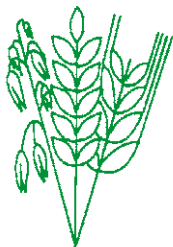


Zemědělský
výzkumný ústav
Kroměříž, s. r. o.
Havlíčková 2787
767 01 Kroměříž
tel.: 573 317 138
573 317 141
www.vukrom.cz



OBILNÁŘSKÉ LISTY 2/2014

**Odborný časopis
pro zemědělskou veřejnost
XXII. ročník**

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



Foto: Z. Ondruch ml.

Obsah č. 2/2014:

- Zavřelová, M.:** Genofondová kolekce ječmene jarního uchovávaná v genové bance Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o. (s. 23–25)
- Vaculová, K., Zachariášová, M., Hajšlová, J., Džuman, Z., Smutná, P., Ehrenbergerová, J., Zavřelová, M.:** Výskyt nových "emerging" a dalších mykotoxinů ve vzorcích zrna různých odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního (s. 26–31)
- Bílovský, J., Váňová, M.:** Půlstoletí s virovými chorobami obilnin na území České republiky (s. 32–36)
- Svobodová, I., Míša, P., Matušinsky, P., Krofta, S.:** Srovnání odolnosti rozdílných typů porostů jarního ječmene k poléhání metodou měření odporové síly stébel (s. 37–39)
- Chrpová, J., Šíp, V., Palicová, J.:** Hodnocení rezistence pšenice k braničnatce pšeničné (s. 40–43)
- Dvořáček V., Hermuth J., Prohasková A.:** Variabilita vybraných polních charakteristik a kvalitativních ukazatelů zrna u kolekce moderních pšeničných odrůd (s. 44–48)
- Pokorný, E., Spáčilová, V., Bílovský, J., Podešvová, J.:** Výsledky půdního monitoringu Agrotestu fyto, s.r.o. po prvním roce sledování (s. 49–51)
- Váňová, M., Klem, K.:** Model predikce obsahu deoxynivalenolu v zrna pšenice na základě meteorologických údajů a předplodiny (s. 52–54)
- Tyšer, L., Kolářová, M.:** Spektrum plevelů v jarních obilninách v režimu ekologického hospodaření (s. 54–56)
- Polišenská, I., Tvarůžek, L., Jirsa, O., Jergl, Z.:** Vyhodnocení reakce odrůd pšenice ozimé na intenzitu technologie pěstování s ohledem na parametry kvality zrna a kontaminaci mykotoxinem DON (s. 57–60)

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., Kroměříž

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

náklad 5 000 výtisků,

grafická příprava: F.R.Z. agency, s.r.o., Brno

tisk: NOVATISK, a.s., Blansko

MK ČR E 12099,

ISSN 1212-138X.

Instrukce pro autory odborných článků předaných ke 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 vyjádří, 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 použitá 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)

Genofondová kolekce ječmene jarního uchovávaná v genové bance Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o.

Zavřelová, M.
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Úvod

Za největší problém ze všech globálních ekologických problémů je v současné době považována ztráta genetické diverzity, protože je nenahraditelná. Termín „genetická diverzita rostlin“ označuje různorodost rostlinných rodů, druhů a forem na genové úrovni. Uchování genetické diverzity není jen úkolem ochrany životního prostředí, ale velmi úzce se dotýká také zemědělství, které část genetické diverzity přímo využívá v podobě pěstovaných plodin. Od doby počátku domestikace těchto zemědělských plodin člověkem u nich došlo ke vzniku obrovského množství geneticky odlišných forem. Tyto formy jsou uchovávány v genových bankách jako genetické zdroje.

Pojmem „genetický zdroj“ lze v podstatě definovat jako genotyp rostliny, který je charakteristický přítomností žádoucích vlastností. V užším slova smyslu v kategorii zemědělských plodin se jedná o nositele genů s potenciálním využitím ve šlechtění kulturních plodin. Genetické zdroje mají pro lidstvo nevyčísitelnou hodnotu, poněvadž jsou unikátním a nenahraditelným zdrojem genů a genových komplexů, využitelných pro další rozvoj nejen zemědělství ale i různých průmyslových odvětví pro zajištění vyšší potravinové bezpečnosti, zlepšení životních podmínek lidstva a kvality života. Ceněny jsou zejména genetické zdroje rezistence k původcům různých chorob, škůdcům a působení abiotických složek prostředí, jako je např. sucho, zasolení a zamokření. Genetické zdroje v zemědělství tvoří biologickou základnu pro zajištění potravin a dalších potřeb lidstva a jsou také výchozím materiálem pro šlechtění nových odrůd, které budou schopné adaptovat se na nové podmínky, které mohou vzniknout změnami klimatu a životního prostředí a zajistí tak potravinovou bezpečnost.

Ječmen jarní

Ječmen patří spolu s pšenicí, rýží a kukuřicí mezi nejdůležitější plodiny světa. Pěstuje se na severní i jižní polokouli, v celé Evropě, od poloviny Jižní Ameriky po arktické oblasti Severní Ameriky a Střední Asie, od přímořských lokalit až do více jak 4500 m n. m. v Andách a Himalájích. V minulosti byl ječmen hlavní složkou potravy zejména lidí, kteří žili v oblastech, kde se ječmen vyvinul (Asie, severní Afrika) – nejdříve tedy jako planý druh a později jako domestikovaná plodina.

Ječmen (*Hordeum* L.) je jednoděložná rostlina, taxonomicky řazena do čeledi *Poaceae* (lipnicovité). Rod *Hordeum* L. zahrnuje celkem 32 druhů. Všechny kulturní odrůdy ječmene jarního patří do jediného druhu *Hordeum vulgare* L., který se dále člení podle řadovosti klasu na ječmen víceřadý a dvouřadý. Základní taxonomickou charakteristikou rodu *Hordeum* je přítomnost tří jednokvětých klásků na každém článku klasového větene. U víceřadého ječmene jsou plně vyvinuty všechny tři kvítky, u dvouřadého ječmene pouze jeden prostřední.

Většina pěstovaných odrůd má na rozdíl od jiných obilovin pluchy přirostlé k obilce (pluchatý typ zrna – Obr. 1). Existují ovšem kulturní variety, které mají obilky v pluchách uloženy volně (bezpluchý typ zrna – Obr. 2), např. jak je tomu u pšenice, žita a dalších obilovin. Na základě typu zrna, barvy a hustoty klasu ječmene se rozlišují jednotlivé variety – např. *var. nutans* (Obr. 3), *var. adisababae* (Obr. 4), *var. nigrinudum* (Obr. 5), *var. duplalium* (Obr. 6). Jednotlivé variety na obrázcích jsou ukázkou genetické diverzity v rámci botanického druhu *Hordeum* L.



Obr. 1: Pluchatý typ zrna

Historie kolekce ječmene jarního

Kolekce genetických zdrojů ječmene jarního jsou studovány a shromažďovány na Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. od jeho vzniku (tehdejší Výzkumný ústav obilnářský) v roce 1951. Z počátku zde byl soustředěn menší sortiment a postupně docházelo k jeho rozšiřování. Do roku 1957 byla také menší sbírka soustředěna na Výzkumné stanici zemědělské v Opavě.



Obr. 2: Bezpluchý typ zrna

V roce 1963 byla celá světová kolekce ječmene jarního soustředěna právě na pracoviště v Kroměříži. Od roku 1993 koordinuje všechna pracoviště, zabývající se zachováním genetických zdrojů rostlin v ČR, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni v rámci „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiverzity“. Hlavními etapami činností bylo již od počátku shromažďování a rozšiřování sbírky o odrůdy s důležitými hospodářskými a biologickými vlastnostmi a výběr perspektivních zdrojů pro šlechtitelské využití. Tento trend ve studiu kolekce ječmene jarního patří stále k prioritám.

Z počátku se shromažďovaly krajové odrůdy domácího původu, postupně pak i zahraniční odrůdy především výběrové sladovnické kvality. Na rozšiřování a studiu kolekce se spolupracovalo s řadou dalších zemí – např. Německo, Rusko, Bulharsko, USA. Dále byly práce v minulosti zaměřeny na evidenci a bezpečnou konzervaci genetických zdrojů, identifikaci a eliminaci duplicit. V současné době se práce zaměřují na vzrůstající potřebu hlubšího hodnocení a charakterizaci genetických zdrojů, na identifikaci zvláště cenných zdrojů uvnitř genofondů.

Charakteristika kolekce

V současnosti je kolekce ječmene jarního po kolekci pšenice ozimé druhou největší kolekcí v ČR. Trend rozšiřování kolekce od jejího vzniku po současnost je znázorněn v Grafu 1. Zdrojem přírůstků do kolekce jsou nové odrůdy z domácího šlechtění, zahraniční odrůdy z oblastí s podobnými klimatickými a půdními podmínkami, vzorky získané výměnou se zahraničními genovými bankami a materiály získané přímo v terénu na tzv. sběrových expedicích, konaných v České republice i v zahraničí. Tyto sběrové expedice jsou významným zdrojem pro rozšíření kolekce o novou původní diverzitu a zároveň prostředkem pro záchranu genetických zdrojů, které jsou v přírodě či v zemědělské praxi ohroženy.

K 31. 12. 2013 evidovala kolekce ječmene jarního celkem 3040 položek. Shromážděná kolekce představuje unikátní sbírku starých krajových odrůd, planých forem, šlechtitelských linií včetně současných odrůd tuzemského i zahraničního původu. Kolekce zahrnuje položky ječmene ze 64 zemí světa, nejrozsáhlejší jsou subkolekce domácího původu, Německa, Ruska, Velké Británie, USA a Etiopie. Dále jsou součástí kolekce také položky např. z Afghánistánu, Izraele, Koreje, Egypta, Bolívie, Alžírsko, Chile nebo Peru.



Obr. 3: Akcent - *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) KOERN. var. *nutans* SCHUEBL.

Kolekce obsahuje celkem 77 variet rodu *Hordeum* L. Dvouřadé ječmeny jsou zastoupeny v 32 varietách, přičemž největší podíl (66 % z celé kolekce ječmene jarního) představuje var. *nutans* SCHUEBL. (Obr. 3) zejména díky sladovnickým ječmenům. Z víceřadých ječmenů, které se v kolekci vyskytují v celkem 44 varietách, je nejčastější var. *hybernum* Vil. (13 % z celé kolekce j.j.).

Největší zastoupení mají v kolekci šlechtěné odrůdy (76,3 %). Krajové a primitivní kultivary představují 9,4 %, šlechtitelské zdroje 5,4 % a plané formy 1,9 %. U celkem 6,9 % položek není jejich původ a vznik přesně znám. V kolekci jsou zastoupeny materiály definovaných znaků a vlastností jako významné donory využitelné ve výzkumu a šlechtění. U všech položek je udržována zásoba klíčivého osiva a jsou postupně doplňována polní pozorování, jejichž součástí je sledování 40 morfologických, 17 biologických a 25

hospodářských parametrů, kterými se mohou jednotlivé položky kolekce mezi sebou lišit. Příkladem genetické různorodosti kolekce je výskyt různých netradičních barev obilí ječmene – základní barvou je žlutá, vyskytují se však genotypy s černou, hnědou či



Obr. 4: Ai Gan Qi - *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare* var. *adisabebae* VAV. et ORL.

fialovou barvou zrna, jak u materiálů s pluchatým tak i bezpluchým typem zrna (Obr. 7).



Obr. 5: *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) KOERN. var. *nigrinudum* VAV.

U většiny položek v kolekci jsou tedy k dispozici poměrně rozsáhlá experimentální data (výsledky hodnocení fenologických, biologických, hospodářských a morfologických znaků). Všechna získaná data jsou přístupná veřejnosti na webovém portálu <http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/> v rámci informačního systému EVIGEZ, jehož součástí jsou data nejen o ječmeni, ale i o dalších obilnách a kulturních plodinách. Databáze je každoročně doplňována o nově získaná data u stávajících i nově získaných genetických zdrojů.

Jednotlivé genetické zdroje jsou využívány pro genetické zlepšování příslušných zemědělských plodin a pro rozšíření jejich genetického základu, vnitrodruhové a mezidruhové diverzity v systémech hospodaření. Položky zastoupené v kolekci představují také základnu pro výzkumné projekty domácího i zahraničního výzkumu.

Závěr

Za účelem zachování co největší šíře genetické diverzity byly po celém světě zakládány genové banky. Ochranu genetické diverzity v České republice má zabezpečit „Národní program



Obr. 6: H 2196 - *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.)

konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity“, který je zaměřen na druhy rostlin využitelné v našich půdních a klimatických podmínkách, jež mají či perspektivně mohou mít význam pro zemědělství a jichž lze využít pro výrobu potravin, krmiv, průmyslových surovin, léčiv, zdrojů energie a jiných produktů. Národní program má zabezpečovat všechny nezbytné aktivity, zejména shromažďování, evidenci, dokumentaci, charakterizaci, hodnocení, regeneraci, dlouhodobé uchovávání a využívání výše zmíněných genetických zdrojů. Do tohoto programu je celkově zařazeno 15 pracovišť, přičemž odpovídajícím pracovištěm pro kolekci jarního ječmene je Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., který má ve své evidenci celkem 3 040 položek ječmene jarního. Shromážděné kolekce představují unikátní sbírky starých krajových odrůd,

planých forem, šlechtitelských linií včetně současných odrůd tužemského i zahraničního původu.

Poděkování

Tato publikace vznikla za podpory Ministerstva zemědělství ČR – „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství“, čj. 206553/2011-MZE-17253, podprogram 1: Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity.

Zdroj fotografií: archiv genové banky a M. Zavřelová

Literatura

Bothmer R. Von, Jacobsen N., Baden C., Jørgensen R.B., Linde-Laursen I., 1995: *An ecogeographical study of the genus Hordeum. Systematic and Ecogeographic Studies on*

Crop Genepools. 7. International Plant genetic Resources Institute, Rome, 2nd edition, 129 str.

Chloupek O., 2008: *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. Academia, Praha, 3. vyd., 307 s.

Langer I., 2003: Základní principy šlechtění sladovnického ječmene (1. část). *Kvasný průmysl*, 49(6):154-159.

Milotová J., Kryštof Z., 2001: Světové kolekce obilovin v Kroměříži. In: Faberová I: *Historie a současný stav práce s genofondy v ČR*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, str. 37-42

Sedlák P., 2005: *Šlechtění rostlin (obiloviny a luskoviny)*. Česka zemědělská univerzita, 42 s.

Vaculová K., Gabrovská D., Rysová J., 2007: Potravinářské využití bezpluchého ječmene. *Ročenka Pekař a cukrář*, str. 42-50.



Obr. 7: Různorodost v barvě obilí ječmene v rámci kolekce genetických zdrojů

Výskyt nových "emerging" a dalších mykotoxinů ve vzorcích zrna různých odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního

(Occurrence of new "emerging" and other mycotoxins in grain samples of different cultivars and genetic resources of spring barley)

Vaculová¹, K., Zachariášová², M., Hajšlová², J., Džuman², Z., Smutná³, P., Ehrenbergerová³, J., Zavřelová¹, M.

¹Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

²Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

³Mendelova univerzita v Brně

Souhrn: Přítomnost nových „emerging“ fusariových a alternariových toxinů (enniatiny B, B1, A, A1, beauvericin, alternariol, alternariol monomethyleter, tentoxin, tenuazonová kyselina a mykofenolová kyselina) byla detekována ve vzorcích zrna 29 odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního, pěstovaných v letech 2011-2012 ve dvou lokalitách (Kroměříž, Žabčice) a na dvou variantách infekce (přirozená infekce a inokulace *Fusarium culmorum*). Četnost výskytu a nalezené hladiny všech mykotoxinů se lišily v závislosti na experimentální lokalitě, ročníku, variantě infekce a testovaných materiálech ječmene. Nicméně nejvyšší obsahy enniatinů B, B1 a A1 byly stanoveny ve variantách s přirozenou infekcí v lokalitě Žabčice a v roce 2012. Nejvyšší sumární obsah „emerging“ a alternariových mykotoxinů vykazovaly vzorky zrna odrůd Cebada Capa a Ricardo a nejnižší obsah byl zjištěn u odrůdy CDC Rattan s waxy typem škrobu.

Klíčová slova: ječmen, genetické zdroje, přirozená infekce, inokulace *Fusarium culmorum*, enniatiny, beauvericin, alternariové toxiny

Abstract: Presence of the „emerging“ and Alternaria toxins (enniatins B, B1, A, A1, beauvericin, alternariol, alternariol monomethyleter, tentoxin, tenuazonic acid and mycophenolic acid) were detected in the set of 29 samples of spring barley grain samples from cultivars and genetic resources grown under two variants of infection (natural infection and artificial inoculation with *Fusarium culmorum*) in two localities (Kroměříž, Žabčice) during the period of 2011-2012. All mycotoxins were found with different frequencies of occurrence, and at various concentration levels between the experimental years, locations, variants of infection and tested barley samples; however, a higher contents of enniatins B, B1 and A1 were analyzed in the variants with natural infection, in the location Žabčice and in the year 2012. The highest overall concentrations of the „emerging“ and Alternaria toxins were found in the grain samples of cultivars Cebada Capa and Ricardo; the lowest one in the cultivar CDC Rattan with waxy starch type.

Key Words: barley, genetic resources, natural infection, inoculation *Fusarium culmorum*, enniatins, beauvericin, Alternaria toxins

Úvod

Z pohledu ochrany zdraví spotřebitele je zajištění zdravotní nezávadnosti potravin jedním z nejpozorněji sledovaných témat současnosti. V případě potravinářských surovin a krmiv představují aktuální nebezpečí přirozeně se vyskytující kontaminanty, mezi kterými přední místo zaujímají mykotoxiny, sekundární metabolity patogenních hub kulturních plodin. Vyznačují se akutní nebo chronickou toxicitou pro lidi i hospodářská zvířata, a proto je celosvětově těmto toxinům věnována stále větší pozornost.

Nejvyšší přípustné limity u obilovin a výrobků z nich jsou podle Nařízení komise (ES) č. 1831/2006 (a jeho změn, zakotvených v nařízeních (ES) č. 1126/2007, 105/2010 a 165/2010) stanoveny pro mykotoxiny deoxynivalenol, zearalenon, ochratoxin A, fumonisin B1 a B2 a aflatoxiny B1, B2, G1 a G2. Na základě stanoviska výboru CONTAM vydala komise ES doporučení 2013/165/EU ohledně sledování přítomnosti toxinů T-2 a HT-2 v obilovinách a výrobcích z obilovin. Výsledky sledování přítomnosti a škodlivosti širokého spektra mykotoxinů v surovinách, potravinách a krmivech prokazují, že potenciální nebezpečí představují nejen tyto „klasické“, ale i jiné, doposud ne běžně detekované, jako jsou alternariové toxiny, námelové alkaloidy, enniatiny, diaacetoxyscirpenol, beauvericin, moniliformin, fusaproliferin a další, kterým by měla být věnována zvláštní pozornost (Hajšlová *et al.* 2011, Jestoi *et al.* 2009). Navíc doposud nebyla charakterizována jejich kombinovaná toxicita (Hajšlová 2010).

