační doby.

Ve skupině současných produktivních odrůd (Tab. 1) se výnos zrna v průměru pohyboval od 7,51 po 10,90 t.ha⁻¹, u odrůd diamantového typu od 6,1 po 10,2 t.ha⁻¹ a u původních odrůd od 3,1 po 8,9 t.ha⁻¹. Nejvyššího výnosu dosahovaly německé odrůdy (Streif, Marthe a Henrike), vysokou produktivitu vykázaly i česká odrůda Aktiv a slovenský Ludan. Průměrná vegetační doba u těchto odrůd se prodloužila oproti starším odrůdám o téměř 2 dny.

Zatímco pro odrůdy diamantového typu bylo zkrácení délky stébla hlavní odlišností oproti původním a krajovým odrůdám, u současných produktivních odrůd se opět setkáváme s delším, ale zároveň i pevnějším stéblem. V současném sortimentu jsou tedy jak odrůdy se střední délkou stébla (například odrůda Ludan s průměrnou výškou 81,5 cm), tak i produktivní materiály o cca 10 cm vyšší (například odrůda Henrike, která měla průměrnou délku stébla 92,5 cm). Delší stéblo je zřejmě důsledkem vyššího asimilačního požadavku v souvislosti se způsobem formování výnosu.

Výsledky hodnocení moderních odrůd totiž ukazují, že jsou mezi nimi nejen genotypy, které vytvářejí výnos počtem produktivních stébel, ale zároveň i ty, které jej tvoří vysokou produktivitou klasu.

Změny v původním zaměření selekce na zvyšování výnosu především prostřednictvím vyššího počtu produktivních stébel jsou patrné i ze vzájemného vztahu mezi výše uvedenými znaky (Obr. 1a). Zatímco ve skupině krajových a původních odrůd byla mezi výnosem a počtem produktivních stébel vypočtena kladná korelace s hodnotou $r = 0,53^{***}$, u moderních odrůd je tento vztah významně slabší ($r = 0,35^{**}$).

Tvorba nových odrůd se zvýšenou produktivitou klasu a vyšší hmotností obílek je důsledkem požadavku zpracovatelů na vyrovnanost jednotlivých obílek a vysoký výnos předního zrna. U moderních odrůd tento ukazatel dosahoval hodnoty od 6,64 t.ha⁻¹ (Jersey) po 10,16 t.ha⁻¹ (Henrike), u odrůd diamantového typu (Tab. 2) od 4,54 t.ha⁻¹ (Triumf) po 9,04 t.ha⁻¹ (Primus). U starých a krajových odrůd kolísal výnos předního zrna od 2,46 t.ha⁻¹ (Nolč Dregerův) po 7,64 t.ha⁻¹ (RTG Valtický) a u genetických zdrojů z expedic (Tab. 3) od 0,88 t.ha⁻¹ (China 6) po 4,46 t.ha⁻¹ (HOR Jak).

Přepad zrna nad sítím 2,5 mm činil u produktivních evropských odrůd od 81,5 % (JB Flavour) po 97,5% (odrůda Jennifer). Diference v přepadu nad sítím je po výnosu předního zrna

Tab. 1 Vybrané znaky a ukazatele produktivních odrůd ječmene jarního (Kroměříž, 2007–2009)

Pořadí v grafech	Odrůda	Stát původu	Skupina podle produktivity	Veg. doba,	Výška,		Výnos zrna,		Výnos předního	
				dny	cm		t.ha ⁻¹		zrna, t.ha ⁻¹	
				medián	průměr	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
1	Acrobat	GBR	produkt., EU	106,5	88,3	2,6	9,3	0,5	8,4	0,4
2	Akcent	CZE	produkt., EU	104,0	84,3	4,3	9,2	0,5	8,0	0,4
3	Aksamit	CZE	produkt., EU	104,0	83,7	4,1	8,7	1,1	8,1	1,1
4	Aktiv	CZE	produkt., EU	106,5	91,0	1,5	10,5	0,7	9,8	0,8
5	Amulet	CZE	produkt., EU	103,0	81,7	2,6	8,2	0,8	7,8	0,7
6	Argument	SVK	produkt., EU	105,0	85,5	0,5	10,0	0,7	9,3	0,7
7	Azit	CZE	produkt., EU	105,5	90,5	3,6	10,4	0,5	9,6	0,3
8	Bernstein	FRA	produkt., EU	107,0	95,0	0,0	8,6	0,4	7,5	0,2
9	Blaník	NLD	produkt., EU	105,5	95,0	5,0	9,0	0,7	8,3	0,4
10	Bojos	CZE	produkt., EU	106,0	88,3	4,1	9,7	0,7	8,4	0,6
11	Conchita	DEU	produkt., EU	105,0	87,5	2,5	9,3	1,3	8,9	1,2
12	Cropton	GBR	produkt., EU	107,5	91,5	1,5	9,4	1,1	8,9	1,0
13	Flavour	DEU	produkt., EU	105,5	85,0	1,0	9,9	0,8	8,1	1,2
14	Henrike	DEU	produkt., EU	103,5	92,5	1,5	10,5	0,9	10,2	0,7
15	Jennifer	DEU	produkt., EU	104,5	82,5	2,5	9,9	0,2	9,7	0,3
16	Jersey	NLD	produkt., EU	106,0	87,7	2,6	7,5	2,0	6,6	1,7
17	Kangoo	NLD	produkt., EU	104,5	84,5	2,1	9,7	0,5	8,7	0,6
18	Krona	DEU	produkt., EU	108,0	89,3	6,2	8,8	0,7	8,1	0,7
19	Levan	SVK	produkt., EU	102,5	79,5	0,5	9,7	0,7	8,5	1,0
20	Ludan	SVK	produkt., EU	103,0	81,5	3,5	10,2	1,0	9,4	1,0
21	Malz	CZE	produkt., EU	106,0	84,3	3,0	8,8	0,8	8,3	0,7
22	Marthe	DEU	produkt., EU	106,5	86,0	1,0	10,8	0,8	9,2	1,2
23	Nadir	SVK	produkt., EU	102,5	85,0	3,0	9,5	0,3	8,9	0,3
24	Poprad	SVK	produkt., EU	103,5	76,5	3,5	9,2	1,3	8,1	0,8
25	Prestige	GBR	produkt., EU	106,0	81,0	2,6	8,9	1,0	8,5	1,0
26	Progres	SVK	produkt., EU	103,0	80,0	6,0	10,5	1,1	9,3	1,1
27	Publican	GBR	produkt., EU	107,0	92,0	2,0	9,6	0,4	9,1	0,4
28	Radegast	CZE	produkt., EU	105,0	87,3	5,0	8,9	0,6	8,3	0,6
29	Scarlett	DEU	produkt., EU	104,0	80,3	3,8	8,9	1,1	8,3	0,9
30	Sebastian	DNK	produkt., EU	109,0	73,7	3,7	9,1	1,3	8,4	1,0
31	Signora	GBR	produkt., EU	105,0	94,5	0,5	9,2	1,5	8,8	1,3
32	Slaven	SVK	produkt., EU	104,0	82,0	2,0	9,8	0,5	9,2	0,5
33	Spilka	DEU	produkt., EU	106,0	78,7	5,9	9,1	0,6	8,4	0,6
34	Stine	DEU	produkt., EU	105,5	89,5	1,5	10,2	1,2	9,7	1,3
35	Streif	DEU	produkt., EU	104,5	89,0	3,0	10,9	1,6	10,1	1,4
36	Victoriana	DEU	produkt., EU	106,0	85,5	3,5	10,0	0,8	9,5	0,8
37	Xanadu	DEU	produkt., EU	104,0	79,3	2,8	9,1	1,0	8,7	0,8

Tab. 2 Vybrané znaky a ukazatele odrůd „diamantového typu“, starých a krajových odrůd ječmene jarního (Kroměříž, 2007–2009)

Pořadí v grafech	Odrůda	Stát původu	Skupina podle produktivity	Veg. doba, dny	Výška, cm		Výnos zrna, t.ha ⁻¹		Výnos předního zrna, t.ha ⁻¹	
				medián	průměr	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
38	Ametyst	CSK	DT ¹⁾	107,0	88,3	2,6	7,0	0,8	5,6	0,8
39	Bohatýr	CSK	DT	105,0	114,0	4,0	6,1	0,7	4,6	0,3
40	Denar	CSK	DT	103,0	96,0	11,6	8,5	0,3	7,8	0,3
41	Diamant	CSK	DT	103,0	85,3	7,9	7,2	1,2	5,5	0,9
42	Ekonom	CSK	DT	103,0	94,7	5,3	7,3	0,4	5,9	0,3
43	Forum	CZE	DT	108,0	78,7	3,8	9,9	0,4	7,6	0,5
44	Jantar	CSK	DT	104,0	90,7	5,9	8,3	0,3	6,3	0,9
45	Jarek	CSK	DT	103,0	81,3	3,5	8,0	0,8	6,6	0,6
46	KM 1192	CSK	DT	106,0	86,7	3,3	6,6	0,4	4,9	0,6
47	Kompakt	SVK	DT	105,0	78,3	4,4	8,0	0,5	6,9	0,3
48	Kredit	CSK	DT	107,0	86,3	4,9	7,9	0,4	6,7	0,4
49	Krystal	CSK	DT	103,0	90,0	7,6	8,1	0,6	7,3	0,5
50	Lumar	CZE	DT	104,0	78,3	4,4	8,6	0,3	6,8	0,3
51	Malvaz	CSK	DT	105,0	83,3	5,5	7,7	0,4	7,2	0,5
52	Novum	CSK	DT	104,0	77,5	2,5	8,8	0,3	6,3	0,1
53	Opal	CSK	DT	105,0	98,3	4,2	6,5	0,8	4,9	0,4
54	Perun	CSK	DT	103,0	86,5	1,5	7,1	0,2	6,5	0,2
55	Primus	CZE	DT	103,0	82,7	5,3	10,2	0,3	9,0	0,3
56	Rubín	CSK	DT	107,0	80,7	7,4	8,3	0,5	7,3	0,7
57	Sladar	CSK	DT	102,0	100,7	8,4	8,1	2,0	5,3	1,2
58	Sladko	CSK	DT	105,0	78,3	4,1	8,2	0,8	7,1	0,8
59	Spartan	CSK	DT	102,5	88,0	2,0	6,9	0,9	5,0	0,8
60	Tolar	CZE	DT	104,0	85,3	6,2	8,4	1,3	7,6	1,0
61	Triumf	CSK	DT	104,0	104,3	6,3	6,0	0,2	4,5	0,1
62	Branišovický C	CSK	S a K ²⁾	103,0	98,0	5,6	7,4	0,3	5,8	0,2
63	Bučianský	CSK	S a K	103,0	101,7	5,2	6,3	0,4	5,2	0,4
64	Čelechovický hanácký	CSK	S a K	103,0	95,0	3,5	7,7	1,0	5,1	0,6
65	Detenický Kargyn	CSK	S a K	104,0	109,0	6,7	6,5	0,5	5,4	0,4
66	Dobrovický staročes.	CSK	S a K	102,5	106,5	3,5	5,8	0,9	4,4	0,7
67	Dregerův	CSK	S a K	103,0	96,7	4,4	7,3	1,3	5,0	1,0
68	Dregerův Imperial	CSK	S a K	104,0	101,5	5,5	3,1	2,9	1,9	1,9
69	Hanácký jubilejní	CSK	S a K	103,0	97,0	7,5	6,4	0,5	4,5	0,4
70	Hanácký Kargyn	CSK	S a K	103,0	107,5	2,5	5,3	0,2	4,1	0,2
71	Chlumecký	CSK	S a K	103,0	96,7	4,4	7,0	1,4	4,4	0,8
72	Kraj.St.Hrozenkov	CSK	S a K	104,0	97,7	7,8	5,8	0,7	4,3	1,0
73	Nolč Dregerův	CSK	S a K	103,0	93,7	4,4	5,3	0,2	2,5	0,3
74	Norimberský	DEU	S a K	106,5	107,0	1,0	4,6	1,8	3,5	1,5
75	Novodvorský Hanácký	CSK	S a K	103,0	107,5	2,5	5,9	0,7	4,5	0,2
76	Opavský Kneifl	CSK	S a K	104,0	96,3	2,8	5,8	0,3	4,4	0,1
77	Proskovcův	CSK	S a K	103,0	100,3	5,5	6,5	0,3	4,9	0,2
78	Ratbořský	CSK	S a K	103,0	96,3	6,3	5,9	0,9	4,5	0,6
79	RTG Valtický	CSK	S a K	103,0	94,7	10,7	8,9	0,4	7,6	0,3
80	Semčický hospod.	CSK	S a K	104,0	100,0	8,0	6,6	0,2	4,9	0,1
81	Slovenský 802	CSK	S a K	104,0	99,5	9,5	6,5	0,3	5,2	0,4
82	Slovenský Dunaj. trh	CSK	S a K	102,0	100,7	5,8	7,5	0,2	5,7	0,2
83	Stupický hanácký	CSK	S a K	101,5	107,5	2,5	6,4	0,5	5,0	0,3
84	Stupický plnozrnný	CSK	S a K	103,0	105,0	2,9	6,3	0,5	5,0	0,4
85	Tepelský 421	CSK	S a K	104,0	96,3	3,0	6,3	0,7	5,2	0,5
86	Valtický	CSK	S a K	102,0	91,7	3,8	6,6	1,2	4,7	1,1
87	Židlochovický Gloria	CSK	S a K	102,5	109,0	3,0	5,5	0,6	4,2	0,5