Ječmen je druhou nejrozšířenější obilninou na území České republiky a významnou surovinou pro sladařství, pivovarnictví i výrobu krmiv. Kontrola a aplikace opatření proti fuzariózám klasu (FHB), chorobám působeným houbovými patogeny, je tedy nezbytným krokem k zajištění zdravotně nezávadné produkce. Rozsah napadení porostů ječmene houbovými patogeny se každoročně mění a míru i stupeň výskytu těchto nepříznivých biotických činitelů ovlivňuje řada environmentálních i agrotechnických faktorů. Svou roli hraje i citlivost odrůd ječmene daná odlišnostmi mezi genotypy (Jordahl *et al.* 2002, McMullen *et al.* 2008, Neate *et al.* 2003, Rudd *et al.* 2001, Váňová *et al.* 2004, Yoshida *et al.* 2008 a další). V předloženém příspěvku byl hodnocen výskyt a koncentrace nových „emerging“ fusariových mykotoxinů a alternariových toxinů u souboru vybraných odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního, pěstovaných ve dvou letech na dvou lokalitách v podmínkách přirozené infekce a umělé inokulace patogenem *Fusarium culmorum*.

Materiál a metody

Materiál:

Odrůdy a genetické zdroje ječmene jarního (celkem 29 - Tab. 1), registrované k pěstování v ČR nebo vedené v Genové bance ČR, se lišily jak v hospodářských, tak morfologických znacích (typ klasu: 2-řadý a 6-řadý; typ pluchatosti obilky: pluchatá a bezpluchá), a také v chemickém složení zrna (rozdíly ve slože-

ní škrobu: standardní s poměrem amyloza/ amylopektin = cca 25:75 a „waxy“ s geneticky podmíněným, sníženým podílem amylozy do úrovně cca 5-10 %).

Pěstební technologie a ošetření v průběhu vegetace:

Materiály ječmene byly pěstovány v polních podmínkách lokalit Kroměříž a Žabčice v letech 2011-2012 v maloparcelních pokusech po optimálních předplodinách pro danou lokalitu (parcely 2 x 2,5-4,5 m²), s využitím standardní pěstební technologie bez použití fungicidů. Pokus byl založen ve dvou variantách infekce porostů – přirozená infekce (N) a umělá infekce (I) patogenem *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. kmen KM16902; DON chemotyp). Inokulace suspenzí konidií patogenního izolátu druhu *F. culmorum* (koncentrace 0,5 mil. konidií/1 ml inokula; postřiková dávka 200 l.ha⁻¹) byla provedena podle metodiky Tvarůžek *et al.* (2012) v optimální vegetační fázi (BBCH 61-64). Po sklizni byl vyhodnocen výnos zrna (t.ha⁻¹) a hmotnost 1000 zrn (HTZ, g). Odběr vzorků na analýzu mykotoxinů byl proveden na laboratorním děliči vzorků.

Analytické metody:

Mykotoxiny byly analyzovány metodou ultra-účinné kapalinové chromatografie (ultra-účinný kapalinový chromatograf Acquity (Waters) a chromatografická kolona HSS T3, 100 x 2.1 mm; 1,8 μm (Waters) s tandemovou hmotnostně-spektrometrickou detekcí (hmotnostní analyzátor typu lineární iontová past, qtrapMS/MS (AB Sciex) na pracovišti VŠCHT v Praze. Kvantifikace byla prováděna s pomocí nejintenzivnějšího (kvantifikačního) iontového přechodu metodou externí kalibrace na kalibrační řadu matričních standardů. Výsledky byly korigovány na výtěžnost metody, která byla zjištěna pomocí analýzy vzorků s přidáním známým množstvím mykotoxinů (tzv. „spiky“).

Analyzované mykotoxiny:

Bylo získáno celé spektrum mykotoxinů (cca 50 druhů). V daném příspěvku je hodnocen výskyt a koncentrace pouze vybraných - nových fusariových (tzv. „emerging“) a alternariových toxinů. Jedná se o následující mykotoxiny: enniatin A (EnnA), enniatin A1 (EnnA1), enniatin B (EnnB), enniatin B1 (EnnB1), beauvericin (BEA), alternariol (AOH), alternariol monomethyleter (AME), tentoxin (Tentox), kyselina tenuazonová (TeA) a kyselina mykofenolová (MPAc) – vše v μg.kg⁻¹.

Statistické zpracování:

Data byla zpracována využitím software STATISTICA, verze 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). Průměrné hodnoty obsahu mykotoxinů byly vypočteny z pozitivních hodnot (naměřených nad LOQ).

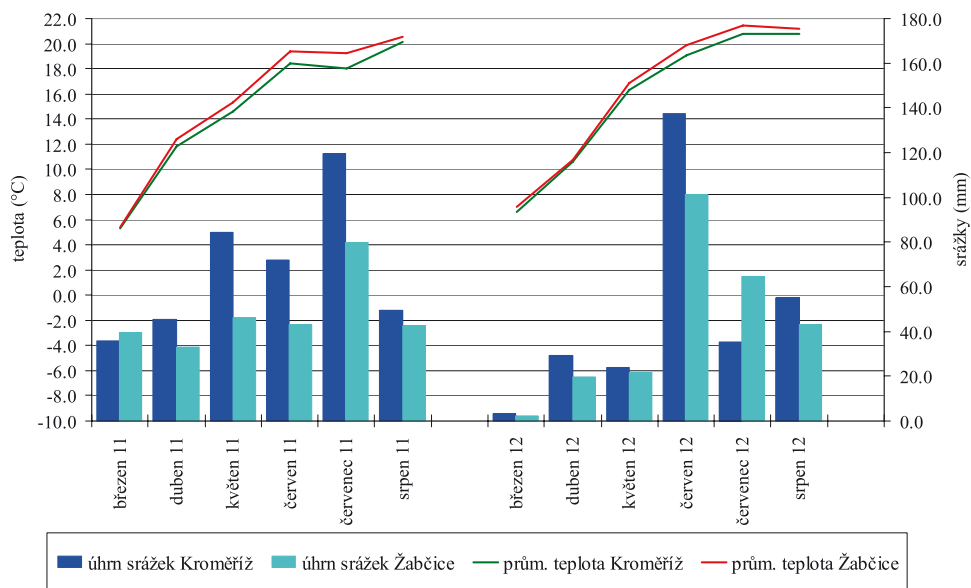
Popis pokusných lokalit:

Kroměříž (49° 17' severní šířky, 17° 22' východní délky, 235 m nad mořem): výrobní oblast řepařská, půdní typ – černozem luvická (ČMI), půdní druh – prachová hlína, průměrná roční teplota 8,7 °C, průměrný roční úhrn srážek 559 mm.

Žabčice (49° 01' severní šířky, 16° 37' východní délky, 184 m nad mořem): výrobní oblast kukuřičná, podoblast K2, půdní typ – fluvizem glejová (FLg), půdní druh – jílovitohlinitá až jílovitá,

s obsahem jílnatých částic 55 až 65 %, průměrná roční teplota 9,2 °C, průměrný roční úhrn srážek 480 mm.

Průměrné teploty a srážky ve vegetačním období let 2011 a 2012 na obou pokusných lokalitách jsou znázorněny na Obr. 1.



Obr. 1: Průběh počasí ve vegetačním období let 2011-2012 na lokalitách Kroměříž a Žabčice

Výsledky a diskuse

Výnos zrna a hmotnost obilí

Ve sledovaném souboru genotypů ječmene byly zastoupeny odrůdy i genetické zdroje s deklarovanou odlišnou náchylností FHB, které se navíc lišily morfologicky (typem klasu a typem pluchatosti) i chemickým složením zrna (poměrem hlavních polysacharidů škrobu). Jejich reakce na silný tlak patogena (inokulaci *F. culmorum*) se projevila ve většině případů snížením výnosu zrna (v průměru o 0,1 až 1,5 t.ha⁻¹) a HTZ (o 0,6 až 5,5 g). Pokles výnosu zrna byl registrován zejména na lokalitě Kroměříž (v průměru o 0,9 t.ha⁻¹), zatímco v Žabčicích byla difference mezi přirozeně infikovanou a inokulovanou variantou prakticky nulová (rozdíl 0,06 t.ha⁻¹ (u?) inokulované varianty; data nejsou uvedena). Nejsilněji se negativní vliv inokulace projevila u náchylných 6-řadých odrůd Cebada Capa a Ricardo, za nimi následovaly 2-řadé odrůdy s hustým klasem (Prosa a Henrike) a kanadské bezpluché odrůdy s waxy typem škrobu CDC Merlin a CDC Rattan (Tab. 1). Více než 10% relativní pokles výnosu oproti variantě s přirozenou infekcí vykazovaly také 2-řadé odrůdy se standardním složením škrobu Waggon a Kompakt. Byly ale pozorovány i případy, kdy se výnos zrna odrůdy po inokulaci nesnížil nebo dokonce došlo k jeho navýšení. Genetický zdroj rezistence z USA 6NDRFG-1 vykázal nejen v průměru zvýšený výnos zrna (o 0,3 t.ha⁻¹), ale současně i vyšší HTS (o 1,2 g). Vyšší průměrný výnos zrna byl zjištěn také u starších 2-řadých odrůd Annabell a Pejas, 6-řadých odrůd Druvis a Rolfi, bezpluché odrůdy Taiga a odrůdy Krasnodarskij 95 (Tab. 1), u níž Chrpová *et al.* (2011) kromě odolnosti napadení FHB pozorovali i vysokou toleranci k akumulaci mykotoxinu DON v zru.

Z pohledu rozdílů v důsledku morfologických odlišností byl výnos zrna vlivem inokulace více snížen u pluchatých a 6-řadých materiálů (v průměru o 0,3 a 0,4 t.ha⁻¹, resp.), zatímco v případě hmotnosti obilky tomu bylo naopak (pokles průměrné HTZ u bez-

pluchých materiálů o 3 g a u 2-řadých o 2,8 g). Mezi poklesem výnosu a snížením HTZ byla nejsilnější korelace vypočtena pro materiály s 6-řadým klasem ($r = 0,54^*$) a naopak v případě ječmene s waxy typem škrobu byl tento vztah negativní ($r = -0,49$), tedy při malém snížení výnosu byla pozorována velká redukce hmotnosti obilky. Literární údaje vesměs uvádějí, že 6-řadě odrůdy jsou k napadení FHB citlivější a odrůdy s bezpluchým zrnem naopak více odolné (Buerstmayr *et al.* 2004, Usele *et al.* 2011, Yoshida *et al.* 2008 aj.). Jak je zřejmé z Tab. 1, reakce jednotlivých materiálů ječmene na vysoký tlak patogena byla různá, a proto nelze jednoznačně potvrdit výsledky, ke kterým zahraniční autoři dospěli. Snížení výnosu zrna nebo hmotnosti obilky nemusí být vždy ve vztahu k akumulaci mykotoxinů. Asymptotický výskyt mykotoxinů T-2 a HT-2, který se projevil tím, že napadení fusarií v průběhu vegetace nebylo vůbec pozorovatelné a přesto bylo zrno kontaminované jejich sekundárními toxickými produkty, zaznamenalo u ovsa více autorů (Hajšlová 2008, Imathiu *et al.* 2013).

toxinů kolísal nejen podle typu mykotoxinu, ale i pěstební lokality a varianty pokusu. Nejčastěji byly detekovány EnnB (100 % případů nad limitem kvantifikace - LOQ) a B1 (výskyt v 95-98 %) a s vysokou četností byl také detekován EnnA1 (72-93 %). Četnost výskytu BEA byla od 50 do 59 % a EnnA od 28 do 59 %. Rozsah naměřených hodnot obsahu mykotoxinů byl velmi proměnlivý a lišil se jak podle pěstebních lokalit a pokusných ročníků, tak i způsobu infekce porostů. Průměrná koncentrace enniatinů se ve variantě s přirozenou infekcí pohybovala od 4 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (EnnA) po 561 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (EnnB), v inokulované variantě od 4 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (EnnA) po 183 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (EnnB). Průměrný obsah BEA kolísal podle variant od 36 do 126 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (Obr. 2). Je zajímavé, že obecně byly hladiny enniatinů vyšší ve variantách s přirozenou infekcí a významně se lišila také lokalita Žabčice, kde byly naměřeny maximální hodnoty v případě EnnB (až 2323 $\mu\text{g.kg}^{-1}$; odrůda Merlin; 2011), EnnB1 (až 1228 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) i EnnA1 (až 1219,8 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) - v obou případech v roce 2012 u linie KM 1057 (Obr. 3).

Odrůda	Původ	Pluch. ¹⁾	Typ klasu	Typ škrobu ²⁾	Rozdíl ³⁾	
					Výnos zrna, t.ha ⁻¹	HTZ, g
6NDRFG-1	USA	pl	6ř.	stand.	0,3	1,2
AC Klinck	CAN	pl	6ř.	stand.	-0,3	-3,1
AF Lucius	CZE	n	2ř.	stand.	0,0	-4,0
Amulet	CZE	pl	2ř.	stand.	-0,2	-2,1
Annabell	DEU	pl	2ř.	stand.	0,4	-1,6
Arra	FIN	pl	6ř.	stand.	-0,1	-1,5
CDC Rattan	CAN	n	2ř.	waxy	-0,7	-2,6
Cebada Capa	ARG	pl	6ř.	stand.	-1,5	-1,7
Diplom	DEU	pl	2ř.	stand.	-0,3	0,0
Druvis	LVA	pl	6ř.	stand.	0,1	-1,7
Henrike	DEU	pl	2ř.	stand.	-0,8	-3,2
Chevron	CHE	pl	6ř.	stand.	-0,5	-2,1
KM 1057	CZE	n	2ř.	stand.	-0,3	-3,2
KM 2084	CZE	n	2ř.	stand.	-0,2	-3,8
KM 2460	CZE	pl	2ř.	waxy	-0,5	-1,3

Odrůda	Původ	Pluch. ¹⁾	Typ klasu	Typ škrobu ²⁾	Rozdíl ³⁾	
					Výnos zrna, t.ha ⁻¹	HTZ, g
KM 2551	CZE	n	2ř.	waxy	-0,1	-4,8
Kompakt	SVK	pl	2ř.	stand.	-0,3	-4,7
Krasnodarskij 95	SUN	pl	2ř.	stand.	0,2	-2,6
Madeira	DEU	pl	2ř.	stand.	-0,2	-2,2
Merlin	CAN	n	2ř.	waxy	-0,1	-2,1
Nitran	SVK	pl	2ř.	stand.	-0,6	-1,7
Nordus	DEU	pl	2ř.	stand.	-0,3	-3,0
Pejas	CSK	pl	2ř.	stand.	0,1	-3,6
Primus	CSK	pl	2ř.	stand.	0,0	-0,6
Prosa	AUT	pl	2ř.	stand.	-0,9	-5,3
Ricardo	URY	pl	6ř.	stand.	-1,1	-5,5
Rolfi	SWE	pl	6ř.	stand.	0,1	-2,8
Taiga	DEU	n	2ř.	stand.	0,5	-0,9
Waggon	GBR	pl	2ř.	stand.	-0,6	-5,3

¹⁾ - pluchatost obilky: pl = pluchatá, n = bezpluchá; ²⁾ - stand. = standardní složení škrobu, waxy = změněný podíl amylozy a amylopektinu; ³⁾ - absolutní rozdíl mezi inokulovanou a přirozeně infikovanou variantou

Tab. 1: Seznam, charakteristika odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního a průměrné rozdíly v hospodářských znacích mezi inokulovanou a přirozeně kontaminovanou variantou

„Emerging“ mykotoxiny

Změny klimatu i stále se snižující pestrost pěstovaných plodin přispívají k rozšiřování dříve méně běžných druhů rodu *Fusarium* a dalších druhů houbových patogenů (produkovaných např. rody *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* apod.). Čím dál častěji je proto v analyzovaných vzorcích obilovin detekováno více skupin mykotoxinů současně, což může být příčinou řady vedlejších efektů pozorovaných například v praxi při aplikaci krmiv s nižšími než limitními hladinami sledovaných mykotoxinů (Binder *et al.* 2007). Díky stále preciznějším možnostem podchycení přítomnosti limitovaných mykotoxinů nejsou proto, podle názoru některých odborníků, hlavním problémem projevy akutních mykotoxikóz, ale zejména dlouhodobý příjem nízkých hladin mykotoxinů, který je příčinou špatného zdravotního stavu, snížení výkonnosti, metabolických poruch, snížené fertility, imunosuprese a dalších nežádoucích souvisejících projevů (Bryden 2012, Jestoi 2008, Kokkonen 2012, aj.).

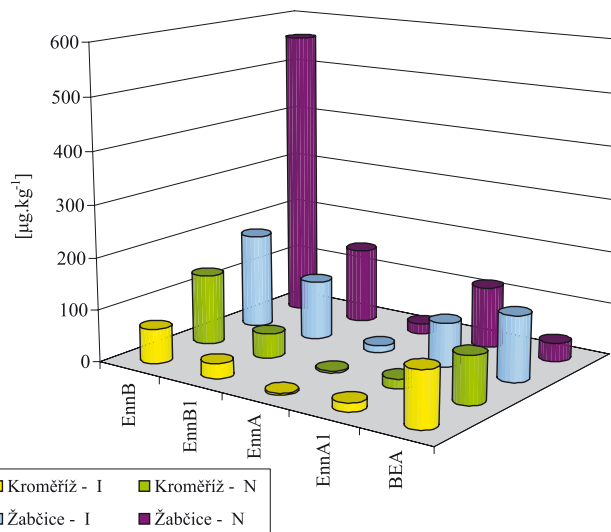
Výsledky uvedené v Tab. 2 ukazují, že četnost výskytu i rozsah naměřených hodnot sledovaných fusariových „emerging“ myko-

Mikroklimatické rozdíly obou pěstebních lokalit společně s rozdílným průběhem počasí v letech 2011 a 2012 mohly způsobit nejen rozdíly v úrovni napadení genotypů ječmene, ale ovlivnit i frekvenci výskytu a obsah sledovaných mykotoxinů. Výzkum různých druhů rodu *Fusarium* a dalších patogenů ukazuje, že jsou variabilní nejen v podmínkách důležitých pro jejich růst (zejména vlhkosti prostředí a teplotě), ale i potenciální patogenitě (Brennan *et al.* 2003, Hudec a Muchová 2010, Parikka *et al.* 2012, Popowski a Celar 2013). Podle výsledků, které uvádějí Brennan *et al.* (2005), rozdíly v patogenitě různých druhů fusarií mohou souviset nejen s jejich rozdílnými teplotními požadavky, ale i s reakcí hostitele na podmínky pěstování. Lokalita Žabčice patří k nejteplejším oblastem České republiky a ročním průměrným úhrnem srážek (480 mm) se řadí k sušším lokalitám. Naopak Kroměříž je charakterizována jako lokalita „teplá a středně vlhká“ s průměrným ročním množstvím srážek okolo 559 mm. Jak je zřejmé z Obr. 1, mezi oběma lokalitami i mezi roky 2011 a 2012 byly zjištěny rozdíly v teplotách a srážkách jak v průběhu celé vegetace, tak zejména v měsících červen a červenec, kdy dochá-

zelo k nalévání a zrání zrna ječmene. To se projevilo nejen na výkonnosti experimentálních materiálů ječmene, ale ovlivnilo také spektrum přítomných patogenních druhů a jejich produkci mykotoxinů.

I když enniatiny a BEA byly poprvé identifikovány v cereáliích pěstovaných ve Skandinávii (Sorensen *et al.* 2008), a proto byly považovány spíše za kontaminanty chladnějších oblastí, byly tyto mykotoxiny později nalezeny také v cereáliích ve Španělsku nebo Itálii (Jestoi *et al.* 2009, Meca *et al.* 2010). Fusariové „emerging“ mykotoxiny, kam se řadí enniatiny, BEA, moniliformin a fusaproliferin, jsou produkovány zejména druhy *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. avenaceum*, *F. tricinctum*, *F. acuminatum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides* a *F. sambucinum* (Jestoi *et al.* 2009). Spektrum patogenů, které izolovali Bezděková *et al.* (2013) z obilí ječmene vypěstovaných v lokalitách Kroměříž a Žabčice v roce 2012, zahrnovalo převážně rody *F. poae*, *F. culmorum*, *F. graminearum* a *F. avenaceum*. Zatímco v Žabčicích na obou variantách (přirozená infekce a inokulace *F. culmorum*) převládá druh *F. poae*, v Kroměříži našli převážně *F. culmorum*.

Biologické účinky enniatinů a BEA jsou dokumentovány mnohými výzkumy, provedenými v pokusech *in vitro* a také *in vivo* na laboratorních a hospodářských zvířatech. Pilotní toxikologické výzkumy ukázaly teratogenní a patologické účinky na buněčné kultury *in vitro* (Munkvold *et al.* 1998), Ivanova *et al.* (2006) zjistili v pokusech *in vitro* srovnatelnou toxicitu enniatinů v porovnání s cytotoxicitou mykotoxinu DON. Toxické účinky těchto kontaminantů jsou přičítány jejich ionoforním vlastnostem, avšak jejich případná akutní ani chronická toxicita doposud nebyla potvrzena.



Obr. 2: Průměry sledovaných mykotoxinů v zrně odrůd a genetických zdrojů ječmene jarního z lokalit Kroměříž a Žabčice a dvou variant infekce (N = přirozená infekce; I = inokulace *F. culmorum*)

toxinem s výskytem nad LOQ na obou lokalitách byl Tentox (ve 2 až 21 %). V případě TeA byl výskyt v lokalitě Kroměříž v obou variantách i experimentálních letech nulový a totéž platilo pro výskyt kyseliny mykofenolové (MPAc) v lokalitě Žabčice a v přirozeně infikované variantě v Kroměříži. V Žabčicích byla četnost výskytu TeA od 9 % (varianta s přirozeným výskytem) do 31 % (inokulace *F. culmorum*), nicméně se na této průměrné hodnotě podílel pouze rok 2011. Obdobně také pouze v roce 2011 byl zaznamenán výskyt MPAc v Kroměříži na inokulované variantě.

Celkově byly hladiny AOH a AME i frekvence výskytu vyšší v lokalitě Kroměříž a to zejména v roce 2011 ve variantě s přirozenou infekcí (obsah v případech nad LOQ kolísá pro AOH od 3 do 140 µg.kg⁻¹ a pro AME od 3 do 77 µg.kg⁻¹), nicméně celkově nejvyšší obsah AOH byl zjištěn v roce 2012, a to u odrůdy Cebada Capa (475 µg.kg⁻¹), která se vyznačovala silnější akumulací také v případě dalších alternariových mykotoxinů (Obr. 4).

Bez ohledu na to, že četnost výskytu a naměřené hladiny alternariových toxinů byly v celku velmi nízké, přítomnost vysokých hladin TeA, která byla naměřena ve variantě s inokulací *F. culmorum* v roce 2011 na lokalitě Žabčice, potvrzuje názor některých autorů, kteří považují za důležité a potřebné sledovat obsah tohoto mykotoxinu. Jak uvádějí Herzig *et al.* (2008), TeA patří k akutně toxickým alternariovým mykotoxinům a její negativní působení se projevuje zejména inhibicí syntézy proteinů, což může při vysokých dávkách tohoto toxinu vést až ke kardiovaskulárnímu kolapsu, tachykardii, masivní gastrointestinální hemoragii a smrti.

Označení mykotoxinů	Vzorky nad LOQ, %			Vzorky nad LOQ, %			Vzorky nad LOQ, %			Vzorky nad LOQ, %		
	Min. µg.kg ⁻¹			Min. µg.kg ⁻¹			Min. µg.kg ⁻¹			Min. µg.kg ⁻¹		
	Max. µg.kg ⁻¹			Max. µg.kg ⁻¹			Max. µg.kg ⁻¹			Max. µg.kg ⁻¹		
	přirozená infekce			inokulovaná varianta			přirozená infekce			inokulovaná varianta		
	Kroměříž			Kroměříž			Žabčice			Žabčice		
EnnB	100	12	741	100	7	436	100	12	2323	100	4	821
EnnB1	95	6	237	95	2	210	98	3	1228	97	6	638
EnnA	40	1	13	28	1	12	55	1	157	59	1	59
EnnA1	93	1	125	79	1	103	78	3	1220	72	9	437
BEA	55	4	332	59	11	331	52	4	276	50	9	301
AOH	53	3	475	43	2	99	21	2	7	9	25	81
AME	31	1	77	28	1	11	19	1	35	14	1	11
TeA	0			0			9	72	327	31	230	7416
Tentox	5	13	16	2	22	22	21	8	42	12	5	30
MPAc	0			16	3	131	0			0		

Tab. 2: Četnost výskytu a rozsah pozitivních hodnot naměřených hladin mykotoxinů podle lokalit a variant infekce

Alternariové toxiny

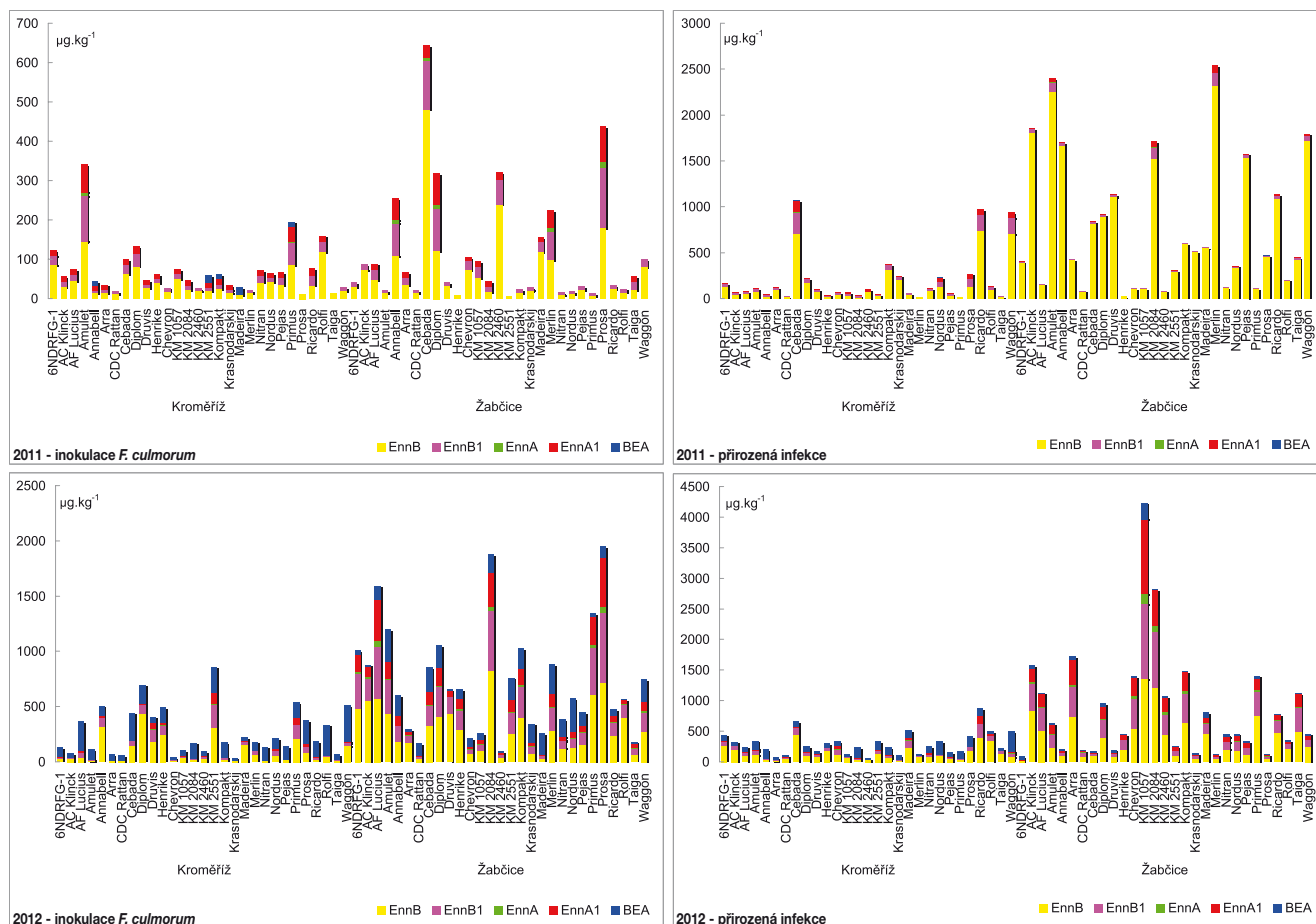
Také mykotoxiny hub rodu *Alternaria* nejsou doposud kompletně chemicky prostudovány, nicméně existují důkazy o tom, že například AOH, TeA, AME a další jsou nebezpečné pro zvířata a vykazují fetotoxické a teratogenní účinky. V pokusech *in vitro* byl prokázán také mutagenní a klastogenní vliv (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 2011). Pro alternariové mykotoxiny nejsou v ČR stanoveny žádné hygienické limity (Herzig *et al.* 2008).

Četnost výskytu alternariových mykotoxinů byla v porovnání s „emerging“ mykotoxiny významně nižší a také hladiny detekovaných toxinů se pohybovaly ve většině případů pouze v jednotkách až desítkách µg.kg⁻¹ (Tab. 2).

S nejvyšší četností byl detekován AOH (od 9 do 53 %), AME byl detekován s četností 14-31 % a posledním alternariovým

U drůbeže byla subakutní toxicita pozorována již při koncentraci 10 mg.kg⁻¹ krmiva. Nejvyšší hladiny TeA byly zjištěny v Žabčicích ve variantě s inokulací u odrůd Ricardo, AC Klinck a Druvis (7416; 3377 a 2680 µg.kg⁻¹, resp.), ale například i ve vzorku zrna genetického zdroje 6NDRFG-1 (2200 µg.kg⁻¹) s deklarovanou vyšší rezistencí FHB, který v daném pokusu prokázal nejvyšší odolnost silnému tlaku patogenu z pohledu výnosu zrna a hmotnosti obilky.

mykotoxinů stanovena v roce 2011 u odrůdy Cebada Capa (1065 µg.kg⁻¹) a v roce 2012 u odrůdy Ricardo (876 µg.kg⁻¹). Ve vzorcích z lokality Žabčice byly naměřené hladiny mykotoxinů až násobně vyšší. Maximální sumární hladina Enns a BEA byla stanovena v roce 2011 ve vzorku zrna odrůdy Merlin (2540 µg.kg⁻¹) a v roce 2012 v zrně linie KM 1057 (4237 µg.kg⁻¹). Porovnání pořadí odrůd podle akumulace obou skupin sledovaných mykotoxinů v lokalitě Kroměříž a Žabčice ukázalo, že bez ohledu na variantu infekce a rok sledování vykazovaly nejvyšší



Obr. 3: Složený graf výskytu enniatinů a BEA ve vzorcích zrna ječmene z pokusů s přirozenou infekcí a inokulací porostů *F. culmorum* (lokality Kroměříž a Žabčice, 2011-2012)

Akumulace toxinů v zrně jednotlivých odrůd

Grafy na Obr. 3 a 4, které znázorňují sumární akumulaci jednotlivých typů mykotoxinů podle variant infekce, experimentálních lokalit a jednotlivých ročníků u všech materiálů ječmene dokumentují nejen vliv zmíněných faktorů proměnlivosti, ale i to, že přes významnou variabilitu naměřených hodnot bylo možné detekovat odrůdy, u kterých byla zřejmá vyšší citlivost k akumulaci „emerging“ i alternariových toxinů.

V případě enniatinů a BEA kolísala v inokulované variantě maximální sumární akumulace mykotoxinů v lokalitě Kroměříž od 342 µg.kg⁻¹ (odrůda Amulet; 2011) po 862 µg.kg⁻¹ (linie KM 2551 s waxy typem škrobu; 2012), zatímco v lokalitě Žabčice od 644 µg.kg⁻¹ (Cebada Capa; 2011) po 1947 µg.kg⁻¹ (odrůda Prosa; 2012). Vyšší hladiny byly stanoveny ve vzorcích z přirozeně infikované varianty, kde v Kroměříži byla nejvyšší suma těchto

citlivost odrůdy Cebada Capa a Ricardo. U těchto odrůd byl zjištěn rovněž také nejsilnější výnosový úbytek v důsledku inokulace *F. culmorum*. Třetí odrůdou s nejvyšší sumární akumulací v obou lokalitách byla odrůda Waggon, rovněž s významným výnosovým poklesem, avšak čtvrté místo zaujala odrůda Diplom, u které byl sice v důsledku vyššího tlaku patogenu pozorován malý výnosový úbytek (-0,3 t.ha⁻¹), avšak rozdíl v hodnotách HTZ byl nulový. Nejnižší sumární obsah mykotoxinů byl stanoven v obou lokalitách u odrůdy s waxy typem škrobu CDC Rattan, která naopak patřila k odrůdám s významným poklesem výnosu zrna na inokulovaných variantách. Odrůdy AC Klinck nebo Rolfi reagovaly na napadení fusarií z pohledu obsahu mykotoxinů odlišně; na jedné lokalitě se řadily k odrůdám s nejsilnější akumulací a naopak ve druhé lokalitě patřily ke konci poslední třetiny sledovaného souboru.

Závěr

Hodnocení rozdílných materiálů ječmene v pokusu s přirozenou infekcí a umělou inokulací *F. culmorum* ve dvou letech a na dvou lokalitách potvrdilo, že silný tlak patogenu vyvolává u většiny odrůd a genetických zdrojů pokles výnosu i hmotnosti zrna. Z hlediska frekvence výskytu sledovaných nových „emerging“ fusariových a alternariových mykotoxinů byly nejčastěji detekovány enniatiny B, B1 a A1, zatímco výskyt alternariových toxinů byl méně četný a byl významněji ovlivněn ročníkem a lokalitou. Vyšší obsah všech „emerging“ mykotoxinů byl detekován na variantách s přirozenou infekcí, v lokalitě Žabčice a v roce 2012. Naopak v případě alternariových toxinů byl vyšší výskyt i obsah stanoven v roce 2011, kdy byla naměřena i absolutně nejvyšší hodnota ze všech toxinů a to pro obsah TeA ve vzorku odrůdy Ricardo na lokalitě Žabčice. Reakce odrůd podle akumulace jednotlivých mykotoxinů byla rozdílná, některé odrůdy se vyznačovaly odlišnou akumulací na jednotlivých lokalitách a ne každé odpovídá obsah mykotoxinů v zrnu pořadí podle poklesu výnosu zrna nebo HTZ. Odrůdy Cebada Capa a Ricardo se kromě nejvyššího úbytku výnosu zrna vyznačovaly také nejvyšší sumární akumulací všech hodnocených mykotoxinů v zrnu na obou lokalitách. Naopak odrůda CDC Rattan celkově akumulovala nejméně mykotoxinů jak v Kroměříži, tak i v Žabčicích, bez

ohledu na to, že silný tlak patogenu měl u této odrůdy velmi silný negativní vliv na výnos zrna. Rozdíly obsahu mykotoxinů nebylo možné vztahovat k typu pluchatosti ani diferencím v typu škrobu, avšak 6-řadé odrůdy se v porovnání s 2-řadými jeví jako citlivější.

Vysoké hladiny některých „emerging“ mykotoxinů i TeA, zjištěné u jednotlivých materiálů ječmene na variantách s přirozenou infekcí jsou varováním, že ani tyto, doposud nelimitované toxiny není radno podceňovat. Zejména v letech, kdy jsou vytvořeny přírodní podmínky příznivé pro rozvoj těchto druhů patogenů, kteří zmíněné mykotoxiny produkují.

(Recenzováno)

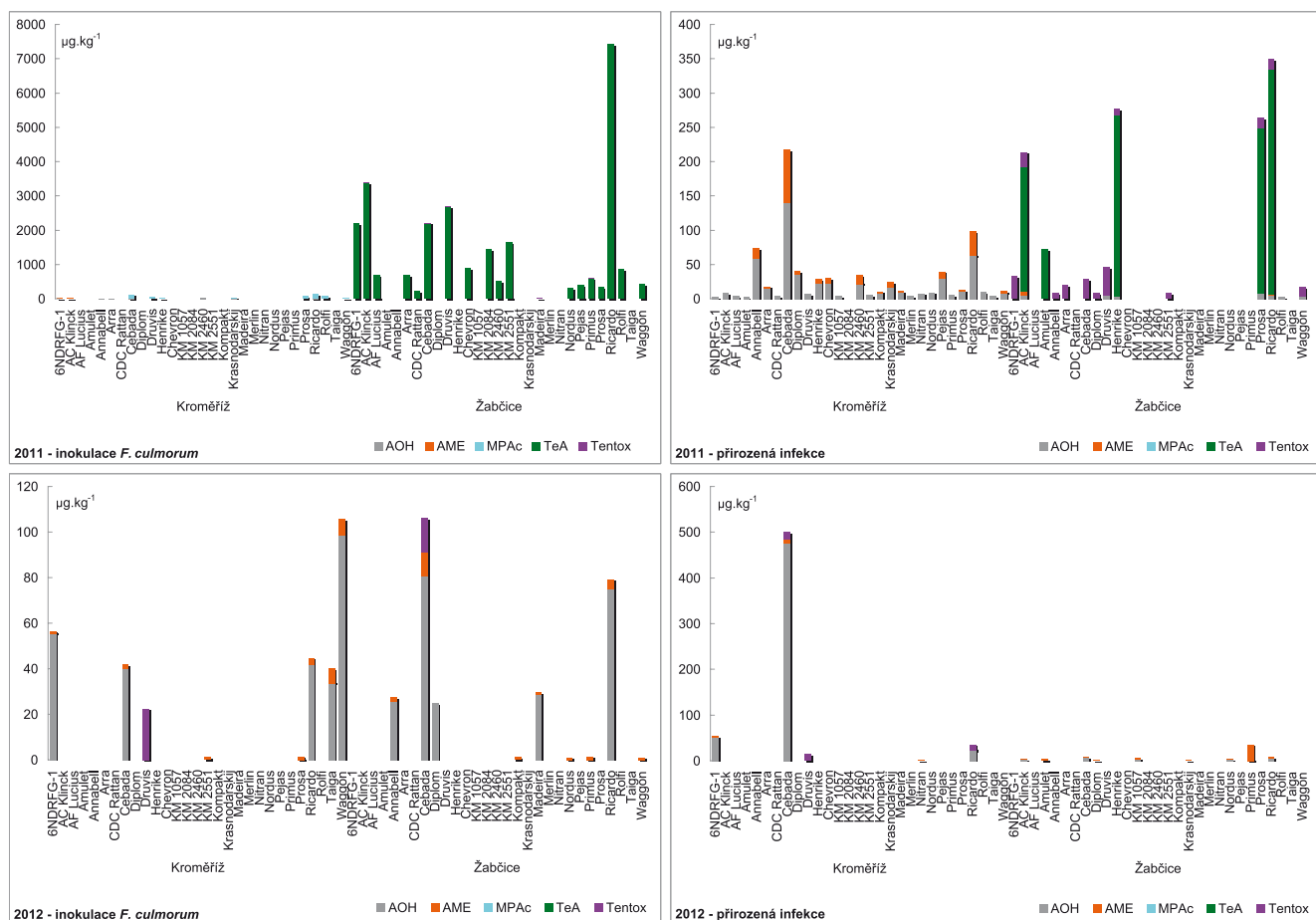
Poděkování

Příspěvek byl vypracován s podporou projektu MZe ČR č. QI111B044 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211.