Pozn. ¹⁾ – DT – odrůdy tzv. diamantového typu, ²⁾ – S a K – staré a krajové původní odrůdy ječmene

nejvýraznější odlišností souboru moderních odrůd od souboru odrůd diamantového typu (podíl předního zrna byl v průměru nižší o 10,5%) i krajových odrůd a materiálů z expedic (podíl předního zrna byl nižší o 17,9, resp. 29,9%). K vyššímu přepadu u moderních odrůd přispěla i v průměru nejvyšší HTZ, která dosahovala až 52,4 g (odrůda Signora). Mezi přepadem zrna na síť a HTZ (Obr. 1b) byla v celém souboru studovaných skupin odrůd a genetických zdrojů vypočtena silná a vysoce průkazná kladná korelace ($r = 0,85^{***}$). Pokud byl soubor rozdělen do dílčích hodnocených skupin, měnila se hlavně síla daného vztahu. U odrůd diamantového typu byla korelace nejsilnější ($r = 0,82^{***}$) a naopak u moderních odrůd nejslabší ($r = 0,54^{***}$). Slabá korelace

je zřejmě důsledkem zařazení odrůd s vysokou HTZ a vyrovnanou hmotností jednotlivých obílek – tedy materiálů, které se vyznačují stabilním počtem vyrovnaných odnoží. V případě, že by se podařilo vyšlechtit odrůdy s hmotností 1000 zrn vyšší než 54–55 g, bylo by teoreticky možné dosáhnout takového stavu, kdy by po sklizni stačilo zrno vyčistit a vůbec by nebylo zapotřebí zrno třídit. Praxe je ale jiná, protože vlivem nepříznivého vývoje počásí dochází k vývinu pozdnějších odnoží s drobným zrnem a tedy třídění zrna bývá nezbytné i při vysokých hodnotách HTZ.

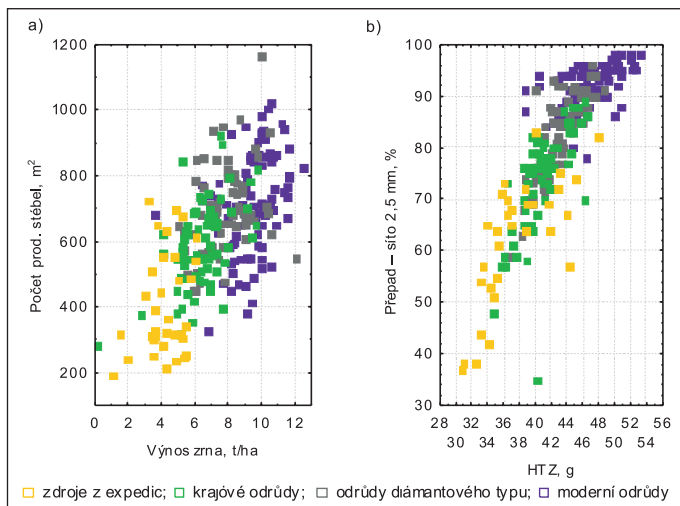
Je zřejmé, že moderní odrůdy mají v průměru vyšší HTZ, než ostatní studované odrůdy a genetické zdroje, ale i zde je patrná kompenzace jednotlivých výnosových prvků, v daném případě počtu

produktivních stébel z jednotky plochy. Významnější pokles hodnot HTZ a přepadu na síť 2,5 mm u zdrojů ze sběrových expedic je dán zařazením víceřadých a bezpluchých materiálů ječmene.

Většina moderních přírůstků kolekce ječmene jarního a odrůdy diamantové řady, vyšlechtěné koncem 80. let se vyznačují dobrou odolností k poléhání, naopak všechny krajové odrůdy a materiály ze sběrů byly většinou silně polehlé. Z hlediska odolnosti houbovým chorobám byla předností moderních odrůd vysoká odolnost padlí travnímu, podmíněná genem Mlo. Všechny ostatní skupiny odrůd se lišily nízkou až velmi nízkou odolností této chorobě.

I když jsou moderní odrůdy ječmene výkonné, jejich produktivita a kvalita zrna je ohrožena výskytem dalších listových chorob, především komplexem listových skvrnitostí, rzi ječnou, fuzariózami, apod. Za nejrozšířenější a neškodlivější chorobu je v posledních letech považována hnědá skvrnitost ječmene. Ztráty na výnosu v průběhu její epifytózy mohou dosahovat 20–40% (Galano et al. 2009). Z tohoto důvodu jsou hledány nové zdroje odolnosti k těmto chorobám, které by mohly být využity ve výzkumných a šlechtitelských programech.

Porovnání náchylnosti k hnědé skvrnitosti a rzi ječné (Obr. 4) ukázalo, že odrůdy a genetické zdroje v hodnocených skupinách vykazovaly diferencovanou citlivost k oběma patogenům.



Obr. 1: Vzájemný vztah mezi vybranými hospodářskými znaky v souborech studovaných odrůd a genetických zdrojů ječmene

Zatímco odrůdy diamantového typu, staré a krajové původní odrůdy vykazaly odolnost k oběma chorobám na střední až vyšší úrovni, u většiny moderních odrůd byla náchylnost vyšší, a to zejména ke hnědé skvrnitosti. Je otázkou, zda u moderních odrůd nevytváří vysoká odolnost vůči padlí travnímu širší prostor pro rozvoj ostatních houbových chorob.

Skupina genetických zdrojů ze sběrových expedic se vyznačovala převážně vysokou odolností vůči hnědé skvrnitosti. Je ale zapotřebí upozornit, že obdobně, jak uvádějí zahraniční autoři (Arabi et al. 2003), žádný z těchto materiálů neprokázal úplnou, tedy 100% rezistenci k této chorobě a navíc všechny sběry byly silně až velmi silně náchylné ke rzi ječné.

V posledních letech a zejména v roce 2009 byl zaznamenán téměř kalamitní výskyt relativně pozdě se ve vegetaci vyskytující listové skvrnitosti ječmene, vyvolané houbou *Ramularia collo-cygni*. V celém rozsáhlém souboru zkoušených odrůd a nových genetických zdrojů ječmene jarního se nevyskytoval ani jeden materiál s vyšší rezistencí této chorobě a ani dalším hodnoceným houbovým chorobám (s výjimkou výše diskutované rezistence k padlí).

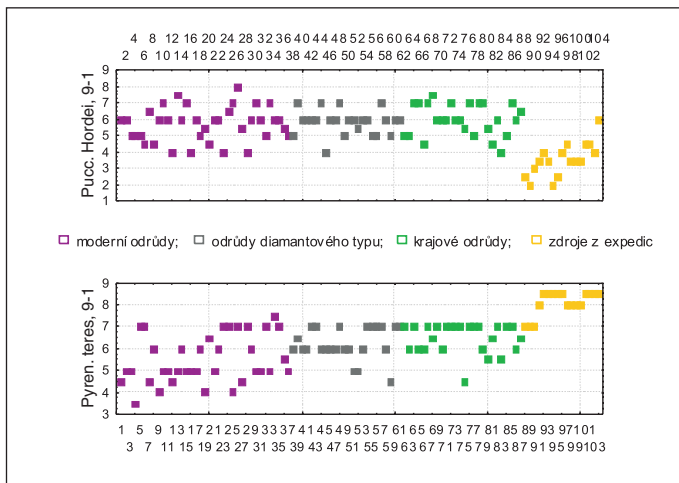
Závěr

Každoročně se Společný katalog odrůd druhů zemědělských rostlin doplňuje o odrůdy ječmene registrované k pěstování v zemích EU, ze kterého mohou pěstitelé volit odrůdy, které nejsou zapsány ve Státní odrůdové knize ČR. Kolekce genetických zdrojů ječmene jarního v Kroměříži, na rozdíl od jiných genových bank, obsahuje nejen odrůdy registrované k pěstování v ČR, ale i mnohé další odrůdy, zařazené do Společného katalogu. Ve studovaném souboru bylo v letech 2007–2009 hodnoceno i 14 nových moderních odrůd vyšlechtěných a registrovaných v okolních státech (Slovensko, Německo), tedy v obdobných pěstebních podmínkách. Výsledky studia ukázaly významný progres u nových odrůd oproti starým a krajovým i odrůdám diamantového typu. Nejvýraznější rozdíl mezi hodnocenými skupinami byl zjištěn u hodnot přepadu zrna na síť 2,5 mm a výnosu předního zrna. Ukazuje se, že tyto odrůdy vytvářejí výnos zrna různými kombinacemi hlavních výnosových prvků, přičemž je zřejmý výrazný posun ve směru zvýšení produktivity klasu.