Seznam použité literatury je k dispozici u autorů příspěvku.

Kontaktní adresa 1. autora:

Ing. Kateřina Vaculová, CSc., Agrotest fyto, s.r.o.,
Havlíčková 2787/121, 767 01 Kroměříž vaculova@vukrom.cz



Obr. 4: Složený graf výskytu alternariových toxinů ve vzorcích zrna ječmene z pokusů s přirozenou infekcí a inokulací porostů *F. culmorum* (lokality Kroměříž a Žabčice, 2011-2012)

Půlstoletí s virovými chorobami obilnin na území České republiky

(Half a century with viral diseases of cereals in the Czech Republic)

Bílovský, J., Váňová, M.
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Souhrn: Virové choroby obilnin byly v minulosti rozšířeny pouze v níže položených, relativně teplejších a sušších oblastech středních, severních a východních Čech, jižní Moravy a na Hané. Od roku 1960 bylo v těchto oblastech zaznamenáno několik dvou až pětiletých period s lokálně silným a v mnoha případech i kalamitním výskytem choroby. V 90. letech 20. století byly zjištěny její významné výskyty rovněž ve středně položených oblastech západních a severních Čech. Ve většině výše zmíněných period byly virózou silně postiženy především porosty ozimé pšenice, avšak vzrostl počet intenzivně napadených porostů ozimého ječmene. Případy silnější infekce ozimého žita a jarní pšenice byly pozorovány zřídka, jarního ječmene a ovsa výjimečně.

Prvními pracovišti schopnými laboratorně testovat vzorky rostlin na přítomnost viróz byly Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni a Výzkumný ústav obilnářský (dnes Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. Od roku 2000 testovala vzorky v celé ČR na přítomnost BYDV i Státní rostlinolékařská správa (SRS), od roku 2002 také na WDV. Od roku 2006 sledováním výskytu viróz v rámci služby MSD (monitoring – signalizace – doporučení) zabývá i Zkušební stanice v Klukách u Písku, od roku 2010 spolu s firmou Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž rovněž v celé ČR. Veřejně dostupné výsledky monitoringu SRS a výsledky šetření MSD z let 2005 až 2012 jsou zde zpracovány.

Klíčová slova: obilniny, virové choroby, monitoring

Abstract: In the past, viral diseases of cereals were spread only in lower, relatively warmer and drier regions of central, northern and eastern Bohemia, south Moravia and Haná. Since 1960, several two- to five-year periods with local severe and in many cases even disastrous incidences of the diseases have been recorded in these regions. Significant incidences were also found in medium-lying regions of western and northern Bohemia in the 1990s. In most of the periods mentioned, viral diseases strongly infected especially stands of winter wheat, but a number of severely infected stands of winter barley increased. Stronger infection of winter rye and spring wheat was observed rarely, and infection of spring barley and oats was exceptional.

First workplaces able to carry out laboratory tests for the presence of viral diseases on plant samples were the Crop Research Institute in Prague-Ruzyně and Cereal Research Institute (now Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd. Since 2000, State Phytosanitary Administration (SPA) have tested samples for the presence of BYDV and since 2002 also of WDV in the whole Czech Republic. Since 2006, a survey of the occurrence of viral diseases across the Czech Republic has been also provided by the Experimental Station in Kluky near Písek within the frame of the MWR (monitoring - warning - recommendation) service, since 2010 jointly with the Agrotest Fyto, Ltd. in Kroměříž. Results of SPA monitoring and observations within the MWR service covering the period of 2005-2012 are presented in the paper.

Key Words: cereals, viral diseases, monitoring

Úvod

První popsáný výskyt **virové zakrsllosti pšenice (WDV)** na světě přinesl v roce 1961 v Československu Ing. Josef Vacke, CSc. z VÚRV v Praze (Chrpová a Šíp, 2013). Při psaní článku pro Obilnářské listy „K výskytu a škodlivosti virové zakrsllosti pšenice na obilninách“, v níž na sklonku roku 1993 stručně shrnul své třicetileté zkušenosti s WDV, použil pro virovou zakrsllost pšenice zkratku VZP. Ta se v České republice nakonec vžila v úplně jiné souvislosti.

Na jeho konstatování, že jí způsobuje geminivirus, přenosný nymfami a imagy křísa polního (*Psammotettix alienus* Dahlbom, 1851), se mnoho nemění. Původce choroby je řazen do skupiny monogeminovirů, tehdy jediného známého přenašeče nazýváme křísek polní a dnes víme, že není sám. I díky Josefu Vackemu bylo zjištěno (Ekzayez a Kumari, 2011), že přenašečem je i křísek ***Psammotettix provincialis*** Ribaut, 1925, jehož praktický význam je zanedbatelný, poněvadž je uveden v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky.

Před dvaceti lety Vacke uváděl, že virová zakrsllost pšenice byla donedávna rozšířena pouze v níže položených, relativně teplejších a sušších oblastech středních, severních a východních Čech, jižní Moravy a na Hané. Od roku 1960 bylo v těchto oblastech zaznamenáno několik dvou až pětiletých period s lokálně silným a v mnoha případech i kalamitním výskytem choroby. V 90. letech 20. století byly zjištěny její významné výskyty rovněž ve středně položených oblastech západních a severních Čech.

Ve většině výše zmíněných period byly virózou silně postiženy především porosty ozimé pšenice, avšak vzrostl počet intenzivně napadených porostů ozimého ječmene. Případy silnější infekce ozimého žita a jarní pšenice byly pozorovány zřídka, jarního ječmene a ovsa výjimečně.

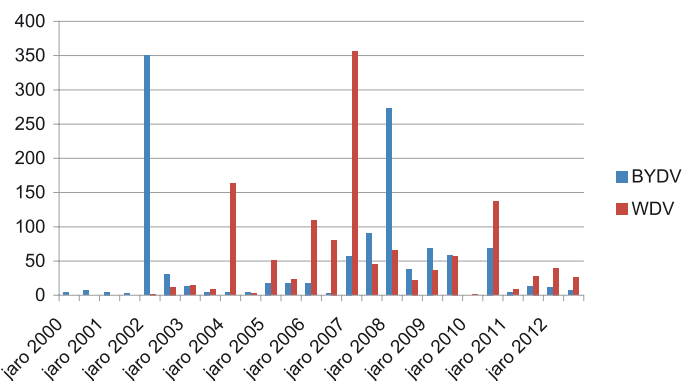
Při orientačním průzkumu výskytu virové zakrsllosti pšenice v Čechách v roce 1993 bylo pozorováno převážně sporadické nebo mírné napadení ozimů. Silnější výskyt choroby byl zaznamenán u porostů ozimé pšenice a ozimého ječmene na 25 lokalitách okresů Litoměřice, Ústí nad Labem, Chomutov, Plzeň-jih a Tachov. Středně silné napadení ozimého ječmene bylo pozorováno v okolí Prahy, Lovosic a Přeštice. O výskytu virové zakrsllosti na Moravě byly jen velice kusé zprávy. Podle nich a dalších skutečností se však nicméně usuzovalo, že se zde mohla viróza vyskytovat v podobné intenzitě jako v Čechách.

V roce 2001 v článku „Virová zakrsllost pšenice – významná choroba ozimých obilnin“ Vacke zmiňuje, že v roce 2000 bylo zaznamenáno silné rozšíření této choroby ve středních a severních Čechách a na jižní Moravě. Pravděpodobně se vyskytovala i v dalších oblastech státu, ušla však pozornosti, nebo byly její projevy považovány za následek jarního suchého a teplého počasí. V roce 2001 byl předpokládán zvýšený až silný výskyt virové zakrsllosti pšenice v areálech jejího rozšíření. Orientační průzkumy umožnily vymezit areál rozšíření virové zakrsllosti v ČR. Byly do něj zahrnuty níže položené oblasti středních, severních, východních a západních Čech a jižní a střední Moravy.

Onemocnění působené BYDV bylo poprvé identifikováno v roce 1951 v USA (Oswald a Houston, 1953). V průběhu dalších let byla tato choroba zjištěna prakticky ve většině zemí světa a od začátku šedesátých let je známa i u nás. Na území ČR byl dlouho považován za převládající kmen BYDV-PAV, vyznačující se silnou patogenitou a přenosný mšicí střemchovou (*Rhopalosiphum padi*), kyjatkou osenní (*Sitobion avenae*) a kyjatkou travní (*Metopolophium dirhodum*). Nově pomocí analýz na úrovni nukleových kyselin bylo zjištěno poměrně vysoké zastoupení kmene PAS (Kumar, 2008).

Monitoring výskytu

Prvními pracovišti schopnými laboratorně testovat vzorky rostlin na přítomnost viróz byly Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni a Výzkumný ústav obilnářský (dnes Zemědělský výzkumný ústav) v Kroměříži. Od roku 2000 testovala vzorky v celé ČR na přítomnost BYDV i Státní rostlinolékařská správa (SRS), od roku 2002 také na WDV. Od roku 2006 sledováním výskytu viróz v rámci služby MSD (monitoring – signalizace – doporučení) zabývá i Zkušební stanice v Klukách u Písku, od roku 2010 spolu s firmou Agrotest fyto Kroměříž rovněž v celé ČR. Veřejně dostupné výsledky monitoringu SRS a výsledky šetření MSD z let 2005 až 2012 jsou zde zpracovány. Od roku 2000 bylo provedeno několik tisíc laboratorních rozborů s téměř 2,5 tisícem pozitivních výsledků (viz tabulka 1 a graf 1).



Graf 1: Změny ve výskytu infekcí BYDV a WDV v jednotlivých letech, k nimž dochází v souvislosti se změnami počasí v období vzházení ozimů a také na možnostech rozšíření zdrojů infekce

Údaje za léta 2000 až 2004 nejsou veřejně dostupné, tudíž nejsou v tomto přehledu zapracovány. Jak je patrné, v tomto období byly silné výskyty WDV v jarním období 2002 (11 pozitivních ve středních Čechách, 14 v jižních Čechách, 43 ve východních Čechách, 121 na jižní Moravě, 104 na severní Moravě a ve Slezsku), kdy bylo zaoráno asi 1000 ha ozimé pšenice a asi 6000 ha ozimého ječmene převážně na Moravě a ve Slezsku, dále silné výskyty WDV v jarním období 2004 – pozitivních ve 46 středních Čechách, 11 v jižních Čechách, 14 v západních Čechách, 8 v severních Čechách, 28 ve východních Čechách, 32 na jižní Moravě a 24 na severní Moravě a ve Slezsku (Červená a Markytánová, 2005).

Přehled pozitivních výsledků za období 2005 až 2012 v jednotlivých krajích ČR (1954 pozitivních výsledků na 1122 katastrálních územích) je uveden v tabulce 2.

Při rozlišení na území jednotlivých krajů a okresů je stav potvrzených přítomností žluté virové zakrslosti ječmene (BYDV) naznačen v tabulkách 3 až 5 a stav potvrzených přítomností virové zakrslosti pšenice (WDV) naznačen v tabulkách 6 až 8.

	BYDV	WDV		BYDV	WDV
jaro 2000	4	0	podzim 2006	3	81
podzim 2000	7	0	jaro 2007	57	356
jaro 2001	5	0	podzim 2007	90	45
podzim 2001	3	0	jaro 2008	273	65
jaro 2002	350	2	podzim 2008	38	22
podzim 2002	31	12	jaro 2009	69	36
jaro 2003	13	14	podzim 2009	58	57
podzim 2003	5	8	jaro 2010	0	1
jaro 2004	4	163	podzim 2010	69	137
podzim 2004	4	3	jaro 2011	5	8
jaro 2005	18	51	podzim 2011	13	28
podzim 2005	17	23	jaro 2012	11	40
jaro 2006	18	109	podzim 2012	7	26
suma				1172	1287

Tab. 1: Přehled pozitivních výsledků viróz v rámci monitoringu SRS a MSD (2000–2012)

kraj	výskyt v ČR	výskyt v kraji	výskyt v kraji v %
Zlínský	764	129	16,9
Jihomoravský	764	116	15,2
Olomoucký	764	95	12,4
Středočeský	764	87	11,4
Pardubický	764	78	10,2

Tab. 3: Potvrzené přítomnosti žluté virové zakrslosti ječmene (BYDV) v letech 2005 až 2012 v krajích s největším výskytem v % k celkovému výskytu v ČR

okres	výskyt v kraji	% výskytů v okrese
	pro daný okres	k danému kraji
Vsetín	129	41,9
Prostějov	95	36,8
Přerov	95	35,8
Hodonín	116	28,4
Pardubice	78	42,3
Uherské Hradiště	129	24
Břeclav	116	24,1
Opava	49	55,1
Žďár nad Sázavou	63	39,7
Kladno	87	27,6
Kroměříž	129	17,8
Ústí nad Orlicí	78	26,9
Zlín	129	16,2
Rychnov nad Kněžnou	57	33,3

Tab. 5: Potvrzené přítomnosti **žluté virové zakrslosti ječmene (BYDV)** v letech 2005 až 2012 s největším výskytem podle okresů v % k celkovému výskytu v daném kraji

Výsledky a diskuse

Jak je patrné z přehledů, u obou chorob se na čelných místech objevuje pět krajů. U BYDV připadá na Zlínský 16,9 %, Jihomoravský 15,2 %, Olomoucký 12,4 %, Pardubický 10,2 % a Středočeský 11,4 % Z okresů jednoznačně dominuje Vsetín 33 z 59 obcí.

Podobná situace, byť v jiném pořadí, je u výskytů WDV, Středočeský 20,8 %, Zlínský 14,3 %, Olomoucký 12,6 %, Jihomoravský 12,2 % a Pardubický 9 %. Bezsporně pozoruhodný je výskyt WDV v okrese Kladno, kde byla choroba nalezena na 63 ze 100 katastrů a počet nalezených pozitivních vzorků je téměř roven počtu vzorků v celém Pardubickém kraji.

okres	celkem míst	místa s výskytem
Vsetín	59	33
Přerov	104	25
Hodonín	81	23
Uherské Hradiště	78	22
Kladno	100	21
Prostějov	96	21
Opava	80	20
Pardubice	115	20
Břeclav	69	18
Žďár nad Sázavou	195	18
Kroměříž	80	17
Třebíč	173	17
Ústí nad Orlicí	112	17
Chrudim	113	16
Rychnov nad Kněžnou	83	16

Tab. 4: Potvrzené přítomnosti **žluté virové zakrslosti ječmene (BYDV)** v letech 2005 až 2012 podle okresů

Bereme-li v potaz výskyty obou sledovaných chorob, takřka **polovina** zjištěných přítomností chorob připadla na Středočeský 335 (17,1 %), Zlínský 299 (15,3 %) a Jihomoravský 261 (13,4 %) kraj. Spolu s krajem Olomouckým 245 (12,5 %) a Pardubickým 185 (9,5 %) jim přináležejí dvě třetiny popsanych případů.

Orientační vymezení oblastí výskytu

Oblast I

V této oblasti je zřejmá násobná převaha výskytů WDV nad prokázanými výskyty BYDV, jejíž těžiště se nachází ve středních Čechách, kde můžeme zahrnout území okresů Kladno, Louny, Chomutov, Most, Litoměřice, Příbram, Praha-východ, Mladá Boleslav, Nymburk, Kolín, Jičín, Hradec Králové a odloučenou část území okresů Olomouc a Bruntál.

kraj	celkem míst	BYDV		WDV	
		místa s výskytem	počet výskytů	místa s výskytem	počet výskytů
Zlínský	304	87	129	95	170
Olomoucký	394	64	95	102	150
Moravskoslezský	324	37	49	43	55
Jihomoravský	675	87	116	105	145
Vysočina	729	53	63	58	68
Středočeský	1147	79	87	190	268
Ústecký	354	20	21	57	70
Jihočeský	623	20	22	27	39
Královéhradecký	448	51	57	61	76
Pardubický	453	60	78	80	107
Plzeňský	510	21	23	27	32
Liberecký	216	13	17	5	6
Karlovarský	132	5	5	1	1
Praha	22	2	2	3	3
celkem	6331	599	764	854	1190

Tab. 2: Přehled pozitivních výsledků za období 2005 až 2012

kraj	výskyt v ČR	výskyt v kraji	výskyt v kraji v %
Středočeský	1190	248	20,8
Zlínský	1190	170	14,3
Olomoucký	1190	150	12,6
Jihomoravský	1190	145	12,2
Pardubický	1190	107	9,0

Tab. 6: Potvrzené přítomnosti virové zakrsllosti pšenice (WDV) v letech 2005 až 2012 v krajích s největším výskytem v % k celkovému výskytu v ČR

Oblast II

V této oblasti procházející středem České republiky východo-západním směrem je počet zaznamenaných výskytů WDV dvojnásobný oproti zaznamenaným výskytem BYDV. Zahrnuje území okresů Prostějov, Kroměříž, Brno-venkov, Svitavy, Ústí nad Orlicí, Chrudim, Benešov, Plzeň-jih a Domažlice s přechodnými územími okresů, kde výskyt WDV zhruba 1,5x převyšuje výskyt BYDV – již výše zmíněné (Uherské Hradiště, Vyškov, Žďár nad Sázavou, Kutná Hora, Praha-západ, Plzeň-město, Plzeň-sever a Rakovník).

Oblast III

V této oblasti je zřetelný vyrovnaný poměr výskytů WDV a BYDV ve sledovaném období, převážnou měrou se nachází na Moravě a ve Slezsku s přesahem do jižních Čech a zahrnuje území okresů Vsetín, Přerov, Nový Jičín, Frýdek-Místek, Opava, Jeseník, Šumperk, Zlín, Hodonín, Břeclav, Znojmo, Brno-město, Blansko, Třebíč, Jihlava, Pelhřimov s přechodnými územími okresů, kde výskyt WDV zhruba 1,5 x převyšuje výskyt BYDV (Uherské Hradiště, Vyškov, Žďár nad Sázavou, Jindřichův Hradec a České Budějovice). Podobně jako u této poměrně ucelené oblasti je zřetelný vyrovnaný poměr výskytů WDV a BYDV v jednotlivých enklávách (Náchod, Mělník, Karlovy Vary, Klatovy, Rokycany a hlavní město Praha).

Oblast IV

Ve volně sdružených spolu nesouvisejících podoblastech (písecká, chebská, liberecká a pardubická) a jednotlivých enklávách okresů Beroun, Havlíčkův Brod a Karviná násobně převažovaly výskyty BYDV nad prokázanými výskyty WDV. Pro píseckou podoblast, zahrnující území okresů Písek, Tábor, Strakonice, Prachatice a Český Krumlov, přitom platí, že ve sledovaném období nebylo laboratorně potvrzených přítomností mnoho, nebyla zjištěna přítomnost WDV, přičemž na Táborsku, Strakonicku a Prachaticku nebyl potvrzen výskyt viróz vůbec. Totéž lze říci o chebské podoblasti, zahrnující území okresů Cheb, Sokolov a Tachov (na Tachovsku nebyl žádný prokázaný výskyt viróz oproti původním Vackeho šetření). Hojnější výskyt viróz byl v liberecké podoblasti, zahrnující území okresů Liberec, Semily, Trutnov, Česká Lípa, Ústí nad Labem (rovněž bez prokázaného výskytu WDV v kontrastu s Vackeho zjištěním) a okresů Děčín a Jablonec nad Nisou, kde nebyly virózy zjištěny vůbec. Hojně výskyty viróz byly zjištěny

i v pardubické podoblasti, zahrnující území okresů Pardubice a Rychnov nad Kněžnou.

Stručný nástin podílu výskytu viróz v České republice v letech 2002 až 2013

V roce 2002 došlo ke kalamitnímu poškození porostů virem BYDV-PAV, vedoucímu k zaorávání porostů. Poměr jednotlivých infekcí BYDV/WDV se každoročně mění v závislosti na teplotních podmínkách v období vzházení ozimů a dále na rozšíření a množství dostupných zdrojů infekce.

Po roce 2003 s nižším výskytem zakrslostí a vyrovnaným poměrem infekcí BYDV a WDV následovaly roky s více (2004) či méně (2005) výraznou převahou infekcí WDV.

V roce 2006 také převažovalo napadení WDV nad infekcí BYDV, specifickým znakem pro rok 2006 byl zvýšený výskyt směsných infekcí BYDV a WDV.

Na jaře roku 2007 enormně převažovala infekce WDV nad BYDV, zatímco na podzim téhož roku převažoval výskyt viru BYDV nad WDV a byl zaznamenán vysoký podíl směsných infekcí. (Dočkalová a kol., 2008). V roce 2007 byl výskyt virových zakrslostí velmi silný nejen na Moravě (kde byly převážně minulé lokální výskyty zaznamenány), ale i v české části ČR (okresy Kladno, Beroun, Rakovník, Kutná Hora) (Váňová a kol., 2013).

Pro jaro 2008 byla typická značná převaha viru BYDV nad WDV a poměrně vysoký podíl směsné infekce. V rámci sledování provedeného v letech 2004 – 2008 bylo zjištěno, že WDV převládá u pšenice a BYDV u ječmene (Chrpová a kol., 2009).

WDV	okres	celkem míst	místa s výskytem
1	Kladno	100	63
2	Prostějov	96	42
3	Kroměříž	80	33
4	Chrudim	113	30
5	Hradec Králové	101	29
6	Příbram	120	29
7	Vsetín	59	28
8	Žďár nad Sázavou	195	27
9	Hodonín	81	26
10	Litoměřice	105	26
11	Kolín	100	25
12	Opava	80	25
13	Ústí nad Orlicí	112	25
14	Uherské Hradiště	78	22
15	Břeclav	69	20
16	Louny	70	20

Tab. 7: Potvrzené přítomnosti virové zakrsllosti pšenice (WDV) v letech 2005 až 2012 podle okresů

Dle údajů SRS došlo na jaře 2012 k vyššímu výskytu virových zakrslostí s výraznou převahou WDV především na Moravě. Ve sklizňovém roce 2012 byly porosty obilnin poškozeny mrazy, suchem a rovněž výskyty viróz – nejpostiženějším krajem byl Jihomoravský s poškozením 95 002 tisíc ha (což představovalo 57 % plochy); ve Středočeském kraji poškození 83 790 ha (třetina plochy); v Olomouckém kraji na 28 % plochy, v ostatních krajích byl rozsah poškození menší než 20 % osevních ploch (Fialová, 2012). Výskyt BYDV v posledních 3 letech (2011 – 2013) byl nízký (Chrpová a Šíp, 2013).

Závěr

Zpracované výskyty viróz z údajů SRS a MSD přináší velmi zajímavé výsledky s vysokou užžitnou hodnotou.

Detailní zpracování z let 2005 až 2012 přináší ucelený přehled o výskytu rostlin napadených jak virem BYDV tak WDV v rámci jednotlivých krajů a okresů. Tato data odhalují nebezpečí, jehož význam rok od roku kolísá. Ale v kombinaci se změnami klimatu je třeba brát v úvahu i veličiny, vyjadřující jeho kolísání (např. meziroční proměnlivost, extrémní hodnoty apod.). Klimatické podmínky často určují nejen intenzitu infekčního tlaku, ale i míru stresu rostlin ze sucha či vysokých teplot, což má pro hospodářskou škodlivost virových chorob velký význam.

Dalším významným faktorem, posouvající pozornost pěstitelů k nebezpečí virových chorob, jsou změny ve způsobech hospodaření ovlivňující četnost výskytu přenašečů virů.

Velmi důležitým opatřením je likvidace hostitelů vektorů. Výdrol obilnin z předchozí sklizně je vážným nebezpečím především u půdochranných technologií zpracování půdy, které jej důsledně nelikvidují. Ten je významným hostitelem přenašečů virů stejně jako výdrol v řepkách, kde bývá likvidován pozdě nebo vůbec ne. Významným zdrojem infekce je i kukuřice. Výskyty viróz v ozimé pšenici nebo v ozimém ječmeni sousedícími s kukuřičnými poli bývají velmi časté a silné. Navíc kukuřice sklizená na zrno je z tohoto hlediska vážnou hrozbou i pro pšenice seté v agrotechnickém termínu nebo i později. Plochy kukuřice v posledních letech významně vzrostly.

Termín setí může být významným faktorem ovlivňujícím výskyt viróz. Časná setí v době vyšší letové aktivity přenašečů virů může zvýšit výskyt virových chorob, především v letech s teplým a dlouhým podzimem, ale především tam, kde je dostatek zdrojů infekce a kde jsou i její přenašeči. Ale z hlediska tvorby výnosu je pozdní setí především u pozdních odrůd problematické.

Stejně tak zatím nelze spoléhat na odolnost odrůd a tak ochrana proti virovým chorobám musí být prováděna integrovaným použitím řady dílčích opatření. Jejich škodlivost (při nižším infekčním tlaku) je možné snížit výživou i aplikací růstových regulátorů nebo stimulatorů.

Z přímých metod bude jistě nejvíce využíváno:

- moření osiva insekticidními přípravky. U nás je povoleno mořidlo Cruiser 350 FS v dávce 1-1,5 l/t a mořidlo Deter 250 FS v dávce 2 l/t.

- aplikace insekticidů proti vektorům během podzimního a jarního období.

Insekticidní mořidla i samotné insekticidy mají přímou vysokou účinnost v polních pokusech na přenašeče virů, ale jejich efekt na výskyt virových chorob není absolutní. Jak po ošetření porostu, tak po použití mořidel nelze vyloučit nálezy virózních rostlin, i když jejich procento výrazně poklesne a celkový infekční potenciál v porostu je menší.

okres	výskytů v kraji	% výskytů v okrese k danému kraji
Kladno	248	41,1
Prostějov	150	20,8
Vsetín	170	32,9
Kroměříž	170	28,2
Uherské Hradiště	170	27,6
Příbram	248	18,5
Hradec Králové	76	55,3
Chrudim	107	36,4
Hodonín	145	25,5
Ústí nad Orlicí	107	34,6
Žďár nad Sázavou	68	51,5
Přerov	150	22,7
Kolín	248	13,3
Litoměřice	70	47,1
Opava	55	56,4
Břeclav	145	20,7

Tab. 8: Potvrzené přítomnosti virové zakrslosti pšenice (WDV) v letech 2005 až 2012 s největším výskytem podle okresů

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

Zpracováním údajů o výskytech virových chorob chceme obrátit pozornost pěstitelů obilovin ve všech krajích a okresech ČR k nezbytnosti sledovat prognózy výskytu přenašečů virů a k uplatňování jednotlivých dílčích opatření, podle toho, jak velké nebezpečí je pro danou oblast signalizováno.

/recenzováno/

Poděkování

Výsledky byly získány za podpory MZe ČR v rámci projektu NAZV QJ1310055.

a v rámci projektu QJ1210008 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211.

Srovnání odolnosti rozdílných typů porostů jarního ječmene k poléhání metodou měření odporové síly stébel

(Evaluation of spring barley stands resistance to lodging by measuring resisting force of stem)

Svobodová, I., Míša, P., Matušinsky, P., Krofta, S.
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 27887, Kroměříž

Souhrn: V maloparcelkových polních pokusech s kombinacemi výsevků (2.5, 3.5 a 4.5 MKS.ha⁻¹) a rozdílného hnojení dusíkem (0, 45 a 90 kg N.ha⁻¹) byly simulovány varianty porostu s rozdílnou strukturou a tím i rozdílnou odolností vůči poléhání. Pomocí prototypu přístroje s vestavěným citlivým siloměrem byla v mléčné zralosti (BBCH 75) měřena odporová síla stébel proti bočnímu tlaku při sklonu 30°. Byl vypočítán korelační koeficient mezi odporovou silou jednoho stébela a znaky charakterizujícími strukturu porostu. Významný záporný korelační koeficient byl zjištěn u parametrů výška stébel, počet stébel, čerstvá hmotnost a index poléhání. Významný kladný korelační koeficient byl vypočten u procenta sušiny. U hmotnosti sušiny a výnosu zrna korelační koeficient nedosahoval významné hodnoty.

Klíčová slova: ječmen jarní; index poléhání; hustota výsevu; dávka dusíkatého hnojení

Abstract: In small plot field trials with combinations seeding rates (2.5, 3.5, 4.5 MKS.ha⁻¹) and different nitrogen fertilization (0, 45, 90 kg N.ha⁻¹) were simulated different variants of the stand structure and thus different resistance to lodging. Using a prototype instrument with a built-in sensitive system was measured resisting force stems against pressure at slope of 30° in BBCH 75. It were calculated the correlation coefficients between resisting force of one stem and features characterizing the structure of the vegetation. A significant negative correlation coefficient was found for the parameters height of stems, the number of stems, the fresh weight and the index lodging. A significant positive correlation coefficient was calculated for the parameter percentage of dry matter. However, dry weight and grain yield the correlation coefficient was not significant.

Key Words: Spring barley; lodging index; seed rate density; dose of nitrogen fertilization

Úvod

Poléhání u obilnin může být v některých ročnících velkým problémem. U polehlého porostu bývá zaznamenán vyšší výskyt houbových chorob, snížená hmotnost zrna a jeho kvalita. Mezi další negativní dopady patří vyšší nebezpečí porůstání zrna a obtížná sklizeň se zvýšeným rizikem podrůstání u jarních ječmenů. To celkově snižuje výnos a jeho kvalitu. Prevencí je pěstování nepolehavých odrůd, přiměřené výsevky, nepřehnojování dusíkem a používání regulátorů růstu. Ke zvýšení nebezpečí poléhání přispívá vlhké počasí v době sloupkování. Rychlý nárůst zelené hmoty vede k tomu, že porosty jsou husté, vysoké a stébela nepevněná, křehká. Také kořenový systém je v takových podmínkách slabý a rostliny se v rozmoklé půdě při větru snadno vyvracejí (kořenové poléhání). Proto je důležitým faktorem ovlivňujícím odolnost proti poléhání struktura porostu. Morfologickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi stébel v souvislosti s odolností odrůd pšenice a ječmene vůči poléhání se zabývala řada autorů (Zuber 1999, Jeżowski 2003, Berry 2003, 2006). Různými metodami bylo uměle vyvoláno poléhání, například tahem určité zátěže přes pozemek (Navabi 2006) nebo pomocí aerodynamického tunelu (Sterling 2003). Byly vyvíjeny přístroje, kterými byla měřena odolnost stébel vůči bočnímu tlaku napodobujícímu nápor deště a větru. Jeden z těchto přístrojů vyvinutý Berryem et al. (2003) se stal předlohou i pro konstrukci prototypu použitého v našem experimentu.

Cílem pokusu bylo zjistit, zda existuje souvislost mezi naměřenou odolností stébel vůči uměle vytvořenému tlaku a odolností stébel k poléhání vyjádřenými jak indexem poléhání, tak některými charakteristikami struktury porostu.

Materiál a metody

Na lokalitě Kroměříž byl v roce 2014 založen polní pokus s jarním ječmenem zahrnující varianty odrážející standardní používané pěstitelské postupy, varianty vytvářející provokační podmínky z hlediska poléhání (vyšší výsevek, vyšší dávka dusíku) a varianty s menší pravděpodobností poléhání (nižší výsevek, bez hno-

jení dusíkem) s odstupňovanými úrovněmi jednotlivých faktorů. V maloparcelkovém polním pokusu o velikosti parcel 10 m² byla pěstována odrůda jarního ječmene Bojos, která je méně odolná proti poléhání. Předplodinou byla pšenice ozimá. Zvoleny byly výsevky 2.5, 3.5 a 4.5 MKS.ha⁻¹. Každý výsevek zahrnoval tři úrovně hnojení dusíkem: 0 kg dusíku.ha⁻¹, 45 kg dusíku.ha⁻¹ a 95 kg dusíku.ha⁻¹. Celkem tyto kombinace vytvořily devět variant. Hnojení bylo provedeno ledkem amonným s vápencem (LAV) před setím. Kombinací stupňovaných výsevků a dávek dusíku byly vytvářeny podmínky pro založení různých morfologických a anatomických typů stébel (rozdílných typů stébel z hlediska výšky a pevnosti stébela), kořenů (průměr kořenů, délka, rozložení svazku kořenů v půdě) a hustoty porostu v jednotlivých variantách.

Kromě mechanických rozborů vzorků odnoží odebraných v BBCH 39 byl pro stanovení odolnosti rostlin k poléhání konstruován přístroj na měření odolnosti stébel vůči uměle vyvolanému tlaku napodobujícímu tlak na rostliny vyvolaný větrem, deštěm nebo nejčastěji jejich spolupůsobením. Podkladem pro konstrukci přístroje byly údaje uvedené v článku „Methods for Rapidly Measuring the Lodging Resistance of Wheat Cultivars“ autorů Berry et al. z časopisu J. Agronomy & Crop Science 189, 390-401 (2003). Autoři článku sestrojili přístroj k měření úrovně odolnosti stébel vůči poléhání na základě měření síly nutné k vychýlení stébel do určitého úhlu (odporové síly stébel vůči bočnímu tlaku přístroje) ve fázi mléčné zralosti. Přístroj navržený na našem pracovišti se skládá z hliníkové konstrukce s měřítkem výšky, snímače z uhlíkových vláken, úhloměru se zářezkou a digitálního siloměru. Snímač z uhlíkových vláken má podélný tvar o délce 70 cm a je směřován vodorovně. Před samotným měřením se stébela z řádků před a za měřeným řádkem odstraní nebo zalomí, aby na ně stébela ohýbaná přístrojem při měření nenarážela. Na úhloměru se nastaví zářezka na zvolený úhel (15, 30, 45, 60 nebo 75°). Podle výšky stébel v řádku se určí výška měření. Na svislé straně konstrukce s měřítkem se nastaví snímač se siloměrem tak, aby tlak snímače působil ve středu stébel

v řádku. Přístroj se postaví stojanem na zem vedle jedné strany izolovaného řádku tak, aby snímač byl s měřeným řádkem rovnoběžný. Kovová šipka na přední straně podstavce se musí špičkou dotýkat stébla v řádku. Celá soustava se vykloní do zvoleného úhlu a zůstane opřená o zarážku. Na siloměru se odečte naměřená hodnota v Newtonech. Měření na stejných stéblech lze provést jen jednou, protože stébla jsou při prvním měření mechanicky narušena a výsledek by byl při opakovaném měření zkreslený.

V našem pokusu byl u odebraného vzorku stébel určen jejich počet, čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny. Dále byla stanovena čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny jednoho stébla, čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny připadající na jeden cm délky stébla, procento sušiny a průměrná odporová síla na jedno stéblo. Po polehnutí a dále před sklizní byl vyhodnocen index poléhání podle metodiky EPPO PP 1/144 (3) a při sklizni výnos zrna. Index polehnutí je součet ploch polehlých v určitých úhlech dělený 100. Dosahuje hodnot od 0 (nepolehlý porost) po 90 (celá polehlá porost). Byl vypočten korelační koeficient mezi naměřenou odporovou silou stébel z celého vzorku a odporovou silou připadající na jedno stéblo a ostatními hodnocenými znaky.

doprovázenými větrem. Měření přístrojem bylo provedeno 13. 6. 2014 ve fázi mléčné zralosti (BBCH 75). Úhel sklonu stébel byl nastaven na 30°. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Index poléhání ovlivňovala více dávka dusíku než výše výsevu. Se zvyšující se dávkou dusíku docházelo ke zvýšení počtu stébel i čerstvé hmotnosti a hmotnosti sušiny. Výše výsevu vzhledem ke kompenzačním vlastnostem porostu neovlivňovala výrazně počet stébel ani čerstvou hmotnost a hmotnost sušiny. Odporová síla stébel klesala s rostoucím výsevkem a dávkou dusíku. Korelační koeficient se počítal mezi odporovou silou měřeného vzorku stébel (70 cm řádku) a dále odporovou silou jednoho stébla a znaků charakterizujících strukturu porostu. U odporové síly celého měřeného vzorku byl významný záporný korelační koeficient zjištěn u parametrů výška stébel, čerstvá hmotnost jednoho stébla a index poléhání po prvním poléhání a před sklizní. V případě korelace s odporovou silou jednoho stébla byl významný kromě výše uvedených znaků i záporný korelační koeficient u počtu stébel a čerstvé hmotnosti celého vzorku. Významných kladných hodnot dosahoval korelační koeficient u korelací s odporovou silou celého vzorku i jednoho stébla.

Výsevek MKS.ha ⁻¹	Dávka dusíku kg.ha ⁻¹	Odpor. síla stébel N	Odpor. síla 1 stébla N	Výška stébel cm	Čerstvá hmotnost		Hmotnost sušiny		%	Index polehnutí	Výnos zrna t.ha ⁻¹
					stéblo g	stéblo/ výška mg.cm ⁻¹	stéblo g	stéblo/ výška mg.cm ⁻¹			
2,5	0	4,7	0,056	74	4,47	60,40	1,21	16,37	27,10	5,38	6,82
	45	4,1	0,050	77	4,61	59,85	1,21	15,67	26,19	25,75	7,15
	90	2,1	0,021	88	4,91	55,82	1,17	13,34	23,90	51,00	7,77
3,5	0	3,7	0,050	82	4,62	56,33	1,29	15,74	27,95	9,38	6,31
	45	2,2	0,023	90	4,49	49,94	1,16	12,91	25,85	41,00	6,56
	90	0,8	0,010	94	4,91	52,22	1,18	12,54	24,01	51,25	6,57
4,5	0	4,0	0,047	82	4,45	54,25	1,22	14,83	27,34	25,50	6,22
	45	2,8	0,032	91	4,92	54,04	1,28	14,04	25,97	49,13	6,08
	90	2,8	0,028	92	5,02	54,61	1,22	13,22	24,20	54,50	6,34
Korelační koeficient	Celý vzorek	-	0,981	-0,894	-0,628	0,745	0,430	0,925	0,783	-0,811	-0,078
	Jedno stéblo	0,981	-	-0,910	-0,661	0,742	0,505	0,969	0,856	-0,886	-0,119

Tab. 1: Korelační koeficienty mezi odporovou silou stébel a vybranými znaky struktury porostu

Výsledky a diskuze

Vegetační ročník 2013/14 byl mírně teplejší a sušší ve srovnání s dlouhodobým průměrem (graf 1). Od října do dubna ročníku 2013/14 byly teploty nadprůměrné. Květen a červen byly teplotně průměrné, ale červenec byl opět silně teplý. Nízké teploty byly až v srpnu. Září roku 2013 bylo vlhké, po většinu následujících měsíců do srpna 2014 (včetně) byly srážky normální. Nedostatek srážek byl v prosinci 2013 a dále v březnu a dubnu 2014, kdy srážkové úhrny dosahovaly 16 a 38 % dlouhodobého normálu.