Staré a krajové původní odrůdy tvořily výnos především počtem produktivních odnoží, což často rezultovalo ve snížení podílu předního zrna. Hodnocení jejich přínosu ke zlepšení sladovnické kvality, jak uvádějí Psota a Bradová (2009), lze spatřovat pouze

Tab.3 Vybrané znaky a ukazatele genetických zdrojů ječmene jarního ze sběrových expedic (Kroměříž, 2007–2009)

Pořadí v grafech	Odrůda	Stát původu	Skupina podle produktivity	Veg. doba,	Výška,		Výnos zrna,		Výnos předního	
				dny	cm	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
				medián	průměr	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
88	HOR Ali Mohamed	IRQ	sběry	98,5	94,5	5,5	5,4	0,7	4,3	0,8
89	HOR Bakhsh Abad	IRQ	sběry	96,5	72,0	6,0	4,1	0,8	2,7	0,6
90	HOR Jak	IRQ	sběry	98,5	91,5	3,5	5,7	0,4	4,5	0,5
91	China 1	CHN	sběry	102,5	98,0	4,0	4,5	0,7	3,0	0,5
92	China 10	CHN	sběry	105,5	98,5	1,5	4,2	0,6	2,3	0,4
93	China 11	CHN	sběry	104,0	100,0	0,1	4,8	0,5	2,5	0,9
94	China 12	CHN	sběry	102,0	103,0	3,0	5,0	0,7	2,4	0,5
95	China 13	CHN	sběry	102,5	99,0	5,0	5,2	0,2	3,4	0,1
96	China 14	CHN	sběry	105,5	90,0	2,0	2,1	1,0	0,9	0,3
97	China 2	CHN	sběry	106,0	100,0	5,0	3,5	0,1	2,0	0,2
98	China 3	CHN	sběry	102,5	97,0	3,0	3,6	0,0	2,4	0,0
99	China 4	CHN	sběry	102,5	95,5	8,5	4,2	0,1	1,7	0,1
100	China 5	CHN	sběry	105,5	90,0	0,1	3,5	0,1	2,1	0,1
101	China 6	CHN	sběry	111,5	104,5	0,5	1,8	0,2	1,2	0,2
102	China 7	CHN	sběry	105,5	100,0	4,0	4,8	0,6	3,4	0,4
103	China 8	CHN	sběry	104,0	99,0	1,0	4,7	0,8	3,4	0,5
104	China 9	CHN	sběry	103,5	99,0	1,0	4,6	0,2	3,0	0,3



v některých dílčích hospodářsky významných vlastnostech. I když se vyznačovaly střední a někdy i vyšší odolností hnědé skvrnitosti, úroveň odolnosti dalším biotickým faktorům není vyhovující. Ve skupině odrůd diamantové řady se vyčlenily dvě podskupiny při hodnocení odolnosti poléhání, kde krátkostébelné odrůdy vykazovaly vysokou rezistenci, nicméně v dalších hodnocených znacích a ukazatelích se tato skupina odrůd významně nelišila od historických materiálů ječmene.

Genetické zdroje, získané ze sběrových expedic, nemohou přispět k vývoji nových sladovnických odrůd úrovní svých hospodářských znaků, avšak mohou být evidovány jako donory vysoké odolnosti listovým skvrnitostem, zejména hnědé skvrnitosti. Kvůli bezpluchému zrnu lze uvažovat také o jejich potenciálním využití ve výzkumu a šlechtění odrůd s alternativní kvalitou pro přímé potravinářské užití zrna.

Poděkování

Příspěvek byl vypracován za podpory Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity a projektů MZe a MŠMT, evid. č. QH72251 a MSM2532885901.

Recenzováno

Adresa autorů:

Dr. Ing. Jarmila Milotová, Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, e-mail: milotova@vukrom.cz

Použitá literatura

- Arabi M. I. E., Al-Safadi B., Charbaji T. 2003. Pathogenic Variation among Isolates of *Pyrenophora teres*, the Causal Agent of Barley Net Blotch. *Journal of Phytopathology*, 151, 7-8: 376–382.
- Dotlačil L.: Konzervace a regenerace genetických zdrojů vegetativně množených druhů rostlin – současné problémy a přístupy k jejich řešení. Sborník referátů ze seminářů Konzervace a regenerace genetických zdrojů vegetativně množených druhů rostlin Konzervace a Dostupnost a využívání genetických zdrojů rostlin a podpora biodiversity, konaného 26. listopadu 2003, CHI s.r.o. Žatec a 24. listopadu 2004, Oseva PRO s.r.o. VST Zubří.
- Galano T., Fininsa Ch., Bultos G. 2009. Effects of Net Blotch (*Pyrenophora teres*) on Malt Barley Yield and Grain Quality at Holeta, Central Ethiopia. *EASJ*, 2, 2: 150–158.
- Psota V., Bradová J. 2009. Historical varieties of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and their use as genetic resources of malting quality. *Agriculture*, 55, 1: 2–9.
- Stehno Z., Dotlačil L., Faberová I. 2008. Evaluation of Czech wheat, triticale and winter barley collections of genetic resources aimed at their use in breeding, pp. 38–42, In: Proceedings of the International Scientific Meeting „Use of Genetic Resources of Cultivated Plants“, Žatec, ČR.

Volba správného termínu ošetření ozimých obilnin fungicidy na příkladu ječmene ozimého

(Accurate Term of Winter Cereals Fungicide Treatment on Example of Winter Barley)

Tvarůžek Ludvík, Vyšohlídková Markéta, Spáčilová Václava, Horáčková Simona, Bílovský Jan
Agrotest Fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn

Bylo zkoušeno 7 fungicidních systémů dvou ošetření, které byly aplikovány ve třech různých dávkách: plné – 100%, dávce snižené na 50 % a dávce snižené na 30 %. Fungicidní systémy byly rovněž aplikovány v časově rozdílných termínech, které zohledňovaly stav vývoje porostů a vývoj napadení hnědou skvrnitostí. První ošetření bylo provedeno při výskytu 5% napadení listu F-1 a příznivých podmínkách počasí k rozvoji epidemie. Druhé ošetření bylo provedeno o 12 dnů později.

Napadení horních dvou listů bylo nižší při pozdějších termínech aplikace fungicidů. Snižování dávky fungicidů bylo zřetelné ve větším napadení nižších listových pater. Nebyl zjištěn průkazný rozdíl v účinku časně nebo opožděné aplikace za podmínky, že byly aplikovány 100% dávky použitých přípravků. Při redukci dávek na polovinu popřípadě na třetinu došlo k významnému snížení výnosu pouze v časnějším aplikačním termínu.

Klíčová slova: fungicid, obilnina, ječmen ozimý, termín aplikace, dávka fungicidu

Abstract

Seven fungicidal systems of two treatments were applied in different rates: full-100%, reduced rate to 50% and reduced rate to 30%. Also different times of application were evaluated based on plant infection level of net blotch. First treatment has been made in conditions of 5 % net blotch infection on leaf insertion F-1.

Final infection level of upper leaves was lower after later treatments with fungicides. Reduction of fungicide rate increased the infection of lower leaves. There were not found any significant differences between early and later treatments with fungicides exclusively in the use of full rate only. The reduction of rates to 50 % or 30 % resulted in yield reduction. It has been found in earlier terms of treatment only.

Key words: fungicide, cereals, winter barley, application term, rate of fungicides

Úvod

Správný okamžik, kdy je porost ošetřen fungicidy je vedle volby účinné látky a schopnosti rozpoznání škodlivého organismu, proti němuž je zásah prováděn, základní podmínkou úspěšné ochrany. Existuje několik důvodů, proč je doporučováno aplikovat fungicidy na počátku rozvoje epidemie choroby: rostlina dosud nemá nevratně poškozeny vegetační orgány, původce choroby se nachází v primárních fázích patogenese, je možné cíleně použít přípravků s převážně preventivním účinkem, jakými jsou například látky ze skupiny strobilurinů.

Ozimý ječmen je plodinou, která svým vývojem v jarním období dosahuje významného předstihu před ječmenem jarním a je také výrazně časněji napadána chorobami. Především listové skvrnitosti byly v roce 2010 u náchylných odrůd příčinou výrazného snížení výnosů.

Nejvíce jsou porosty ječmene v posledních letech poškozovány komplexem listových skvrnitostí: původcem hnědé skvrnitosti ječmene (*Pyrenophora teres*) a rhynchosporiové spály obilnin (*Rhynchosporium secalis*), nicméně závažnost výskytu ramuláriové skvrnitosti (*Ramularia collo-cygni*) doznala v letech 2009 a 2010 v oblasti Kroměříže epidemické hranice.

Na otázku správného načasování ochranného zásahu je zaměřena celá řada prognostických modelů, které vycházejí především ze známých závislostí vývoje houbových chorob na průběhu počasí (Verreet a kol., 2000, Sussi a kol., 2002, Audsley a kol., 2005). Pro porovnání důsledků různého načasování aplikace fungicidů jsme provedli pokus, ve kterém jsme aplikovali několik fungicidních programů v časově výrazně odlišných termínech: v době počátku vývoje epidemie chorob a nebo výrazně opožděně v době již plně rozvinuté epidemie.

Materiál a metody

Odrůda ozimého ječmene Campill byla vyseta dne 7. října 2010 po předplodině řepce ozimé. S cílem zvýšení infekčního tlaku listových chorob byla po vzejití do parcel rozhozena infikovaná sláma ozimého ječmene, pocházející z porostu silně napadeného ramuláriovou a hnědou skvrnitostí ječmene. Sláma byla pro rovnoměrnost pokrytí pokusné plochy podrcena na kousky o velikosti 3–5 cm. Celkem bylo na pokusnou plochu 500 m² rozhozeno 6 pytlů infikované slámy.

V jarním období byl porost ošetřen proti plevelům přípravkem Kantor Plus (33 g/ha + 220 l vody – 9. 4. 2010), jednou přihnojen dusíkem (22. 4. 2010 : DAM 390 100 l/ha) a ošetřen regulátorem růstu proti poléhání (26. 4. 2010: Moddus 0,8 l/ha).

V růstové fázi BBCH 33 (objevení se třetího kolénka) se objevilo na rostlinách zřetelné napadení hnědou skvrnitostí, které překročilo 5 % hranici. Tento stav nastal dne 30. 4. 2010 a tentýž den bylo provedeno u části pokusných variant první ošetření fungicidy. Termín ošetření byl označen jako T_{start}.

Bylo zkoušeno 7 fungicidních systémů, které byly aplikovány ve třech různých dávkách: plně – 100%, odpovídající doporučení

Tab. 1: Základní dávky (l/ha) zkoušených přípravků

T1, BBCH 33, 30. 4. nebo BBCH 35, 12. 5. 2010	T 2 BBCH 55, 28. 5. nebo BBCH 61, 4. 6. 2010
1. Bumper Super 1,0	Zamir 1,25
2. Charisma 1,0	Acanto 0,5+ Staccato 0,4
3. Topsin M 70 WP 0,5 + Impact 0,5 + Spartan 0,1	Tendency 25 0,5 + Impact 0,5+Spartan 0,1
4. Stereo 312,5 EC 1,6 + Amistar 0,4	Artea plus 0,5
5. Amistar Opti 1,6 + Artea Plus 0,4 l/ha	Artea plus 0,5
6. Juwel Top 0,8	Swing Top 1,2
7. Fandango 200 EC 1,0	Prosaro 250 EC 0,75

použití a dále dávce snižené na 50 % a dávce snižené na 30 %. Zbývající pokusné varianty byly ponechány další necelé dva týdny bez fungicidního zákroku a teprve pak bylo ošetřováno (dne 12. 5. 2010 – T_{start}+12dní), opět dávkou 100 % a vedle dávkou poloviční – 50 %.