Setí proběhlo 5. března. Vysoké teploty a nízké srážky v březnu zpomalovaly vzházení. Deštivé a chladné počasí v květnu během období sloupkování podporovalo rychlý nárůst rostlinné hmoty s nepřítlačnými stěny stébel a snižovalo redukci odnoží. Počet produktivních stébel byl vysoký. Tvorba zrna probíhala zpočátku za teplotně a srážkově příznivých podmínek a i přes suché a horké počasí ve druhé dekádě června se hmotnost zrn a tím i výnos udržely na celkem dobré úrovni. K poléhání došlo 29. 6. 2014 při bouřkách se silnými přívalemými srážkami

la u parametrů centimetrového úseku čerstvého a suchého stébla a procenta sušiny. U hmotnosti sušiny celého vzorku a výnosu zrna korelační koeficient významný nebyl.

Vysoké procento sušiny ve stéblech svědčí o pevnosti stébla. Podle údajů z literatury vychází u znaků spojených s čerstvou hmotností významnější korelace k odolnosti proti poléhání než u znaků spojených se sušinou (Zuber 1999).

Závěr

Pomocí nově vyvinutého prototypu přístroje byla měřena hodnota síly nutná k vychýlení stébel do úhlu 30° (odporová síla) u rozdílných typů porostu a byly hodnoceny znaky charakterizující strukturu těchto porostů. Byly stanoveny korelační koeficienty mezi naměřenými hodnotami odporové síly a znaky charakterizujícími strukturu těchto porostů. Hodnoty odporové síly stébel naměřené uvedeným přístrojem v BBCH 75 vykazují významnou korelaci s indexem poléhání. Náhylnost k poléhání závisí silně na ročníku a to jak jeho vlivem na strukturu porostu (teploty



Obr. 2: Prototyp přístroje na měření síly nutné k vychýlení stébel (odporové síly)

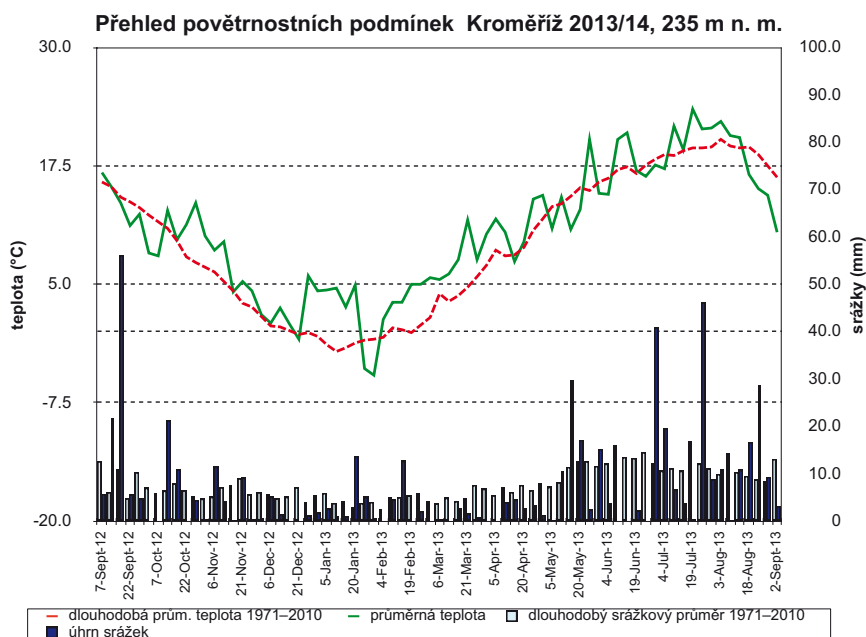


Obr. 1: Měření s prototypem přístroje v porostu

a srážky během vegetace), tak přítomností jevů vyvolávajících přímo poléhání (vítr, silný déšť). Naměřené hodnoty odporové síly stébel se tak mohou v jednotlivých ročních lišit, stejně tak i indexy poléhání. Hodnoty odporové síly by měly sloužit ke srovnávání vlivu pěstebních technologií na poléhání, ale i odolnosti různých odrůd obilovin k polehání. Použití této metody v ranějších fázích vývoje, kdy lze ještě aplikovat regulátor růstu (BBCH 39-45), by mohlo napomoci při rozhodování o jeho použití, případně velikosti dávky.

Poděkování.

Tato publikace vznikla v rámci projektů QJ1210008 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211. (Recenzováno)



Graf 1: Graf znázorňující průměrné denní teploty a sumu srážek v pětidenních intervalech ve vegetačním ročníku 2013/14

Literatura

BERRY, P.M. et al., 2003: Methods for rapidly measuring the lodging resistance of wheat cultivars. *J. Agron. Crop Sci.*, 189, 6, s.390-401
 BERRY, P.M. et al., 2006: Development of a model of lodging for barley. *J. Agron. Crop Sci.*, 192, 2, s. 151-158 DOI: 10.1111/j.1439-037X.2006.00194.x
 JEŽOVSKI, S. et al., 2003: Genotype-environment interaction of barley DH lines in terms of morphological and physical traits of the stem and the degree of lodging. *Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań, Poland vol. 17, 2, s. 57-60*
 NAVABI, A. et al., 2006: The relationship between lodging and plant height in a diverse wheat population. *Can. J. Plant Sci.*, 86, s.723-726
 STERLING, M. et al, 2003: An experimental investigation of the lodging of wheat *Agricultural and Forest Meteorology* 119 (3), 149-165
 ZUBER, U. et al, 1999: Morphological Traits Associated with Lodging Resistance of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, 182, 1, s. 17-24
 Kontaktní adresa:svobodova@vukrom.cz

Hodnocení rezistence pšenice k braničnatce pšeničné (Evaluation of wheat resistance to *Septoria tritici blotch*)

Chrpová, J., Šíp, V., Palicová, J.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 6 – Ruzyně, Drnovská 507

Souhrn: Reakce odrůd pšenice ozimé na infekci vybranými izoláty braničnatky pšeničné (*Mycosphaerella graminicola*) byla hodnocena v polních infekčních pokusech v ročnících 2012-2014 na dvou stanovištích. Pokusy s 5 odrůdami ozimé pšenice lišícími se v rezistenci k napadení braničnatkou pšeničnou ukázaly shodu v odrůdové reakci na inokulaci 9 geneticky divergentními izoláty a směsí vybraných izolátů z území ČR. Bylo zjištěno, že specifické reakce na některý izolát jsou na našem území zřejmě ojedinělé. Byla prokázána opodstatněnost použití vhodně zvolené směsi izolátů pro inokulace při hodnocení rezistence odrůd a šlechtitelských materiálů.

Klíčová slova: pšenice; *Mycosphaerella graminicola*, izoláty, hodnocení rezistence, vliv prostředí

Abstract: Response of winter wheat varieties to infection with selected *Mycosphaerella graminicola* isolates was evaluated in field infection trials performed during 2012-2014 at two locations. In these experiments the five varieties differing in resistance to leaf blotch showed rather similar response to inoculation with nine genetically divergent isolates (collected in the territory of Czech Republic) and isolate mixture. Specific variety responses to certain isolates were not common. For evaluation of resistance of varieties and breeding lines to this disease we can recommend inoculation of plants with the suitable isolate mixture.

Key Words: wheat, *Mycosphaerella graminicola*, fungus isolates, resistance evaluation, environmental effects

Hnědé listové skvrnitosti patří k významným chorobám pšenice. Z dlouhodobých šetření vyplývá, že v současné době je v České republice, podobně jako v západní Evropě, neškodlivějším původcem listových skvrnitostí braničnatka pšeničná, a to na úkor dříve široce rozšířené braničnatky plevové, která měla u nás největší význam v osmdesátých letech minulého století, zejména ve vyšších polohách. Monitoring výskytu hnědých listových skvrnitostí na území České republiky dále ukázal v některých letech (2000, 2003, 2004 a 2011) převládající výskyt světle hnědé skvrnitosti pšenice, jejímž původcem je *Pyrenophora tritici-repentis*. V posledních dvou letech však byl výskyt tohoto původce nižší.

Šíření braničnatky pšeničné je závislé na vlhkosti, která je podmínkou šíření a klíčení spór. Šíří se na kratší vzdálenosti rozstřikováním dešťovými kapkami. Infekce probíhá na listech, na nichž se udržuje vlhkost dostatečně dlouhou dobu (nejméně 20 hodin). Vysoké teploty ve vegetačním období zpomalují růst mycelia; optimální teplotní rozmezí pro jeho růst je 17-20 °C. Sucho a vysoké teploty na napadených rostlinách způsobují rychlejší nekrotizaci listů, úbytek asimilační plochy a odumírání rostlin. Příznaky onemocnění se mohou objevit na listech pšenice již na podzim v podobě oválných nekrotizujících skvrn na vzcházejících ozimech. Zdrojem primární infekce jsou především posklizňové zbytky, na nichž na podzim dozrávají pseudothecia. Z nich se uvolňují askospory, které se dostávají na pšenici. Zdrojem inokula ale mohou být kromě pšenice i jiné náchylné druhy (ječmen, tritikale, žito či plané druhy trav). Na podzim se choroba vyskytuje zejména na velmi časně setých porostech pšenice.

Fungicidní ochrana se provádí podle signalizace od BBCH 37 do BBCH 51, většinou jako součást ochrany proti komplexu chorob. Závažným problémem je správné načasování fungicidního ošetření, s čímž souvisí potřeba identifikace meteorologických podmínek a časového momentu, kdy hrozí propuknutí epidemie (Henze *et al.*, 2007). Při řešení fungicidní ochrany je také nezbytné respektování pravidel antirezistentní strategie, neboť byl v řadě zemí potvrzen výskyt kmenů rezistentních ke strobilurinům.

Rezistence je podmíněna jak rasově specifickými geny velkého účinku, tak nespecifickými geny pro parciální rezistenci. Je také obecně známo, že nespecifická (polygenní) rezistence je trvalej-

šího charakteru než rezistence rasově specifická, a tudíž šlechtitelsky potřebnější, i když obtížněji dosažitelná. Výsledky genetických studií ukazují, že efektivní šlechtitelskou strategií s trvalším efektem představuje kumulace více různých genů rezistence. Bylo detekováno a zmapováno celkem 18 genů (*Stb*) podmiňujících rezistenci k napadení braničnatkou pšeničnou (*M. graminicola*), z nichž zvláště *Stb6* a *Stb15* jsou běžné v sortimentu evropských odrůd pšenice (např. v rezistentní odrůdě Arina).

Na základě hodnocení napadení odrůd pšenice ozimé v tříletých pokusech na stanovišti VÚRV, v.v.i. v Humpolci, bylo zjištěno, že průměrné rozdíly ve stupni napadení nebyly mezi současnými komerčně využívanými odrůdami velké. Nejmenší napadení braničnatkou pšeničnou bylo v tomto pokuse zjištěno u odrůd Pitbull, Raduza, Brilliant, Kodex a Federer (Chrpová a kol., 2012).

Ve šlechtění i v odrůdovém zkušebnictví je nejvíce využíváno testování rezistence u rostlin v polních podmínkách, protože zřejmě nejlépe vypovídá o rezistenci či náchylnosti odrůdy při běžném pěstování. Dosažení požadované trvalé rezistence je evidentně spojeno se stabilitou projevu v různých podmínkách prostředí (Schilly *et al.* 2011). Specifictě reakce na určitý izolát je tak zjevně nadřazen efektu podmínek prostředí, z čehož vyplývá potřeba opakovaného testování v různém prostředí (v různých lokalitách a ročnících). Výrazně nižší účinek na redukci výnosových znaků HTS i hmotnost zrna na klas vlivem infekce měl použitý izolát (2 %) v porovnání s vlivem prostředí (15-22 %), vlivem rezistence odrůdy (30-37 %) a interakčními složkami rozptylu (35-39 %). Průběh infekce nepochybně významně ovlivňuje i stárnutí pletiv hostitelských rostlin v interakci s parazitem a dalšími vlivy, což podrobně popsal Benada 2012 a 2014. Cílem tohoto příspěvku je přinést aktuální informace o efektu izolátů použitých pro umělou infekci a o vlivu prostředí na projev rezistence odrůd pšenice ozimé.

Materiály a metody

Reakce odrůd pšenice ozimé na infekci vybranými izoláty braničnatky pšeničné byla hodnocena v polních infekčních pokusech v ročnících 2012-2014 na pracovištích VÚRV, v.v.i. (Praha – Ruzyně a Humpolec).

Symptomatické hodnocení	Průměr (patogenita)	Odrůda	Prostředí	Interakce O x P	Odrůda/ interakce O x P
IZ 0117	4,74	58,5	32,7	5,5	10,62
IZ 1081	4,57	80,5	7,4	10,4	7,74
IZ 0385	4,18	43,5	38,4	15,8	2,75
IZ směs	4,01	54,6	27,8	15,1	3,62
IZ1039	3,89	56,8	32,7	9,4	6,07
IZ 0162	3,79	77,6	8,0	12,4	6,28
IZ 1040	3,68	70,8	13,4	12,9	5,47
IZ1061	3,62	71,7	4,4	16,7	4,29
IZ 1008	3,53	63,4	10,1	18,5	3,42
IZ1054	3,26	77,7	9,2	8,7	8,95
Průměr	3,93	66,3	18,42	13,3	5,40
Suma % napadení horních 2 listů	Průměr (patogenita)	Odrůda	Prostředí	Interakce O x P	Odrůda/ interakce O x P
IZ 117	41,0	9,4	85,9	4,0	2,33
IZ 1081	57,8	49,0	45,0	4,5	10,94
IZ 385	62,4	17,7	75,8	5,9	2,99
IZ směs	65,4	24,7	67,9	6,2	4,01
IZ 162	67,7	32,7	57,9	7,8	4,20
IZ1039	68,6	15,0	81,2	3,3	4,50
IZ 1008	72,8	31,3	57,4	9,3	3,37
IZ 1040	73,3	19,4	73,6	5,1	3,80
IZ1061	74,2	20,9	69,8	6,5	3,23
IZ1054	80,3	28,2	65,0	5,7	4,93
Průměr	66,4	22,8	67,95	5,8	3,99

Tabulka 1: % podíl variability vlivem odrůdy (O) a vlivem prostředí (P) pro jednotlivé izoláty z analýz rozptylu na základě hodnocení symptomatického projevu (1-9; 9-bez příznaků) a % napadení plochy dvou horních listů. Izoláty jsou řazeny vzestupně podle stupně jejich patogenity.

Pro umělou infekci byly zvoleny izoláty ze sbírek (ČZU Praha, VÚRV v.v.i. Praha). Pro výběr izolátů byla rozhodující jejich agresivita, molekulární charakteristika (Drabešová a kol., 2013), zastoupení různých oblastí ČR, odolnost k fungicidům – strobilurinům a rozhodovala také sporulace a vitalita na kultivačním mediu. Na základě výše uvedených charakteristik byly vybrány následující izoláty: 0117 (Ústí n. Orlicí), 0162 (Praha), 0385 (Kroměříž), 1008 (Kroměříž, 2011), 1039 (Jihlava, 2011), 1040 (Jihlava, 2011), 1054 (Opava, Otice 2011), 1061 (Opava, Štěbořice, 2011), 1081 (Cheb, Hazlov, 2011) a směs izolátů (0117-dlouhodobě využíván, 1039 – silná agresivita, odolnost k fungicidům, 1081 – specifický projev).

V pokusech s 5 odrůdami ozimé pšenice, lišícími se v rezistenci k napadení braničnatkou pšeničnou (Arina, Mulan, Bohemia, Bakfis a Seladon), byl uplatněn tzv. hnízdivý výsev ve sponu 40x40 cm po 30-40 zrnech na hnízdo, který umožňuje vytvořit příznivější mikroklima pro rozvoj choroby. Pokusy měly dvě opakování. Infekce byla bezprostředně po inokulaci podpořena zakrytím plastovými sáčky po 24 hod. Pro podpoření infekce byla také k dispozici mikrozávlaha. Jednotlivé pokusné varianty (bloky infikované jednotlivými izoláty braničnatky pšeničné) byly chráněny neinfikovaným obsevem. Na stanovišti v Ruzyni byla použita středně odolná, vysoká a nepoléhavá odrůda ozimé pše-

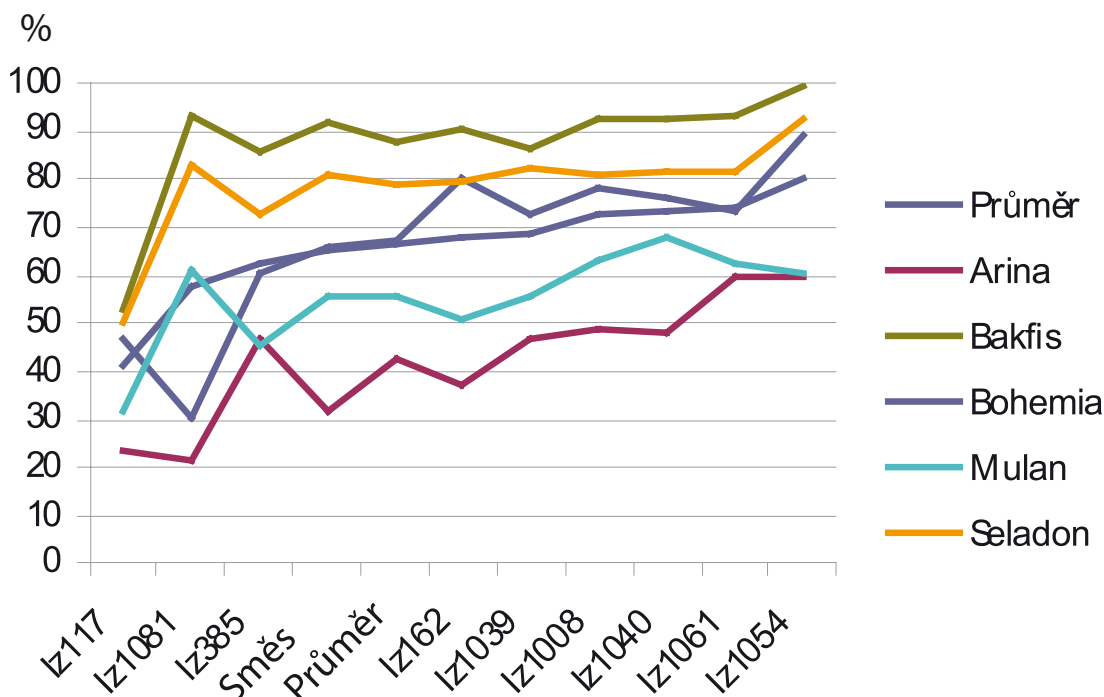
nice Bohemia; na stanovišti v Humpolci nepoléhavá odrůda tritcale.