Druhé aplikace byly provedeny v polovině metání (28. 5., BBCH 55) respektive v počátku kvetení – 4. 6. (BBCH 61) podle shodného schématu. Byly zkoušeny následující fungicidy:

V průběhu vývoje porostů bylo hodnoceno napadení chorobami a bylo provedeno rovněž výnosové vyhodnocení. Vývoj chorob byl zaznamenán pro jednotlivá listová patra. Byl sledován jak počet nekrotických skvrn na listovém povrchu praporcového listu, tak procento napadení na nižších listových inzercích.

Výsledky a diskuze

V den první aplikace, která byla provedena v termínu označeném T_{start}, bylo průměrně přes 5 % listového povrchu pokryto typickými příznaky napadení původcem hnědé skvrnitosti. Také M. Field (2010) doporučuje hranici 5–10 % viditelných příznaků napadení hnědou skvrnitostí jako dostatečnou pro aplikaci fungicidů.

Časový odstup od tohoto prvního objevení se výše uvedených příznaků napadení až do doby termínu opožděné aplikace 12.5. byl téměř dvoutýdenní. Průběh počasí byl po celou dobu příznivý pro infekci houbovými chorobami, bylo deštivo (za dvanáct dnů napršelo 48,3 mm srážek) a téměř trvale zataženo. Rozvoj chorob v tento den je uveden souhrnně pro ještě neošetřený porost v tab. 2. Jedná se tedy o ideální situaci, kdy v časovém úseku téměř dvou týdnů se nepřetržitě vyskytovaly dobré podmínky pro infekci.

V tabulce 3 jsou výsledky hodnocení napadení posledního (praporcového) listu ze dne 15.6., kdy bylo již všechny varianty pokusu dvakrát ošetřeny. S výjimkou první fungicidní varianty byl ve všech dalších případech viditelný výrazně lepší ochranný účinek zpožděných termínů ošetření. Nejlepší zdravotní stav byl zjištěn po aplikaci fungicidů Charisma 1,0 l/ha / Acanto 0,5 + Staccato 0,4 l/ha. Podíváme-li se na hodnocení druhého horního listu ve stejném termínu (tab. 4), je i zde patrný zlepšený zdravotní stav při pozdějším termínu ošetření.

Současně je však třeba zdůraznit, že se již výrazně projevilo zhoršení zdravotního stavu při snížení aplikované dávky. Tato skutečnost je patrná v obou časově odlišných systémech ošetřování.

Výnosové srovnání ukazuje, že nebyl zjištěn průkazný rozdíl v účinku časné nebo opožděné aplikace za podmínky, že byly aplikovány 100% dávky odpovídající doporučení výrobců (obr. 1). Při redukci dávek na polovinu popřípadě na třetinu došlo k významnému snížení výnosu pouze v časnějším aplikačním termínu. Je vysoce pravděpodobné, že se jedná

Tab. 2: Hodnocení napadení porostu listovými chorobami dne 12. 5. 2010

hodnocený list	zjištěný patogen	hodnocení dle	napadení
F-1	<i>Pyrenophora teres</i>	počtu skvrn	Ø 0,97
F-2	<i>Blumeria graminis</i>	metodiky	0,47 %
F-2	<i>Pyrenophora teres</i>	metodiky	5–10 %
F-3	<i>Blumeria graminis</i>	metodiky	5–10 %
F-4	<i>Blumeria graminis</i>	metodiky	5–10 %
F-4	žlutá skvrna blíže neurčená	počtu skvrn	Ø 1–2

Tab. 3: Napadení praporcových listů hnědou skvrnitostí (%)

hodnocení: 15. 6. 2010, listová inzerce: F						
P. teres	Kontrola	T _{start} 100%	T _{start} 50%	T _{start} 30%	T _{start} 100% + 12 dní	T _{start} 50% + 12 dní
ošetření		30. 4. 28. 5.	30. 4. 28. 5.	30. 4. 28. 5.	12. 5. 4. 6.	12. 5. 4. 6.
Kontrola	50–75	BBCH 33				
1	50–75	10–25	10–25	25–50	10–25	25–50
2	50–75	1–5	1–5	5–10	1–5	1
3	50–75	5–10	5–10	5–10	5	5
4	50–75	10–25	10–25	10–25	5	5
5	50–75	10–25	10–25	25	5	5–10
6	50–75	10–25	5–10	5–10	5–10	25
7	50–75	10–25	5–10	25–50	25	10–25

Tab.4: Napadení podpraporcových listů hnědou skvrnitostí (%)

hodnocení: 15. 6. 2010, listová inzerce: F-1						
P. teres	Kontrola	T _{start} 100%	T _{start} 50%	T _{start} 30%	T _{start} 100% + 12 dní	T _{start} 50% + 12 dní
ošetření		30. 4. 28. 5.	30. 4. 28. 5.	30. 4. 28. 5.	12. 5. 4. 6.	12. 5. 4. 6.
Kontrola	100					
1	100	50–75	25–50	50–75	50–75	100
2	100	5–10	5–10	25	5	5–10
3	100	25–50	10–25	25	25–50	10–25
4	100	25–50	25–50	25–50	10–25	10–25
5	100	25–50	50–75	50–75	10	10–25
6	100	25–50	10–25	10–25	10	50
7	100	25–50	10–25	50–75	25–50	50–75

Obr. 1: Průměrný výnosový efekt zkoušených fungicidních systémů



o předčasné odeznění ochranného účinku snížených dávek, které při časnějších aplikačních termínech nezabrání obnovení patogenního procesu v době tvorby zrna. To má vždy v podmínkách silné epidemie za následek předčasné ukončení procesu dozrávání a redukcí výnosových parametrů.

Závěr

V našich klimatických podmínkách je nutné při plánování fungicidní ochrany pamatovat na to, že v naprosté většině

případů je průběh počátku léta (přelomu měsíců června a července) vlhký, s lokálními bouřkami, doprovázenými vysokými teplotami. V tomto období již není možné nijak jinak ovlivnit vývoj listových popřípadě klasových chorob obilnin, než spolehlivou a dlouhotrvající a především co nejpomaleji odeznívající fungicidní clonou. Tu poskytnou pouze správně zvolené přípravky aplikované v posledním hygienicky přípustném termínu, kdy jsou klasy plně vymetány. Celý, tomtu období předcházející, systém ochrany proti chorobám je třeba od uvedeného mezníku odvodit.

Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory projektu NAZV evid. č. QH71213 a projektu MSM2532885901.

Adresa autorů:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, Agrotest fyto, s.r.o.,
Havlíčková 2787/121, 767 01 Kroměříž
e-mail: tvaruzek.ludvik@vukrom.cz

Recenzováno

Literatura

- Audsley, E., Milne, A., Paveley, N. (2005): A foliar model for use in wheat disease management decision support systems. *Annals Appl. Biol.*, 147: s. 161–172.
- Field, M. (2010): Barley diseases. Pest Fax, Western Australian Agriculture Authority, 2010, Issue No.14–13, August, 2010
- Sussi A., Perini, A., Olivetti, E. (2002): Plant diseased models. Critical issues in development and use. Centro Per la Ricerca Scientifica Tecnologica, Technical Report No. 0294-12.
- Verreet, J. A., Klink, H., Hoffman, G. M. (2000): Regional monitoring for disease prediction and optimization of plant protection measures: the IPM wheat model. *Plant Disease*, 84, 8, 2000: s. 816–826.



Ozimý ječmen je díky své ranosti zásobárnou infekce pro jarní ječmene v širokém okolí

Nástin výsledků monitoringu chorob a škůdců z Moravy a Slezska v roce 2010 získaných v rámci projektu Monitoring, signalizace a doporučení

Bílovský Jan, Horáčková Simona, Matušinský Pavel, Spáčilová Václava,
Tvarůžek Ludvík, Vyšehliďová Markéta, Spitzerová Dagmar
Agrotest Fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Úvod

V polovině března 2010 započal Agrotest fyto s.r.o. Kroměříž s praktickou tvorbou sítě pozorovacích míst na Moravě a ve Slezsku, ve spolupráci se Zkušební stanicí v Klukách, která se touto činností zabývá na území Čech. Dvanáct pozorovatelů a pozorovatelů – Simona Horáčková, Pavlína Křivanová, Eva Leciánová, Václava Spáčilová, Dagmar Spitzerová, Ivana Tomická, Markéta Vyšehliďová, Jan Bílovský, Stanislav Krofta, Pavel Matušinský, Ludvík Tvarůžek a Roman Vrbíček působilo v rámci projektu Monitoring, signalizace a doporučení (MSD) na území 4 krajů a 12 okresů: na Hodonínsku (dále jen HO), Jihlavsku (JI), Kroměřížsku (KM), Novojičínsku (NJ), Olomoucku (OL), Opavsku (OP), Prostějovsku (PV), Přerovsku (PR), Třebíčsku (TR), Uherskohradištsku (UH), Zlínsku (ZL) a Znojemsku (ZN).

Pravidelně v týdenním intervalu sledovali 54 porostů pšenice ozimé (proběhlo 641 pozorování), 17 porostů ječmene ozimého a 1 porostu žita ozimého (109 šetření), 42 lokalit ječmene jarního (383 záznamů pozorování), 45 stanovišť řepky olejky (451 vstupů do porostů), kukuřice seté na 11 lokalitách (51 záznamů), 11 stanovišť řepy cukrovky (44 pozorování), 20 lokalit máku setého (135 šetření), 4 lokality hrachu setého (22 záznamů) a po jednom porostu brambor a lnu olejného většinou jednou týdně. Shrnutí pozorování získávali pěstitelé den po venkovním šetření formou 20 situačních zpráv. Výsledky laboratorních rozborů, které prováděl tým RNDr. Ivany Polišenské, Ph.D. a vyhodnocení výsledků spolu s doporučeními pro přihnojení, které prováděla Ing. Radomíra Stráalková, Ph.D., byly zařazeny vždy v nejbližší situační zprávě.

Nejdůležitější pozorování a výsledky analýz jsou stručně shrnuty v následujícím textu.

Nástin průběhu počasí během vegetace

V polovině března nastalo oteplení a začala vegetace. Klimatická situace byla absolutně odlišná od trendu suchých jar posledních let. Již v druhé dubnové dekádě byly zaznamenány na území Moravy a Slezska velmi bohaté, avšak celkově proměnlivé srážkové úhrny. Nejméně srážek spadlo podle našich měření na OL (12–14 mm), nejvíce na NJ (58–60 mm). Na většině území dosahovaly průměrné hodnoty 25–40 mm. Přivalové deště z první poloviny dubna místy ztížily až znemožnily zdárný průběh klíčení řepy a máku. Nadále přetrvávaly nízké noční teploty, což zpomalovalo růst rostlin. Na konci dubna spadlo v oblasti Moravy a Slezska minimum srážek (do 2 mm), nejvíce na Vysočině (4–6 mm). Noční teploty řadu dní klesaly pod bod mrazu. Denní vyšší teploty a suché počasí podporovaly nálet škůdců do porostů polních plodin.

Po dešťových srážkách, které byly na počátku května vydatnější (5–18 mm), došlo k ochlazení. Nejvydatnější byly srážky v polovině května, kdy se na sledovaných stanovištích srážkový úhrn pohyboval v širokém rozpětí od 15 (TR, ZN) do 72 mm (NJ) (na 3/5 pozorovacích bodech byl úhrn od 20 do 41 mm). Místy se objevily průtrže mračen spojené se smyvy ornice do intravilánu (OP), místy krátkodobé lijáky spojené s krupobitím (KM), na více místech byla překročena retenční schopnost půdy – rostliny stály ve vodě.

Ústředním motivem druhé půle května byly na Moravě a ve Slezsku vytrvalé srážky, spojené s přívalovými dešti, krupobitím, sněžením a větrem vyvracejícím stromy. Podle údajů ČHMÚ dosáhly srážkové úhrny v týdnu od 10. do 16. května až 800 % dlouhodobého průměru (kupříkladu PR 486 % a OP 296 %) a v týdnu od 17. do 23. května až 415 % dlouhodobého průměru (PR 312 % a OP 185 %). Srážkové úhrny na konci května byly velice rozdílné, na jednotlivých pozorovacích bodech v rozmezí od 10 do 50 mm, převažoval úhrn kolem 35 mm. Déšť padal s různou intenzitou, nejzřetelnější výkyvy se objevily na Vyškovsku a Brněnsku.

Na počátku června byly opětovně zaznamenány vydatné srážky, od 30 (JI) do 47 (OP, UH) mm. Po vydatných květnových deštích byla půda nasycená vodou, při každých srážkách voda rychle stékala do vodních toků, místy docházelo k záplavám. V polovině června denní teploty opakovaně přesáhly 30 °C. Následovalo bouřkové počasí, které provázel znovu silný vítr a místy i vydatné srážky (až 40 mm), týdenní úhrn srážek se pohyboval od 25 do 60 mm. Znovu byla z polí odplavována půda, zejména v porostech brambor a kukuřic. Místy padaly kroupy, které mechanicky poškozovaly listy rostlin (Vysočina, Slezsko). Mnoho porostů bylo již delší dobu podmáčených, ozimy se vzpamatovávaly až překvapivě dobře, dlouhodobě zaplavené porosty odumíraly. V týdnu před letním slunovratem došlo k výraznému kolísání teplot vzduchu. Týdenní srážkové úhrnu byl 2–61 mm – nejvydatněji na ZN (21–51 mm) a na TR (20–61 mm).

Ke konci června jsme naměřili do 3 mm, čímž skončilo dvanáctitýdenní období vydatných srážek, kdy podle ČHMÚ spadlo 70–80 % ročního srážkového úhrnu. Nejvíce v Beskydech (na Frýdeckoměstce 460 z 600 mm, na Vsetínsku 400 z 530 mm) a na Ostravsku 380 z 500 mm. Z oblastí, kde probíhal monitoring, pak nejvýrazněji přišlo na PR a NJ 380 z 470 mm. Podobná byla situace i na KM a OP, kde bylo zachyceno 350 ze 460 mm (resp. 420 mm). Shodný stav byl v jesenickém podhůří, kdy na Jesenicku a OL spadlo 300 z 390 mm, přičemž podobné podmínky byly i v samotných Jeseníkách (na Šumpersku – 280 z 390 mm a na Bruntálsku – 260 z 380 mm). Na jižní Moravě byly srážky nejvydatnější na Břeclavsku (280 mm) a na HO a ZN (260 mm).



Rybník v Hlušovicích

V první polovině července převažovalo jasné a teplé počasí, kdy se v porostech voda objevovala hlavně v podobě rosy. Srážky, místy s bouřkami, nebyly nijak vydatné (UH do 18 mm). V druhé polovině července se střídaly tzv. tropické dny, kdy denní teploty vystupovaly nad 30 °C. Projevily se bouřky místně s vydatnými srážkami. Po krátkodobém výrazném ochlazení denní teploty znovu překročily 30 °C. Na konci července se znovu objevily bouřky s hojnými přeháňkami (dvoutýdenní úhrny až 65 mm), půdy byly velmi vlhké až podmáčené, místně byla hladina vody na polích nad úrovní terénu, byly patrné stopy eroze.

Proměnlivé počasí v srpnu výrazně ztížilo průběh sklizňových prací, žně se neúměrně protáhly. Chladné a deštivé počasí na přelomu srpna a září bylo pro přípravu půdy pro setí mimořádně nevhodné. Navíc již od deštivého jara byl půdní horizont trvale nasycen vodou a na řadě polí se stroje stále bořily. Po deštivém a poměrně chladném konci září se počátkem října oteplilo. Průběh počasí zapříčiňoval opoždování polních prací. Václavské babí léto, charakteristické ranními mrazíky, místními mlhami a v poledne prohráté Sluncem plynule přešlo v tereziánské babí léto, kdy teploty výrazně klesaly (OP opakovaně k –7 °C), citelně se zkracoval bílý den a ubývalo slunečního záření, což bylo letos umocněno delší teplotní inverzí. V první polovině října byly srážkové úhrny na řadě míst toliko v podobě silné rosy. Říjen byl celkově hodnocen jako měsíc teplotně mírně podprůměrný, s hluboce podprůměrnými měsíčními úhrny srážek, s nadprůměrnou délkou slunečního svitu.

Pšenice ozimá

Ve třetí březnové dekádě (BBCH 23–25) po roztátí sněhové pokrývky bylo nejzřetelnější napadení plísní sněžnou (*Monographella nivalis*, anamorfa *Microdochium nivale*), která nejčastěji napadla jednotlivé rostliny, vyskytla se ohniskovitě (odumírala až pětina napadených rostlin) a místně i plošně (40 % porostů na OL, Svitavsku a TR). Významné bylo i napadení braničnatkou pšeničnou (*Mycosphaerella grami-*



Poutní kostel na Sv. Antonínku

nicola, anamorfa *Septoria tritici*) do 5 %, místně však byl zjištěn až kalamitní výskyt (OL).

V první dekádě dubna (BBCH 10-29, převážně druhá odnož až plně odnožování) byl zřetelnější rozsah poškození plísní sněžnou, byla nalézána braničnatka pšeničná, ojedinělé výskyty rzi travní (*Puccinia graminis*) a paluškové hniloby (*Typhula incarnata* et *Typhula ishikariensis*). Z hospodářských porostů bylo odebráno 67 vzorků a z odrůdových pokusů (OP, PR, NJ) 58 vzorků pro vyhodnocení chorob pat stébel a listových chorob vizuálně a pomocí kultivačních testů. Po vizuálním vyhodnocení bylo u čtvrtiny vzorků z hospodářských porostů zjištěna více než polovina rostlin se silně zahnědlými bázemi stébel (KM, HO, NJ, PR, OL).

Ve druhé dekádě dubna (BBCH 23-31, převládající BBCH 23-25 a 29-30) byl pozorován slabý až střední výskyt padlí travního (*Blumeria graminis*) na horních listech (1–10 %), silný na dolních listech (25–50 % ZL, KM, OL, OP), místy byla zjištěna nová epidemie s kalamitním výskytem. V některých porostech byla nepřehlédnutelná braničnatka pšeničná, ojediněle byly patrné projevy viróz. Při kultivační analýze přítomnosti původců chorob pat stébel bylo zjištěno, že plíseň sněžná již nebyla dominantním problémem u odnoží, které neodumřely v počátku jara. I při analýze nekroticky zahnědlých bází stébel byl tento patogen prokázán na úrovni necelých 10 % rostlin. Podobná situace byla u hnilob rostlin, způsobených houbami z rodu *Fusarium*, avšak v této kategorii bylo zjištěno několik vysoce nadlimitních porostů. Původce pravého stéblolamu (*Oculimacula yallundae*, syn. *Tapesia yallundae* et *Oculimacula acuformis*, syn. *Tapesia acuformis*, anamorfa *Pseudocercospora herpotrichoides*, syn. *Ramulispora herpotrichoides* et anamorfa *Pseudocercospora herpotrichoides* var. *acuformis*, syn. *Ramulispora herpotrichoides* var. *acuformis*) byl v této skupině analyzovaných porostů zastoupen omezeně, na významně nižší úrovni, než bylo zjištěno v minulých letech. Byl sledován výskyt kohoutka černého (*Oulema melanopus*) a bzunký ječné (*Oscinella frit*).

Ve třetí dekádě dubna (BBCH 23 (TR) až 32, polovina porostů ve fázi prvního kolénka) stagnoval výskyt padlí a listových

25 %) a deštivé počasí významně omezovalo klíčení jeho konidií. Braničnatka pšeničná napadla místy až 25 % porostu a pokračovala v intenzivním rozvoji.

Výsledky laboratorního rozboru potvrdily přibližně 50 % podíl porostů, které byly virózami na podzim infikovány. Z 52 odebraných vzorků ze 12 okresů bylo 25 negativních z 9 okresů (KM, ZL, OP, UH, ZN, OL, PV, NJ, TR), 21 pozitivních WDV z 9 okresů (HO, KM, PR, ZL, UH, TR, PV, ZN, OL), 3 pozitivní BYDV ze 3 okresů (TR, PR, HO) a 3 pozitivní na BYDV i WDV ze 2 okresů (KM, HO).

V druhé dekádě května (BBCH 32-37, 2/3 porostů BBCH 33-34) byl výskyt chorob listů mírný s lokálními nárůsty nad hranice škodlivosti. Porosty s vyšším napadením padlím (25 % PR, OL, ZL) nebo braničnatkou pšeničnou (10 % PR, 10–25 % KM) pravděpodobně nebyly fungicidně ošetřeny. Byly nalezeny první příznaky choroby působené houbou *Pyrenophora tritici-repentis*, anamorfa *Drechslera tritici-repentis*. U řady porostů bylo patrné poškození bzunkou (KM, OL). Byly nalézány pobytové stopy úživného žíru kohoutků (*Oulema* sp.).

Ve třetí dekádě května (BBCH 32-61, polovina porostů BBCH 37-39) docházelo k významnému zhoršování zdravotního stavu rozvojem braničnatky pšeničné. Choroba byla lokalizována převážně na třetí a čtvrté listové inzerci (25 % OP, ZL, OL a 40 % NJ). U padlí byl zjištěn nárůst napadení místy (10 % NJ, OL, PV, HO). Ojediněle byl pozorován výskyt rzi pšeničné (*Puccinia triticea*, syn. *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) (HO). V některých oblastech byla pozorována mechanická poškození listových čepelí, projevující se jako vybělené nekrózy, zaškrcení listových špiček či jejich zřetelné příčné přelomení. Nejednalo se o chorobný stav, ale spíše o důsledek mechanického poškození listů přívalem srážkami. Projevy se lišily také mezi odrůdami, pravděpodobně v závislosti na orientaci listů v porostu a pevnosti jejich pletiv.