První postřik inokulem byl proveden před objevením praporcového listu (od fáze BBCH 39). Postřik byl opakován po 10-14 dnech. Do suspenze spór bylo přidáno smáčedlo Tween 20 (1 kapka/100 ml).

Hodnocení odrůd bylo provedeno ve 2 termínech, které představovaly vrchol a konec vývoje choroby (Risser et al., 2011). Pro hodnocení byl použit 9-bodový systém hodnocení, který je využíván při hodnocení UKZÚZ a ve šlechtění. Tento systém zohledňuje jak rychlost šíření infekce do horních pater rostliny, tak stupeň poškození listové plochy (Šíp a kol., 2001). Dále bylo stanoveno procento napadení listové plochy posledních dvou listů (suma % plochy 1. a 2. listu se skvrnami nesoucími pyknidy), které se provádí obvykle vizuálně za pomoci klíčů (marker pro hodnocení procentuálního napadení listové plochy podle Jörga a Ellmera – nepublikováno).

Výsledky a diskuse

Pokusy s 5 odrůdami ozimé pšenice lišícími se v rezistenci k napadení braničnatkou pšeničnou (Arina-rezistentní, Mulan-mírně rezistentní, Bohemia – střední odolnost, Bakfis, Seladon – náchylné odrůdy) ukázaly v základě shodu v odrůdové reakci na inokulaci 9 geneticky divergentními izoláty a směsí vybraných



Obr. 1: Průměrná suma procentického napadení plochy dvou listů (průměr dvou termínů hodnocení) po inokulaci 5 odrůd vybranými izoláty braničnatky pšeničné (pokusy 2013 a 2014 na dvou stanovištích)

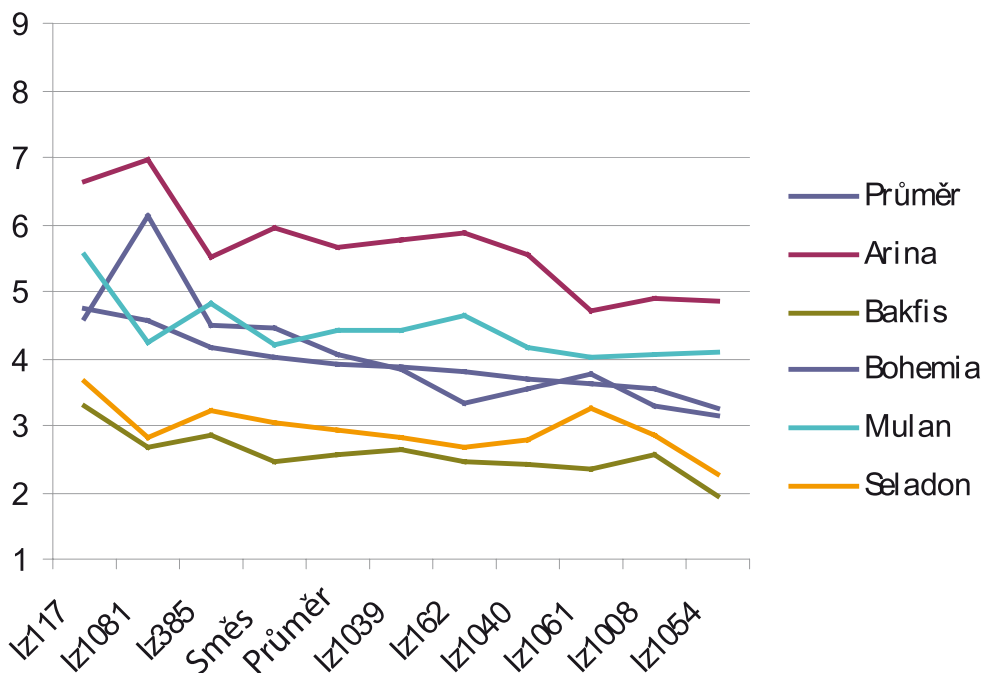
izolátů z území ČR (obr. 1 a 2). Nejnižší stupeň napadení vykazala prakticky ve všech případech odrůda Arina (shodný symptomatický projev pro odrůdy Arina a Mulan byl u podprůměrně patogenního izolátu 0385). Nejvíce specifický byl projev relativně méně patogenního izolátu 1081, který se vyznačoval relativně nejvyšší genetickou proměnlivostí (tabulka 1), avšak odrůda Mulan byla tímto izolátem klasifikována jako středně odolná a odrůda Bohemia jako rezistentní (obr. 1).

Jak ukazuje tabulka 1, relativně vyšší byl podíl genetické proměnlivosti u symptomatického hodnocení 9-bodovou stupnicí než u % napadení listové plochy, kdy se výrazněji projevil vliv ročníku a lokality. Vedle vysokého podílu genetické proměnlivosti je nepochybně dále žádoucí nízký podíl interakční složky proměnlivosti. Specificky reagující izolát 1081 se vyznačoval vysokou hodnotou poměru odrůdové a „interakční“ proměnlivosti a pro symptomatické hodnocení byla nejvyšší hodnota tohoto poměru zjištěna u podobně méně patogenního izolátu 0117, který však jednoznačně nevyhovoval pro posouzení % napadení listové plochy (statisticky se nepodařilo prokázat významnost rozdílů mezi odrůdami ve stupni rezistence). Také vysoce patogenní izolát 1054 vykazoval vysoce příznivý poměr mezi genetickou a interakční proměnlivostí. Obecně však příznivost použití vysoce patogenního izolátu pro testování rezistence nebyla prokázána (korelace mezi stupněm patogenity a výše zmiňovanými charakteristikami proměnlivosti nebyly signifikantní). Diverzifikace odrůd (Arina > Mulan > Bohemia > Seladon > Bakfis) podle stupně rezistence byla jednoznačná (rozdíly signifikantní) po zahrnutí všech izolátů. Použití takového počtu izolátů jako v této studii je však z technického hlediska těžko proveditelné. Je tedy nezbytný výběr vhodných izolátů či jejich směsí. Je příznivé, že se po použití většiny izolátů výše zmíněné pořadí odrůd dle stupně jejich rezistence nelišilo (signifikantní byly pouze rozdíly v klasifikaci rezistence odrůd Mulan a Bohemia po použití izolátu 1081). Poměrně časté bylo začlenění odrůd Mulan a Bohemia do stejné homogenní skupiny; podobně se často neprokázala odlišnost odrůd Seladon a Bakfis.

Pokusy s braničnatkou pšeničnou na území ČR ukázaly, že spíše než investovat do testování reakce na jednotlivé vybrané izoláty se vyplatí testování v rozdílných podmínkách prostředí a výběry materiálů vykazujících stabilitu reakce v rozdílných podmínkách prostředí. Významným výsledkem této studie s dopadem do šlechtitelské praxe je především zjištění, že specifické reakce na některý izolát jsou na našem území zřejmě ojedinělé a vhodná směs zahrnující divergentní izoláty by měla požadavky uspokojit. Testy rezistence by se měly opírat o izoláty vyvolávající vysoce převládající hostitelskou reakci. V našich pokusech s 9 vybranými izoláty *Mycosphaerella graminicola* a se směsí vybraných izolátů, které probíhaly ve 4 typech prostředí, byla prokázána opodstatněnost použití vhodné zvolené směsi izolátů pro inokulace. Směs izolátů *S. tritici* splňující tyto požadavky byla doporučena pro využití ve šlechtění a zkoušení odrůd.

Závěry získané z polních infekčních testů je vhodné konfrontovat s výsledky získanými v podmínkách přirozené infekce, kdy se spektrum patogenů může projevit v celé šíři (Francki, 2013).

V literatuře velmi ojedinělé, ale ekonomicky nejzávažnější, je zjišťování redukce výnosových znaků (hmotnosti 1000 zrn a hmotnosti zrn na klas) vlivem infekce. Toto šetření je pracně náročné a vyžaduje minimalizaci ovlivnění jinými faktory (jinými chorobami či lokálními vlivy prostředí). Základem je získání pokud možno co nejpřesnějších údajů o projevu těchto znaků z kontrolní varianty. Za neextrémních podmínek se procentní redukce hmotnosti zrn na klas (HZK) působené těmito listovými patogeny v průměru pohybují v našich podmínkách kolem 16 % (Horčíčka et al., 2001; Šíp et al., 2003). Na základě zde popisovaných pokusů byly průměrné redukce HTZ po umělé infekci braničnatkou pšeničnou 14,4 % a redukce HZK 29,6 %. Značné rozdíly v redukci HTZ i HZK byly zjištěny mezi rezistentní odrůdou Arina (6,1 %, resp. 18,2 %) a náchylnou odrůdou Bakfis (22,7 %, resp. 36,5 %). Oproti udávané průměrné redukci HZK 16 % lze tak při dosažení mírné rezistence (Arina) snížit výnosové ztráty na 9,6 % (o více než 40 %). U náchylných odrůd lze očekávat přibližně 20 % redukci.



Obr. 2: Průměrné hodnocení (ve dvou termínech) symptomatického projevu (1-9 ; 9-bez příznaků) po inokulaci 5 odrůd pšenice vybranými izoláty braničnatky pšeničné (pokusy 2013 a 2014 na dvou stanovištích)

Mycosphaerella graminicola in two winter wheat populations. Phytopathology, 101 (10): 1209-1216.

Schilly A., Risser P., Ebmeyer E., Hartl L., Reif J.C., Würschum T., Miedaner T. (2011): Stability of adult-plant resistance to *Septoria tritici* blotch in 24 European winter wheat varieties across nine field environments. J. Phytopathol., 159: 411-416.

Šíp V., Stuchlíková E., Chrpová J. (2001): The response of selected winter wheat cultivars to artificial infection with *Septoria tritici* under field conditions. Czech J. Genet. Plant Breed. 37: 73-81. Šíp V., Šárová J., Chrpová J., Sychrová E., Čejka L., Hanišová A. (2003): Breeding wheat for resistance to brown leaf spot diseases in Czech Republic. Proc. EUCARPIA Cereal Section Meeting, (C. Maré, F. Faccioli and A.M. Stanca eds.), 21-25 November, 2002, Salsomaggiore, Italy: 303-306.

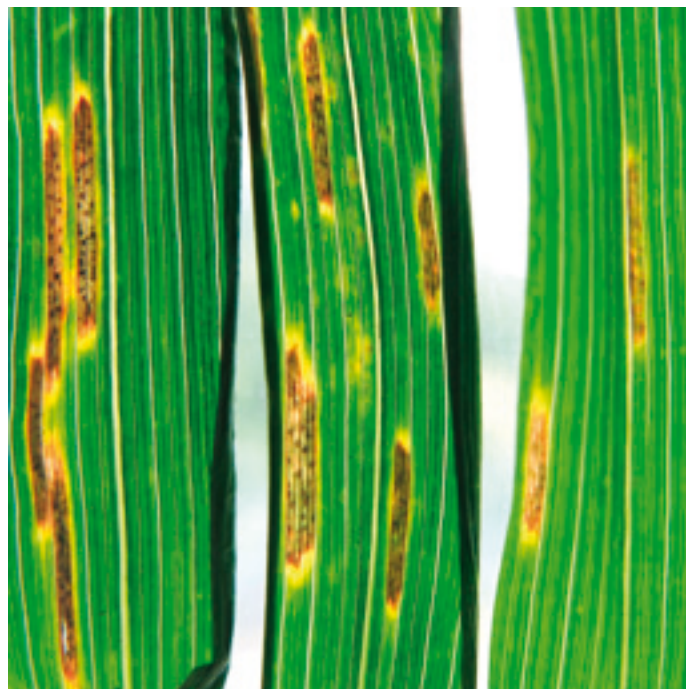
(Recenzováno)

Poděkování

Izoláty *Mycosphaerella graminicola* a jejich charakteristika byly získány za podpory projektu NAZV QH81284 „Genotypová diverzita a morfologická variabilita populace *Mycosphaerella graminicola*, identifikace genů rezistence pšenice a studium obranných reakcí pro využití v kontrole braničnatky pšeničné“, jehož odpovědným řešitelem byl ing. L. Věchet, CSc. Vlastní studie byla provedena za podpory projektu NAZV QJ 1210189 „Tvorba a identifikace nových zdrojů kombinované odolnosti k významným chorobám a škůdcům pšenice pomocí polních infekčních testů a molekulárních markerů“.

Použitá literatura:

- Benada J. (1998): Význam biofyzikálních stavů pro fytopatologii a fyziologii rostlin. Agro : 55-63
- Benada J. (2012): Význam redoxních potenciálů a pH pletiv rostlin pro jejich rezistenci k chorobám a pro fyziologii rostlin. Agrotest fyto, s.r.o., Zemědělský výzkumný ústav, s.r.o. Kroměříž. .
- Benada J. (2014): Integrovaná ochrana rostlin v teorii a praxi. Agromanuál, 4: 36-39
- Drabešová J., Ryšánek P., Brunner P., McDonald B.A., Croll D. (2013): Population genetic structure of *Mycosphaerella graminicola* and quinone outside inhibitor (QoI) resistance in the Czech Republic. Eur.J.Plant Pathol., 135: 211-224.
- Francki M.G. (2013): Improving *Stagonospora nodorum* resistance in wheat: A review. Crop Sci., 53: 355-365.
- Henze M., Beyer, M., Klink, H., Verreet, J. A. (2007): Characterizing meteorological scenarios favorable for *Septoria tritici* infections in wheat and estimation of latent periods. Plant Dis., 91: 1445-1449.
- Horčíčka P., Marková O., Hanišová A. (2001): Effects of *Septoria* and *Pyrenophora* on reduction of winter wheat yield. Beitr. Züchtungsforsch.: 55-59.
- Chrpová, J., Šíp, V., Hanzalová, A., Čejka, L. (2012): Přehled chorob listů a klasů pšenice. Farmář, 18 (6): 26 – 27.
- Risser P., Ebmezer E., Korzun V., Hartl L., Miedaner T. (2011): Quantitative trait loci for adult-plant resistance to



Detail napadeného listu pšenice houbou
Foto: P. Matušinský – archiv redakce

Variabilita vybraných polních charakteristik a kvalitativních ukazatelů zrna u kolekce moderních pšeničných odrůd

(Variability of selected field characteristics and grain quality parameters in collection of modern wheat cultivars)

Dvořáček V., Hermuth J., Prohasková A.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 6 – Ruzyně, Drnovská 507

Souhrn: U vybraného souboru 71 odrůd ozimé pšenice (*T. aestivum* L.) uchovávaných v rámci světové kolekce Genové banky byla v letech 2012 a 2013 provedena u 11 morfologicko-fenologických charakteristik a jakostních parametrů zrna hlubší statistická analýza s posouzením jejich vzájemné odlišnosti a stability. Dosažené výsledky potvrdily u ukrajinských odrůd ,Khersonskaya 99', ,Kiriya', ,Driada 1' a ,Bilosnizhka' vysokou hodnotu pekařských parametrů i vysokou stabilitu. Stabilitní a současně i vysoké výnosy (nad 8 tun.ha⁻¹) vykazovaly např. české odrůdy ,Matylda', ,Golem' a ,Diadem' a francouzské odrůdy ,Altigo' a ,Fermi'. Aplikace moderních statistických postupů PCA analýzy a sledování individuální odrůdové stability znaků významně rozšiřují poznatky o vlastnostech testovaných odrůd a jsou podnětem pro možnou inkorporaci těchto informací do současné elektronické databáze genetických zdrojů EVIGEZ.

Klíčová slova: pšenice setá, moderní odrůdy, polní a technologické ukazatele

Abstract: The set of selected 71 cultivars of winter wheat (*T. aestivum* L.) preserved in a world wheat collection of the Gene Bank was evaluated using deeper statistical methods in 2012 and 2013. There were analysed mutual varietal differences and stability in selected 11 morphological and phenological characteristics and grain quality parameters. The obtained results confirmed high value of bread-making parameters and their high stability in Ukrainian cultivars ,Khersonskaya 99', ,Kiriya', ,Driada 1' and ,Bilosnizhka'. The Czech cultivars ,Matylda', ,Golem' and ,Diadem' and French cultivars ,Altigo' and ,Fermi' showed stable and high yields (above 8 t.ha⁻¹). The use of the progressive statistical procedures based on PCA analysis and evaluation of the individual varietal parameter stability significantly broadened knowledge about properties of tested cultivars and brought a stimulus for the incorporation of this information into the current electronic database of genetic resources EVIGEZ.

Key Words: common wheat, modern cultivars, field and technological parameters

Úvod

Systematická péče o genofondy rostlin začala v ČR v padesátých letech minulého století a je spojena se vznikem výzkumných zemědělských ústavů. V této době bylo v českých kolekcích shromážděno cca 6 tisíc položek. Koncem osmdesátých let se na péči o genofondy podílelo v Československu cca 25 institucí a v kolekcích bylo shromážděno celkem 42 tisíc položek GZ. V současnosti v České republice spolupracuje na práci s genofondy 12 institucí a k počátku roku 2014 bylo shromážděno 53232 genetických zdrojů (GZ) zahrnující kulturní i některé plané druhy rostlin s převahou semeny se množící genotypy, jež tvoří 81,2 % celé kolekce GZ (Dotlačil et al. 2014).

Strategie rozšiřování kolekcí o nové GZ se zaměřuje zejména na GZ domácího původu a na nárůst kolekcí o zdroje nové genetické diversity, požadované uživateli. Např. v roce 2013 bylo nově získáno 1186 GZ od domácích a zahraničních dárců a ze sběrových expedic. Dlouhodobě jsou hlavním zdrojem pro rozšiřování kolekcí GZ zahraniční dárci (genové banky, výzkumná pracoviště, šlechtitelské firmy), následují domácí dárci a sběry doma i v zahraničí. Kolekce obilnin tvoří v současnosti celých 42 % z celkového počtu shromážděných GZ. Pšenice setá s rozsahem přes deset tisíc položek je pak nejpočetněji zastoupeným druhem v našich kolekcích. Pro odbornou i laickou veřejnost je aktuální stav GZ přístupný on-line v českém informačním systému GZ (EVIGEZ: <http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/>), kde jsou u všech GZ v národních kolekcích evidována pasportní data (taxon, dárcé, udržovatel aj.). Popisná data charakterizující řadu polních (morfologicko-fenologických a kvalitativních parametrů zrna) jsou v různém rozsahu k dispozici u cca 37,3 tis. GZ (tj. 70,7 % položek). Tímto podílem se tak ČR řadí ke státům s relativně vysokým stupněm zhodnocení národních kolekcí. V současnosti jsou i tyto informace volně zpřístupňovány prostřednictvím výše uvedené databáze EVIGEZ. Rozdíly mezi kolekcemi jednotlivých účastníků NP jsou však dosud značné od 45 %

do 100 % popsaných GZ. V posledních letech jsou rovněž popisná data velmi intenzivně rozšiřována rovněž o genetické charakteristiky zahrnující identifikované geny, genetické markéry, které užitnou hodnotu kolekcí významně zvyšují (Dotlačil et al. 2014, Dotlačil et al. 2008).