Nedostatek kyslíku v zamokřené půdě se projevoval i fyziologickým žloutnutím nejnižších listových pater a výskytem nespecifických skvrnitostí. Silné podmačení se negativně

promítlo do hospodaření s dusíkem, proto byly odebrány vzorky rostlin na rozbor. Objevovala se rez pšeničná (do 5 %) a začínala se šířit braničnatka plevová (*Phaeosphaeria nodorum*, anamorfa *Stagonospora nodorum*) (až 10 %). Byly pozorovány larvy kohoutků, sporadicky kyjatky.

Na počátku června (BBCH 32 (ZN) až 65 (HO); polovina porostů BBCH 45-51) začalo zrychlené stárnutí spodních listových pater se žloutnutím a odumíráním listů. V teplejších oblastech se intenzivně rozvíjela epidemie rzi pšeničné, místně byla zaznamenána *Drechslera tritici-repentis*. Mnoho porostů bylo silně napadeno braničnatkou pšeničnou (20 % OL; 25 % ZL, PR, HO, OP; 30 % PV; 50 % OP a 70 % NJ) a padlím (10 % OP, KM, ZN a 20 % OL).

Na konci prvního červnového týdne (BBCH 39-69, 4/5 porostů BBCH 51-61) vytvořila vysoká vlhkost porostů spolu se zvýšenými teplotami vzduchu ideální podmínky rozvoje chorob. Zdravotní stav pšenice se výrazně zhoršoval. Vedle braničnatky pšeničné (15 % PV, 20 % OL, 25 % PR a až 50 % OP) přibývalo prokázaných výskytů dalších původců skvrnitostí (*Stagonospora nodorum*, *Microdochium nivale*, *Drechslera tritici-repentis*). Lokálně narůstal výskyt rzi pšeničné a padlí (15 % OP, 20 % PV). Časný výskyt houby *Microdochium nivale* (stejný patogen, který způsobil plíseň sněžnou) signalizoval možnost výrazného napadení horních listů a popřípadě i klasů (například rozsáhlé oblasti podél řeky Moravy OL 15 %).

Vysoké úhrny srážek způsobily nevídaný odliv dostupného dusíku v půdě, což se prokázalo u souboru 47 vzorků pšenice ozimé odebraných v růstových fázích počátek metání až plné vymetání, u nichž byl stanoven obsah celkového dusíku a vyhodnocen výživný stav rostlin. Z odebrané partie vzorků bylo 6 % vzorků rostlin dostatečně zásobeno dusíkem (PV, KM, OL), 26 % vzorků rostlin mělo mírný nedostatek dusíku (PV, OL, OP, ZN, ZL, KM), 40 % střední (KM, OP, HO, ZL, UH, ZN, OL, NJ, PR) a 28 % hluboký nedostatek dusíku (NJ, PR, HO, KM, UH). Podle hustoty klasů bylo 9 % pozemků s řídkým porostem, 72 % pozemků se středně hustým porostem a 19 % pozemků s hustým porostem. Obecně bylo možné konstatovat, že na 6 % pozemků nebyla aplikace dusíku zapotřebí, na 17 % pozemků bylo třeba aplikovat dusík 50 kg/ha, na 60 % pozemků bylo třeba aplikovat 40 kg/ha a na 13 % pozemků 30 kg/ha.

V polovině června (BBCH 59-75, 4/5 porostů kvetlo) se skvrnitosti listů vyskytovaly už i na praporcových listech s častými projevy žloutnutí a chloróz listů. Týkalo se to zejména braničnatky pšeničné (25 % OP, ZL, KM, HO, UH a až 50 % NJ, PR), a padlí (20 % PV, KM a až 50 % PR, HO), avšak maximálního rozvoje počínala dosahovat i rez pšeničná (10 % PR a až 50 % HO). Byl vhodný čas k ošetření proti klasovým fuzáriím, listovým chorobám a potlačení mšic a kohoutků.

Na konci třetího červnového týdne (BBCH 61-75, 3/4 poros-

tů BBCH 65-71) pokračovaly listové choroby v kolonizaci listových pletiv v závislosti na účinnosti předešlých aplikací fungicidů. V řadě případů se podařilo zastavit infekci braničnatkou pšeničnou na praporcových listech, projevující se nekrózami. Tyto skvrny byly zřetelně ohraničeny a dále se nerozvinuly (OL, PV, KM). Na listech F1 bylo možné nalézt i padlí (25 %), ojediněle rez pšeničnou a rez plevovou (*Puccinia striiformis*). Místy se dále rozvíjelo napadení patogenem *Microdochium nivale*. V celé sledované oblasti došlo ke zhoršení zdravotního stavu u odrůdy Pannonia NS, což však nebylo způsobeno nedostatečnou péčí hospodářů, nýbrž průběhem počasí. V klasech byly zaznamenány ojedinělé výskyty braničnatky plevové (ZN 10 %) a padlí (NJ).

Na konci června (BBCH 69-75, 3/5 porostů střední mléčná zralost) pozvolně pokračoval rozvoj listových chorob, místy se objevovaly příznaky chorob klasů. Braničnatka pšeničná se vyskytovala na listech F1 30-75 %, některé porosty byly jejím výskytem desikovány (hnízda F1 100 %, místy zaschla všechna listová patra). Dramaticky přibývalo usychajících rostlin v důsledku chorob pat stébel. V klasech byly pozorovány slabé, místy až střední výskyty mšic a jejich svleček (PR), na listech kolonie mšic, ojediněle larvy kohoutků.

V první polovině července (BBCH 77-92, 2/3 porostů v růstové fázi voskové zralosti) dramaticky přibývalo usychajících rostlin v důsledku chorob pat stébel, podle výsledků laboratorních rozborů se to týkalo až třetiny sledovaných porostů. Toto výrazné zhoršení bylo důsledkem extrémního průběhu počasí v měsíci květnu. Rostliny napadené stéblolamem nouzově dozrávaly, což velmi ztěžovalo hodnocení výskytu fuzárií v klasech. Mnohé případy byly sporné, ať se jednalo o vrcholky klasů s bílými, leč sterilními klásky anebo s bílými klasy v důsledku odumírání celých rostlin. S určitostí bylo možné poukázat na fuzária pouze v případě již vytvořených oranžových ložisek plných konidií.

Na počátku října (BBCH 00-13, kdy většina porostů vzházela) bylo nezbytné se zaměřit na přítomnost vektorů viróz – místy



Krajina pod Lysou Horou

hojných křísků a mšic. V polovině října se porosty nacházely ve fázích BBCH 05 až 13, většina porostů byla ve fázích jednoho až dvou rozvinutých listů. Na začátku listopadu (BBCH 05 až 24, třetina sledovaných porostů se nachází ve fázích dvou až tří rozvinutých listů a třetina ve fázi počátku odnožování) byl zdravotní stav převážné většiny pozorovaných porostů hodnocen jako dobrý.

Po úplném vzejití porostů, v období odnožování, byly provedeny odběry rostlin pro laboratorní stanovení přítomnosti původců viróz jako obvykle ve spolupráci s kolegyněmi a kolegy ze Zkušební stanice v Klukách v rámci celé České republiky. Na základě dosavadních 83 rozborů vyplývá, že u žádné sledované pšenice (68 porostů), ječmene (13 porostů) ani žita (2 porosty) nebyla zjištěna přítomnost WDV a pozitivní výskyt BYDV pouze u jediného porostu pšenice (Kolínsko).

Ječmen jarní

Ve třetí dekádě dubna (BBCH 12-25, polovina porostů BBCH 21-23, třetina porostů ve fázi třetí viditelné odnože) se ojediněle vyskytovaly listové skvrnitosti a řady nekróz, kdy se jednalo o fyziologické reakce rostlin. Byl zjištěn začínající výskyt padlí. U třetiny porostů byly nalezeny pozerky dřepčků.

V první dekádě května (BBCH 17-25) se objevovaly první kupky padlí. Nepravidelně byly zjištěny výskyty hnědé skvrnitosti (*Pyrenophora teres*, anamorfa *Drechslera teres*). V druhé dekádě května (BBCH 14 (TR)-33 (UH), třetina porostů BBCH 21-24, třetina BBCH 27-31) kořenový systém doznal výrazných přírůstků a růst rostlin byl díky dostatku vláhy a chladnějšímu rázu počasí velmi bujný, místy hrozilo poléhání. Podobně vzházela i plevelná vegetace, například řepka, jejíž semena se při podzimní orbě dostala z hlubšího půdního profilu do povrchových vrstev. Listové choroby se u jarních ječmenů vyskytovaly v omezené míře a řada porostů byla naprosto zdravá. Od druhé dekády května byly pozorovány pozerky kohoutků, jejich vajíčka od třetí květnové dekády a larvy od první červnové dekády.

Ve třetí květnové dekádě (BBCH 22-37, většina porostů ve fázi první poloviny sloupkování) byla řada ploch v důsledku srážek v předcházejících týdnech silně podmáčená, což působilo fyziologické žloutnutí rostlin. Narůstal počet ploch napadených hnědou skvrnitostí (10–15 % listového povrchu) a vytvořilo podmínky pro následný rozvoj epidemie v důsledku sekundární infekce konidii. Napadení padlím významně nepokročilo.

Na počátku června (BBCH 29 (TR) až 49 (UH, HO), třetina porostů ve fázi objevení se praporcového listu, třetina porostů z chladnějších lokalit ve fázi 31-32 BBCH) byly porosty lokálně významně odlišné, jak v hustotě (počtu odnoží na rostlinu), tak ve výšce. Svou velkou roli hrála dispozice pozemku k podmáčení, kdy v jiných letech suchu odolávající lokality letos povětšinou trpěly značným zamokřením. V řadě případů docházelo k fyziologickým poruchám růstu a vývoje, žloutnutí rostlin, popřípadě odumírání sekundárních odnoží.

V první dekádě června byly pozorovány místy silnější výskyty kyjatek (PR, NJ) a ojedinělé výskyty larev kohoutků. Listové skvrnitosti doznaly v řadě případů pokroku v rozvoji epidemie, původce spály ječmene (*Rhynchosporium secalis*) se výrazně objevil v různých částech území, což v tomto období není zcela běžné a potvrzuje roli chladného a deštivého počasí. Konidie hnědé skvrnitosti ječmene se dále šířily a způsobovaly nové infekce vyšších listových pater náchylných odrůd. Na konci první dekády (BBCH 30-59 (čtvrtina porostů BBCH 39 a 41 a čtvrtina BBCH 49 a 51), došlo ke zhoršení zdravotního stavu. Problémem tohoto roku se stala celoplošná epidemie rhynchosporiové skvrnitosti. V porostech se nejčastěji vyskytovaly ohniska zcela poškozených rostlin. Padlí mělo vytvořeno optimální podmínky k rozvoji epidemie. Docházelo k postupu hnědé skvrnitosti ječmene do nejvyšších listových pater.

V druhé dekádě června (BBCH 37-71, 3/4 porostů BBCH 51-59) byla ojediněle pozorována snětivost klasů. Tam, kde nebylo účinně fungicidně zasaženo, pokračoval rozvoj houbového patogena *Rhynchosporium secalis* do vyšších listových pater. V porostech se i nadále vyskytovala ohniska zcela napadených rostlin. Hnědá skvrnitost ječmene při nedostatečném

fungicidním efektu atkovala všechny listové inzerce rostlin. Ve třetí dekádě června (BBCH 69-75, 3/4 porostů BBCH 71 a 75) byl zaznamenán počáteční výskyt hub rodu *Fusarium* v klasech. Hojný byl výskyt ohnisek rhynchosporiové skvrnitosti různé intenzity napadení. Byly pozorovány slabé výskyty mšic. Velká část porostů se vyrovnávala s dlouhodobým podmáčením.

V první polovině července (BBCH 77-92) docházelo k rychlému zasychání rostlin, podmáčené rostliny byly napadány černěmi. Při hodnocení výskytu fuzárií u klasech byla většina porostů bez viditelných příznaků jejich přítomnosti, v ojedinělých případech do 3 % rostlin v porostu. Na klasech ječmene se tvořila tmavší ložiska přímo v zrně, což se projevovalo tmavě hnědým zabarvením v klasu.



Haná z vrcholu Bradla

Ve třetí březnové dekádě byla v porostech nápadná přítomnost plísňe sněžné na jednotlivých rostlinách, v ohniscích i plošně. V první dekádě dubna (BBCH 22-25, polovina porostů ve fázi čtvrté viditelné odnože, porost žita BBCH 28) byly takřka u všech vzorků paty stébel silně zahnědlé. V druhé dekádě dubna došlo místy k nárůstu výskytů padlí na čtvrtém listu odshora (TR). Zaznamenán byl rovněž výskyt hnědé a rhynchosporiové skvrnitosti. Ve třetí dekádě dubna (BBCH 23-31, polovina porostů BBCH 31 BBCH, na JI BBCH 23) byly pozorovány slabé výskyty listových skvrnitostí a odebrány vzorky rostlin k ověření přítomnosti viróz (WDV a BYDV), místy bylo silné napadení padlím (JI), objevovaly se vajíčka kohoutků.

V první dekádě května (BBCH 30-33) se vedle silného napadení padlím (JI) vyskytovali původci listových skvrnitostí (*Pyrenophora teres* a *Rhynchosporium secalis*) v počátku rozvoje epidemie (do 5 % hodnoceného listového patra). Vyšetření na přítomnost původců viróz ze 14 testovaných ozimých ječmenů přineslo následující výsledky: 7 vzorků bylo negativních (OP, NJ, PR, JI a TR), 3 byly pozitivní na BYDV (NJ a PR) a u čtyřech vzorků prokázána přítomnost smíšené infekce (BYDV i WDV) (KM, NJ, TR). Jediný vzorek ozimého žita byl pozitivní na přítomnost BYDV (OP). Ve druhé dekádě května (BBCH 30-43, polovina porostů BBCH 37) byl na vzorku ječmene ozimého laboratorně potvrzen výskyt braničnatky pšeničné, jednalo se pouze o ojedinělý výskyt (PR, napadení 5%). Ve třetí dekádě května (BBCH 39-61, polovina porostů BBCH 51) docházelo k epidemickému rozvoji hnědé skvrnitosti ječmene, ale i dalších původců listových skvrnitostí (JI, *Rhynchosporium secalis*). Místy se až extrémně vyvinula epidemie padlí. Zdravotní stav žita byl dobrý.

Na počátku června (BBCH 51-61, polovina porostů BBCH 59) byl pozorován místy silný výskyt padlí (JI, 50% na listech F-3) a rovněž rhynchosporiové skvrnitosti (JI, 25% na listech F-2). Porost žita vykazoval dobrý zdravotní stav. Na konci prvního červnového týdne (BBCH 59-69, polovina porostů BBCH 61) se objevovalo padlí na horních listech od 1 do 5 % (TR), hnědá skvrnitost od 3 do 10% (TR a PR), rhynchosporiová skvrnitost od 5 do 25% (JI), zaznamenán byl výskyt prašné sněti. U žita se začínala objevovat rez (*Puccinia dispersa* var. *secalis*). Na konci druhého červnového týdne (BBCH 59-71, polovina porostů BBCH 65) bylo padlí pozorováno na F-2 listech (JI, 5 %). Hnědá skvrnitost byla pozorována na praporcových listech (PR, 25 %). Rhynchosporiová skvrnitost se projevovala na F-1 listech (NJ, 20 %).

Na konci třetího červnového týdne (BBCH 71-85) po intenzivních srážkách místy docházelo k poléhání porostů,

případně k odumírání podmačených rostlin. Výskyt listových chorob byl slabší, avšak mnohde již hodnocení listových skvrnitostí nebylo možné. Sledován byl slabý výskyt padlí, ojediněle až střední výskyty hnědé skvrnitosti (PR) a rhynchosporiové skvrnitosti (NJ). Silněji se u ječmene (TR) i žita (OP) začínala objevovat rez i na praporcových listech. Hojněji byly patrné zahnědlé klasy (TR a PR, až třetina klasů).

Na konci čtvrtého červnového týdne (BBCH 77-87) byl zjištěn místní výskyt larev bejlomorky sedlové (*Haplodiplosis marginata*) (OP). U námelového žita (OP) se stále silněji objevuje rez na všech listech. Nápadné byly rovněž příznaky vyvolané v průběhu kvetení – viditelné zlatě žlutavé kapky na kláscích, když se z infikovaných kvítků se uvolňovaly spóry houby kryté medovicí. V první polovině



Podhůří Chřibů u Kvasic

července (BBCH 97) ve sledovaných porostech ozimého ječmene buďto již probíhala sklizeň anebo byly porosty ke sklizni zralé. U námelového žita byly již patrné na klasech místo zrn charakteristické velké černé nebo temně fialové růžky (sklerocia, vzniklé zbytněním pletiv semeníků) paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*).

V první polovině října (BBCH 00-13, kdy většina porostů vzházela) bylo nezbytné se zaměřit na přítomnost vektorů viróz – křísky a mšice. V druhé polovině října (BBCH 05 až 22) trvalo zejména nebezpečí kvůli hojnému výskytu přenašečů viróz. V první polovině listopadu porosty ozimého ječmene (BBCH 09-23, polovina porostů na počátku odnožování; porosty ozimého žita ve fázi druhé viditelné odnože) byl zdravotní stav převážně většiny pozorovaných porostů dobrý. Ojediněle byla zjištěna přítomnost původců houbových onemocnění, nejvýrazněji v případě laboratorně potvrzeného silného výskytu braničnatky pšeničné u ozimého ječmene (UH). Během šetření byly odebrány vzorky rostlin ozimých obilnin pro vyšetření přítomnosti původců viróz ječmene a žita. U žádného z 15 porostů (ječmen 13 porostů ani žita 2 porosty), u nichž již proběhla analýza, nebyla zjištěna přítomnost WDV ani BYDV.

Ve třetí březnové dekádě byly sledovány první výskyty krytonosců ve žlutých miskách, které byly instalovány do porostů 19. března. Při první kontrole 22. března (BBCH 27) byli nalezeni krytonosci čtyřzubí (*Ceutorhynchus pallidactylus*) na 16 lokalitách z 35 sledovaných (jedna lokalita se silným výskytem (ZN) a dvě stanoviště se středním výskytem (KM, PV) a krytonosci řepkovi (*Ceutorhynchus napi*) na 8 lokalitách z 35 (1 silný výskyt PV, 1 střední výskyt ZN). Při druhé kontrole 25. března 2010 (BBCH 27) byli nalezeni krytonosci čtyřzubí již na 24 lokalitách ze 32 (5 silných výskytů) a krytonosci řepkovi na 19 lokalitách ze 32 (7 silných výskytů), v tomto období bylo na území Moravy dosaženo vrcholů náletů. Při třetí kontrole 29. března 2010 (BBCH 30) byli krytonosci čtyřzubí nalezeni na 17 lokalitách ze 43 (1 silný výskyt) a krytonosci řepkovi na 11 lokalitách ze 43 sledovaných. Fómová hniloba brukvovitých (*Leptosphaeria maculans*, anamorfa

přítomnosti blýskáčků, část sledovaných porostů již byla insekticidně ošetřena, některé porosty byly poškozeny popálením po aplikaci. Většina ošetřených porostů byla prostá výskytu anebo s velmi slabým výskytem, na osmi lokalitách byl zaznamenán silný výskyt (KM, OP, PV, ZN) a na osmi stanovištích střední výskyt (NJ, KM, TR, ZN). Objevily se první ojedinělé výskyty krytonosce šešulového (*Ceutorhynchus obstrictus*) (KM, TR, ZN, OP).

Na počátku první dekády května (BBCH 59-65, polovina porostů ve fázi plného kvetení) po srážkách a insekticidním ošetření došlo ve většině porostů k redukci blýskáčků (jejich počty se pohybovaly v rozmezí od porostů prostých výskytu až po stovky jedinců na sto květenství (nad 500 bylo nalezeno na OL, ZN a OP). Krytonosce šešulový byl nalezen zhruba v polovině porostů, nejhojněji na Znojemsku). Výskyty bejlomorky kapustové (*Dasineura brassicae*) byly ojedinělé. 11. května 2010 (BBCH 63-69, 90 % porostů ve fázi plného kvetení) byli na rostlinách přítomni krytonosci šešulový,

řádově v desítkách jedinců na sto květenství, výjimečně ve stovkách (HO, ZN, kde bylo pozorováno páření brouků). U blýskáčků byla situace podobná (až 200 brouků na 100 květenství – TR, OL, HO, ZN). Ojediněle byly v porostech nalezeny mšice (HO, OP).

Ve druhé a třetí dekádě května (BBCH 65-79, polovina porostů ve fázi dokvétání) byly zjištěny výskyty krytonosce šešulového v počtu 20 jedinců na sto květenství na PV a ZN, výskyty bejlomorky kapustové byly stále ojedinělé (nejméně v počtu 30 jedinců na sto květenství na PV). Byly pozorovány minimální výskyty škůdců, po srážkách a insekticidním ošetření redukce počtu nalezených blýskáčků, místně silnější výskyt mšic zelných (*Brevicoryne brassicae*).

Na počátku června (BBCH 67 až 79) bylo v porostech zjištěno minimum škůdců.



Kostelík v Hradisku u Kroměříže

Phoma lingam) se ve většině porostů objevovala ojediněle (na 6 lokalitách ze 43 (od 1 do 5 %, nejvíce na Svitavsku).

V první dekádě dubna nálet krytonosců pokračoval, byl však slabý. Fómová skvrnitost se ve většině porostů objevovala ojediněle (do 1 %). Mezi jednotlivými porosty řepky byly již velmi patrné rozdíly ve fázích růstu. Zatímco v níže položených oblastech byly porosty v naprosté většině případů ve fázi, kdy bylo hlavní květenství již viditelné (BBCH 50-53), na výše položených stanovištích pokračoval prodlužovací růst (BBCH 30-37). Byly pozorovány první ojedinělé výskyty blýskáčka řepkového (*Meligetes aeneus*) (4 lokality ze 46 – KM, PV, ZN). V druhé dekádě dubna (BBCH 32-60, převládající BBCH 50-55) byl při sledování přítomnosti blýskáčků řepkových na mnoha místech zjištěn střední a silný výskyt brouků, kteří byli nalezeni na 21 ze 45 lokalit (4 silné výskyty – PR, HO, PV a 4 střední výskyty – HO, KM).

Ve třetí dubnové dekádě (BBCH 50-61, třetina porostů ve fázi prvních viditelných korunních plátků) byla zjištěna různá míra

Většina porostů odkvetla, výška rostlin dosahovala až 165 cm, místy hrozilo poléhání. Výskyt bílé hniloby (hlízenky obecné) (*Sclerotinia sclerotiorum*) místy velmi patrný – až pětina napadených rostlin (OL, KM). Dlouhodobě podmáčené rostliny začaly odumírat.

Na konci června (BBCH 71-83, u dvou třetin porostů 70-100 % šešulí dosáhlo odrůdově specifické velikosti) nebyl výskyt plísně šedé (*Botryotinia fuckeliana*, anamorfa *Botrytis cinerea*) hojný. Rostliny napadené hlízenkou obecnou byly patrné v porostu jako zaschlé (v 7 ze 41 porostů střední výskyt). Bylo pozorováno poškození šešulí krytonosci (až 10 %) a bejlomorkami. Na počátku července (BBCH 81-85) řepkové porosty postupně dozrávaly podle jednotlivých oblastí.

Ve druhé polovině září (BBCH 05-16, převažovala fáze dvou až čtyř pravých listů) nebyl zjištěn významný výskyt chorob a škůdců. Byly pozorovány požerky slimáček. Závažnějším problémem je nerovnoměrnost vzcházení v rámci jednoho pole, rozpětí růstových fází bylo i několik listů. V první polovině října

(BBCH 12-19, většina porostů ve fázi čtyř až sedmi vyvinutých pravých listů) byly porosty prosté výraznějšího napadení chorobami anebo škůdci. Pokud byly zhruba u desetiny porostů nalezeny příznaky fomové hniloby na listech, jednalo se o napadení děložních anebo nejstarších pravých listů. Nalezeny byly nehojné požerky dřepčků (rodu *Phylotreta*), případně pilatek řepkových (*Anthalia rosae*), vážnější byly místy škody působené slimáčky a plízáky. Ohniskovitě byly porosty poškozeny hraboši, sporadicky bylo možné nalézt miny vrtalek zelných (*Phytomyza rufipes*).

Ve druhé polovině října (BBCH 13-26, většina porostů ve fázi šesti až devíti vyvinutých pravých listů) byl pozorován střední výskyt fomy na listech na 4 ze 74 lokalit. Od posledního pozorování nebyl zaznamenán výrazně vyšší výskyt fomové hniloby brukvovitých. Vlivem chladného počasí řepka rostla pomalu, nové listy byly drobné. V první polovině listopadu (BBCH 15-26, většina porostů podzimní růžice) byly řepky v dobré kondici a připravovaly se na přezimování. Zbarvení listů antokyany do fialova bylo fyziologického původu.

Na 70 pozorovacích místech byly koncem října odebrány vzorky rostlin k vyhodnocení obsahu makroprvků, síry a bóru pro korekci výživy rostlin. Výsledky byly shrnuty následovně: u obsahu dusíku vysoké procento rostlin spadalo do kategorie středního nedostatku (37 %), hlubokého nedostatku (39 %) a velmi hlubokého nedostatku (17 %). Dostatečně bylo vyživeno 1 % vzorků rostlin a mírný nedostatek dusíku byl zjištěn u 6 % rostlin. Nadbytek fosforu byl zjištěn u 1 % rostlin. Vysoké procento rostlin spadalo do kategorie dostateku (67 %), mírného nedostatku (25 %) a středního nedostatku (5 %). Hluboký nedostatek nebyl zjištěn a velmi hluboký nedostatek fosforu u 2 % rostlin. Nadbytek draslíku byl zjištěn u 3 % rostlin. Dostatek byl zjištěn u 29 % rostlin, u 37 % mírný nedostatek, u 20 % střední nedostatek a u 11 % hluboký nedostatek draslíku. Dostatek vápníku byl zjištěn u 83 % rostlin. Mírný nedostatek byl zjištěn u 9 %, střední nedostatek u 1 % a hluboký nedostatek vápníku u 7 %. Dostatek hořčíku byl zjištěn u třetiny rostlin. Mírný nedostatek byl zjištěn u 53 %, střední nedostatek u 11 % a hluboký nedostatek hořčíku u 3 % rostlin. Dostatek síry byl zjištěn dvou třetin rostlin. Mírný nedostatek byl zjištěn u třetiny, střední nedostatek u 1 % rostlin. Hluboký nedostatek síry nebyl zjištěn. Vysoký obsah bóru byl zjištěn u 19 % rostlin. Střední obsah byl zjištěn u 80 % a nízký u 1 % rostlin.

Kukuřice setá

Ve třetí dekádě května (BBCH 14 (ZN) až 17 (HO)) byly na většině míst patrné potíže způsobené podmáčením porostů, projevující se žloutnutím rostlin. Porosty byly ohroženy nadbytkem vody a místy silným zaplevelením. V první polovině června (BBCH 14-19, polovina BBCH 19) byly porosty zdravé. Kondice sledovaných porostů se zlepšovala, sporadicky se vyskytovaly mšice. V druhé polovině června (BBCH 16-32, polovina porostů BBCH 31) byly porosty v různých fázích vývoje s ohledem na místní podmínky, většina porostů byla nerovnoměrná a nevyrovnaná, někde bylo stále mnoho rostlin žlutých a neduživých po prožitém podmáčení (ZN), ale i v rámci jednotlivých porostů byly rozdíly ve vývojových fázích. Místy byl patrný silný konkurenční tlak plevelných rostlin.

V první polovině července (BBCH 38-53) byla většina porostů nevyrovnaných, ve výšce jednotlivých rostlin byly až metrové rozdíly, což bylo dáno i oslabením rostlin v konkurenci s plevelnými rostlinami, případně dočasným podmáčením stanoviště. Zdravotní stav porostů byl dobrý, bez zjevného výskytu škůdců, případně požerových stop larev.

Od poloviny května (BBCH 14-19, polovina porostů BBCH 19) byly rostliny ohrožovány podmáčením, vyplavením anebo zaplavením. Byly pozorovány první ojedinělé až silné výskyty mšic makových (*Aphis fabae*) (UH) a místy požerky dřepčků. V první dekádě června byly porosty v dobrém zdravotním stavu (BBCH 34-41), nejvíce byly zkoušené nadbytkem vláhy. Pokračovala kolonizace rostlin mšicemi. V druhé dekádě června bylo nalezeno místy silné poškození porostů po krupobití (OP).

Na počátku třetí dekády (21. června) byl nalezen první výskyt skvrnatičky řepné (*Cercospora beticola*) (ZN). V tomto porostu byl výskyt napadených rostlin do 1%, ovšem na napadených listech bylo možno postupně spatřit desítky až zhruba tři stovky infikovaných míst. Porosty byly nalézány v dobré zdravotní kondici bez chorob a škůdců. U krupobitím poškozených porostů byla patrná regenerace listů. Na OL a PR bylo zjištěno poškození listů květilkami řepnými.

V první polovině července (BBCH 42-43) se řepné porosty nacházely ve velmi dobrém zdravotním stavu. V druhé polovině července byla většina porostů ve velmi dobrém zdravotním stavu, přibývalo laboratorně potvrzených výskytů skvrnatičky řepné. V porostech se skvrny na listech vyskytují ohniskovitě na okrajích porostů (KM), nebo jednotlivě v celých porostech (OP) – na napadených listech byly patrné konidie houby. Ojediněle byly nalézány na listech miny květilok řepných (*Pegomya hyoscyami*) a mechanická poškození listů.

Mák setý

Od třetí dubnové dekády (BBCH 10-14) byly zjišťovány ojedinělé výskyty krytonosců kořenových (*Stenocarus ruficornis*, syn. *S. fuliginosus*) (ZN, KM) a první výskyty mšic makových (HO). V první květnové dekádě (BBCH 12-24) se ve zvýšené míře začínaly objevovat mšice makové (UH, KM, PR). Místy byl zjištěn silný výskyt krytonosců kořenových (PR), ojediněle bylo patrné poškození žírem (KM 5 % rostlin). Počet rostlin v řádku se pohyboval od 23 do 53 na jednom délkovém metru.)

V druhé květnové dekádě bylo pozorováno blednutí jednotlivých rostlin (podezření na plíseň máku), ojediněle pak silný výskyt mšice makové (HO), požerky krytonosců kořenových a dřepčků. Ve druhé květnové dekádě (BBCH 14 (TR)–27 (PV)) počty rostlin na délkový metr řádku kolísaly od 24 do 48 jedinců. V porostech se začínaly ve zvýšené míře objevovat mšice makové (UH, KM, PR). Většina porostů byla zdravých bez patrného poškození krytonosci kořenovými s výjimkou PR, kde počet brouků byl 2–5 jedinců na čtvereční metr.

Ve třetí květnové dekádě (BBCH 17-29, polovina porostů BBCH 19) byla část porostů silně podmáčena, rostliny žloutly. Porosty máku byly na více místech silně zaplevelené, u mnoha rostlin docházelo ke blednutí listů (slabý výskyt plísně máku (vřetenatky makové) (*Peronospora arborescens*)). Ojediněle byl zjištěn silný výskyt mšice makové (HO).

V první červnové dekádě (BBCH 19-35, polovina porostů BBCH 33) byl na více místech sledován vznik kolonií mšice makové (PR, ZN, OP, NJ, PV a HO). Byl zaznamenán ojedinělý výskyt plísně makové a hnědé skvrnitosti. Ve druhé červnové dekádě (BBCH 19-51) byla zjištěna poškození prvních makovic způsobená krytonoscem makovicovým (*Neoglycianus macula-alba*, syn. *Ceutorhynchus macula-alba*), při smýkání nalezení dospělí jedinci, ojediněle byla přítomnost výskyt mšic. Místně vznikaly kolonie mšice makové. Na některých lokalitách, které byly v důsledku podmáčení nepřístupné, vzrůstala hrozba

v podobě silné konkurence plevelů. Ve třetí červnové dekádě (BBCH 65-75) bylo mnoho porostů prořídilých a velmi nevyrovnaných, docházelo k zaorávání kvůli zaplevelení. Ojediněle byl pozorován silný výskyt krytonosců makovicových (ZN) a bejlmorky makové (*Dasineura papaveris*), ojediněle pozorován výskyt plísně šedé.

V první polovině července (BBCH 73-79) již nebyli dospělci krytonosců makovicových pozorováni, v makovicích byly nalézány jejich larvy, na některých lokalitách spolu s larvami bejlmorek makovicových (KM, TR 50 %). Rostliny napadené houbou *Perenospora arborescens* zasychaly. Některé porosty byly silně zapleveleny mákem vlčím (*Papaver rhoeas*).

Hrách setý

V průběhu sledování byly pozorovány výskyty kyjatek hrachových (*Acyrtosiphon pisum*), od ojedinělých výskytů až po během dvou týdnů osídlených 85 % rostlin (ZN). Z chorob byly zaznamenány jen slabé příznaky antraknózy hrachu (*Didymella pinodes*, syn. *Mycosphaerella pinodes* – anamorfa *Ascochyta pisi*) na luscích.



Lán ječmene u Kroměříže



Kraj pod Lopeníkem



Výlov rybníka v Tovačově