U pšenice seté je dnes standardně hodnoceno zhruba 35 znaků zahrnujících polní a vybrané jakostní ukazatele zrna s převahou parametrů pro predikci pekařské jakosti (např. obsah hrubých bílkovin, škrobu, obsah mokrého lepku, gluten index či Zelenyho sedimentační test). Tyto ukazatele vycházejí z historického navržení sledovaných znaků již v počátcích práce s GZ a v zájmu kontinuity hodnocení jsou takto vyhodnocovány i nově získané GZ. V důsledku zpřístupňování popisných dat v on-line databázi GZ EVIGEZ je tak nyní možné vyhledávat vhodné pšeničné materiály s požadovanými parametry resp. jejich kombinací. Na druhé straně se z databáze nedozvíme případnou variabilitu parametru v jednotlivých ročnících ani vzájemné vazby sledovaných parametrů. Cílem této práce tak bylo na aktuálním souboru vybrané světové kolekce moderních pšeničných odrůd poukázat na další možnosti hlubšího statistického zpracování získaných polních a kvalitativních dat prováděných v GB s identifikací perspektivních odrůd s vysokou jakostí a stabilitou sledovaných znaků.

Materiál a metody

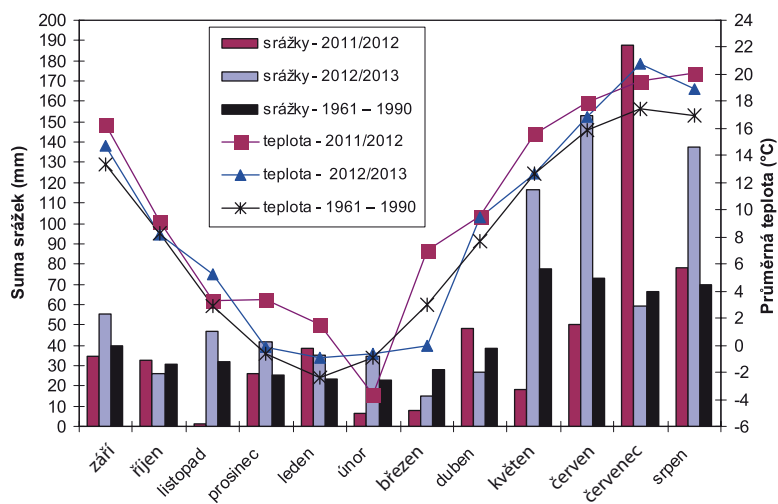
V letech 2012 a 2013 bylo vybráno a v polních pokusech VÚRV, v.v.i. Praha Ruzyně hodnoceno 71 odrůd (genotypů) ozimé pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) s důrazem na modernější (prošlechtěnější) materiály vyvíjené po roce 1980 s původem v 16 různých zemích celého světa. Nejčteněji zastoupeny byly francouzské odrůdy (FRA) s 15 zástupci, dále pak bulharské (BGR) s 13 a české (CZE) odrůdy s 8 položkami následovanými 7 zástupci německého původu (DEU). Soubor dále zahrnoval 5 položek z Ukrajiny (UKR), po 4 zástupcích z Ruska (RUS),

Nizozemí (NLD) a Velké Británie (GBR), po 2 materiálech ze Spojených států (USA), Slovenska (SVK) a Chorvatska (HRV) a konečně po jednom zástupci z Belgie (BEL), Švédska (SWE), Běloruska (BLR), Nového Zélandu (NLZ) a Švýcarska (SWE).

Polní pokusy probíhaly dle standardní interní metodiky Genové banky s pokusnými parcelkami o velikosti 4,5 m² s výsevkem 400 zrn na m². Předseťově byl aplikován superfosfát a draselná sůl (60%) na základě AZP. Anorganické dusíkaté hnojení ledkem amonným s vápencem bylo použito pouze k jarní regeneraci porostů a to v dávce 100 kg/ha. V ochraně proti plevelům a škůdcům byla postemergentně aplikována směs přípravků Maraton (4 l · ha⁻¹) a Glean 75 WG (7 g · ha⁻¹) a insekticid Decis mega v dávce (0,15 l · ha⁻¹) proti přenašečům virů.

Během vegetačního období (2012 a 2013) byly v této práci hodnoceny následující polní ukazatele: výška rostlin, bonitačně výskyt padlí travního (1: vysoce náchylné - 9: rezistentní), počet dní do kvetení (počítáno vždy od 1.1.), počet dní do dosažení voskové zralosti (počítáno vždy od 1.1.) HTS, a přepočtený výnos zrna. Jakostní ukazatele pšeničného zrna zahrnovaly stanovení obsahu hrubých bílkovin dle Kjeldahla - NL (ČSN ISO 1878), obsahu mokrého lepku - ML a hodnoty gluten indexu - GI (AACC 38-12 r. 2000), hodnoty Zeleného sedimentačního testu - ZS (ČSN ISO 5529) a obsahu škrobu polarimetricky (CSN EN ISO 10520).

Během hodnocení byly rovněž sledovány měsíční průměrné teploty a úhrnné srážkové charakteristiky (viz Obr. 1). Statistické analýzy zahrnovaly kalkulaci základních statistických metod (průměr, směrodatná odchylka, standardní chyba, variační koeficient - vk), dále regresní a korelační analýzu, analýzu rozptylu (ANOVA - hlavních efektů) a analýzu hlavních komponent (PCA) s využitím softwaru Statistika 7.0.



Obrázek 1: Teplotní a srážkové charakteristiky pokusné lokality

Výsledky a diskuze

Dosažené průměrné hodnocení sledovaných parametrů z obou ročníků 2012 a 2013 je uvedeno v tabulce č. 1. Jako statisticky neprůkazné difference byly potvrzeny pouze odrůdové rozdíly u výnosu zrna a ročníkové rozdíly u parametrů HTS a gluten index (GI). Všechny další odrůdové i ročníkové difference u sledovaných parametrů byly vysoce statisticky průkazné. Statisticky neprůkazné rozdíly ve výnosu zrna, byť mezi nejméně výnosnou odrůdou 'Verne' (5,4 t · ha⁻¹) a nejvýnosnější odrůdou

'Akilín' (8,9 t · ha⁻¹) byl rozdíl více jak 3 tuny, lze vysvětlit především vysokou ročníkovou oscilací tohoto znaku u jednotlivých odrůd. Výnos zrna je vysoce komplexní znak, jehož projev je ve srovnání s řadou dalších parametrů nejvíce ovlivněn skupinou negenetických, externích faktorů zahrnující jak biotické (škůdci, choroby) tak i abiotické (povětrnostní podmínky) stresory. Velmi cenné pro hodnocení GZ jsou naopak znaky s vysokou ročníkovou stabilitou (Bordes et al. 2008). V našem případě lze zdůraznit výše uvedené parametry HTS a hodnoty GI vykazující jinak významnou meziodrůdovou variabilitu (vk = 10 resp. téměř 20 %). Výrazně odlišný vliv povětrnostních podmínek s významně teplejším a srážkově průměrným ročníkem 2011/2012 ve srovnání s ročníkem 2012/2013 (viz Obr. 1) se významně promítl v rozdílné úrovni ostatních parametrů. Dokonce i parametr ZS, považovaný za vysoce genotypově vázaný ukazatel (Bushuk 1998), propadl v ročníku 2013 o více jak 10 ml vlivem vysokých srážkových úhrnů a průměrně nižší teplotě. Rovněž pro další pekařské ukazatele zrna nebyl průběh tohoto ročníku příznivý a byly zaznamenány významné propady v obsahu NL a ML. Naopak obsah škrobu v zrna za těchto podmínek stoupal. Nižší teplota v kombinaci s vyšší srážkovou činností (v sumě o téměř 220 mm) významně prodloužila jak obě vegetační fáze, tak i výšku rostlin. Nárůst výskytu padlí v ročníku 2013 byl sice signifikantní, ale nikterak dramatický. Ve svém důsledku se pak prodloužení obou vegetačních fází pozitivně odrazilo ve zvýšené fertilitě resp. celkovém výnosu zrna ovšem s významně horší pekařskou jakostí. Tuto skutečnost lze velmi pravděpodobně vysvětlit vysokou intenzitou růstu porostu vyžadující pro dosažení srovnatelné průměrné hodnoty pekařských parametrů jako v ročníku 2012 signifikantně vyšší úroveň přihnojení dusíkatými hnojivy, než jaká je standardně poskytována v rámci pouze jednoho regeneračního přihnojení. Svou roli zde mohlo rovněž sehrát i možné částečné vyplavení půdního dusíku vlivem vysokých srážkových úhrnů.

Korelační analýza hodnotící vztahy mezi polními a jakostními ukazateli potvrdila řadu středně silných korelací (0,4 – 0,6) s vysokou statistickou signifikancí (Tab. 2). Prodloužení vegetační doby tak vedlo k vyššímu výnosu, současně se však významně snižovala pekařská jakost zrna především závislá na obsahu a kvalitě hrubých bílkovin a lepku (Ortiz et al 2008). Naopak výška odrůdy pozitivně korelovala s úrovní pekařských parametrů zrna. Tuto skutečnost jsme potvrdzovali i v našich předchozích výsledcích u krajo- vých odrůd pšenic (Dvořáček et al. 2011).

Zajímavé je i zjištění negativní korelace mezi úrovní rezistence k padlí travnímu a kvalitativními parametry zrna (NL a ML). Znalost těchto obecnějších vztahů dává šlechtitelům do rukou určité vodítko pro selekci vhodných rodičovských materiálů pro dosažení požadovaných parametrů zrna. Na druhé straně pouze střední úroveň korelačních vztahů poskytuje i určitý prostor k nalezení genotypů, jež se těmito vztahům vymykají. V důsledku specifických požadavků šlechtitelů i přetrvávající hrozby zužování genetického základu v průběhu prošlechťování moderních odrůd zmiňované autory Martynov et al. (1997) tak mohou být pro šlechtitele rovněž velmi zajímavé. Takovým příkladem může být odrůda 'Arlas' (CHE), která s průměrnou výškou 88 cm vykazovala nadstandardně vyšší obsah NL 14,16 %. V případě platnosti regresního vztahu s deklarovanou korelací mezi výškou a obsahem NL ($r = 0,38$, viz Tab. 2) by se měla hodnota obsahu NL při této výšce pohybovat jen kolem 12 %.

Parametr	Rozsah souboru	Průměr	Min.	Max.	Sm. odch.	Var. koeficient (%)	Ročník 2012	Ročník 2013
Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	71	7,12	5,36	8,88	0,87	12,17	6,85 ^a	7,41 ^b
Výška rostl. (cm)*	71	83,38	66,00	117,50	9,98	11,97	77,76 ^a	89,15 ^b
Kvetení (dny) ^{1*}	71	155,80	150,00	161,50	3,02	1,94	148,06 ^a	163,66 ^b
Vosk. zralost (dny) ^{1*}	71	191,04	184,50	195,50	2,60	1,36	182,77 ^a	199,40 ^b
HTS (g)*	71	42,88	33,75	53,60	4,32	10,08	43,12 ^a	42,55 ^a
Padlí (1-9b)*	71	6,59	3,00	8,00	1,05	15,93	6,44 ^a	6,78 ^b
Obsah NL (%)*	71	11,73	9,96	14,37	0,97	8,29	12,71 ^a	10,70 ^b
Obsah ML (%) *	71	23,55	17,08	33,95	3,14	13,32	25,21 ^a	21,65 ^b
Gluten index (%)*	71	86,24	31,26	99,58	16,91	19,61	86,78 ^a	86,41 ^a
Zelený sedim. (ml)*	71	33,73	11,50	59,25	10,13	30,04	39,22 ^a	28,29 ^b
Obsah škrobu (%)*	71	66,43	63,70	67,98	0,90	1,35	65,51 ^a	67,40 ^b

¹ Dosažení doby kvetení (počítáno od 1.1.)

*Odrůdově statisticky signifikantní parametry pro $p \leq 0,05$

Ročníkové průměry s rozdílnou písmennou indexací (a,b) jsou statisticky signifikantní pro $p \leq 0,05$

Tab. 1: Souhrnné statistické vyhodnocení sledovaných znaků u vybraných moderních odrůd pšenice seté (2012-2013)

Hodnocení úrovně variability (stability) sledovaných znaků u hodnocených GZ doposud nehraje významnou úlohu při jejich charakterizaci. Důvodem jsou omezené metodické možnosti Genové banky, kdy vzhledem k potřebám hodnotit rozsáhlé počty vzorků je možné zajistit pouze jejich neopakované výsevy na jednom stanovišti ve dvouletém cyklu. Je tak zřejmé, že oba uvedené příklady oscilací vybraných parametrů výnosu zrna a hodnoty ZS (Obr. 2 a 3) je nutné chápat pouze orientačně. Ovšem vzhledem k velmi kontrastním povětrnostním podmínkám obou ročníků nelze odrůdy s prokázanou vysokou hodnotou parametru a současně jeho vysokou stabilitou zcela ignorovat. Příkladem vysokého (nad 8 t.ha⁻¹) a současně stabilního výnosu tak jsou v tomto souboru např. české odrůdy ‚Matylda‘, ‚Golem‘ a ‚Diadem‘. Z francouzských odrůd lze zmínit ‚Altigo‘ a ‚Fermi‘. Podobně v případě vysoké hodnoty (nad 45 ml) a stability parametru ZS lze zdůraznit především ukrajinské odrůdy ‚Khersonskaya 99‘, ‚Kiriya‘, ‚Driada 1‘ a ‚Bilosnizhka‘. Význam stability znaků a jistoty jejich predikce si v současnosti plně uvědomuje i GB a v minulém roce tak byla přijata metodická změna pro standardní hodnocení kolekcí GZ, jež prodlužuje cyklus hodnocení na 3 roky.

Příklad využití vícerozměrné statistické metody (PCA analýza) umožňující promítnutí zjištěných morfologicko-fenologických a současně i jakostních parametrů do tzv. faktorové roviny je na obrázku č. 4. Současně je do grafu vektorově znázorněn i vzájemný vztah a působení jednotlivých parametrů (proměnných), jež prostorovou distribuci jednotlivých odrůd ovlivnily.

Toto sofistikované grafické vyhodnocení umožňuje při dané úrovni vysvětlujících faktorů (F1 a F2) současně posoudit jak vzájemné vztahy jednotlivých parametrů, tak i vzájemnou podobnost resp. odlišnost sledovaných odrůd ve směru působení jednot-

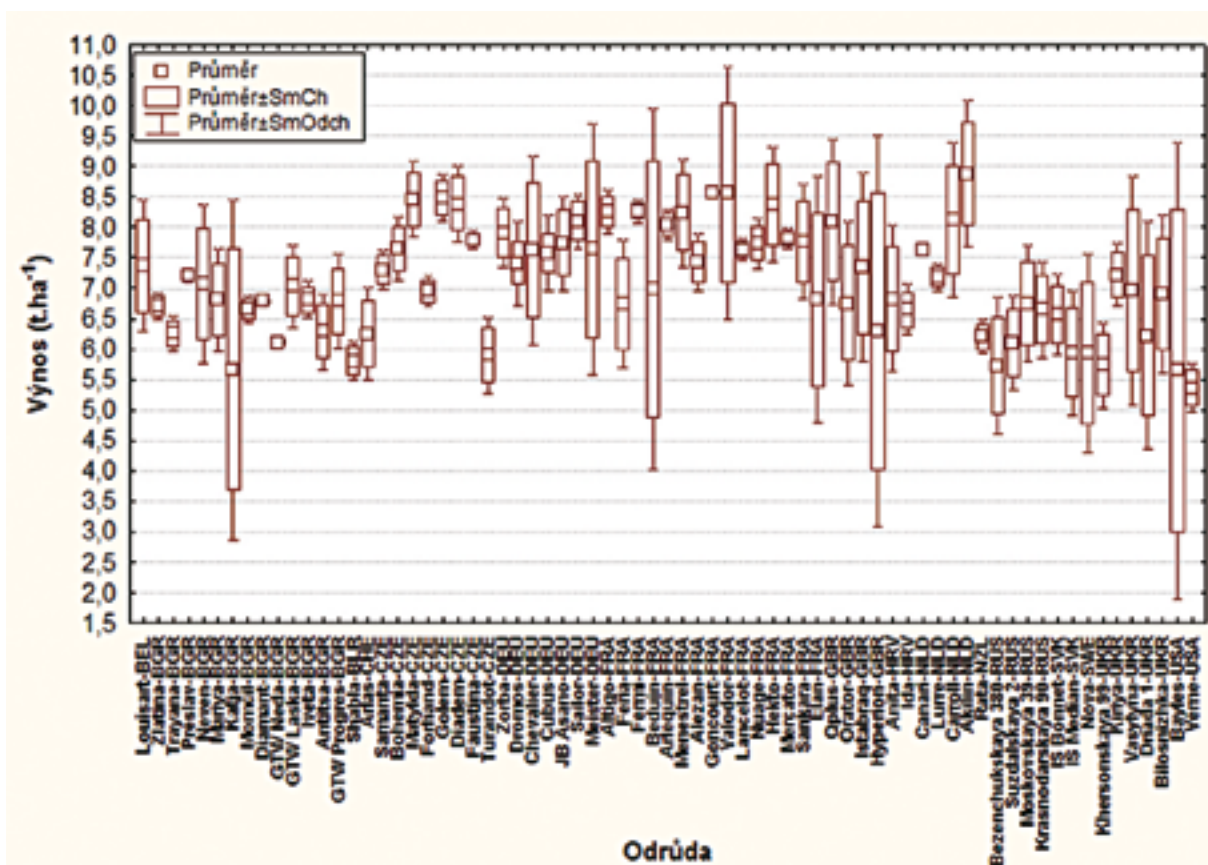
livých znaků. O efektivitě tohoto statistického přístupu vypovídá i práce francouzských autorů, kteří ji s úspěchem využili pro porovnání polních a pekařských parametrů u vytvořené světové kolekce 371 pšeníc pocházející ze 70 zemí (Bordes et al. 2008).

V našem případě byly zjištěny 2 výrazně soliterně se nacházející odrůdy ‚Verne‘ (USA) a ‚Canari‘ (NLD). V případě americké odrůdy se ve srovnání s průměrem souboru jednalo o materiál s výrazně nižším výnosem (5,36 t.ha⁻¹), vyšším vzrůstem, vysokou citlivostí k padlí (3b) a s vyšším obsahem NL (14,37 %) a ML (33,9 %), ale nižší kvalitou lepkových bílkovin (GI = 62,2 a ZS = 30,8 ml). Odrůda ‚Canari‘ opět vykazovala vyšší habitus, průměrný výnos i obsah NL s relativně dobrou rezistencí k padlí (7b), ovšem výrazně horší kvalitou lepkových bílkovin (GI = 62,2 a ZS = 30,8 ml). Pekařsky vysoce kvalitní odrůdy s hodnotami ZS nad 47 ml a pevným lepem (GI > 80) je pak nutno hledat v levém spodním kvadrantu, kterým prochází směrnice charakterizující působení parametru ZS (Obr. 4). Mimo jiné se zde nacházejí i výše zmiňované 4 ukrajinské odrůdy s vysokou hodnotou a stabilitou ZS. Naopak vysoce výnosné a současně škrobnaté odrůdy lze identifikovat v pravém spodním kvadrantu, jímž prochází jak vektory výnosu zrna, tak obsahu škrobu. V tomto kvadrantu lze např. zdůraznit francouzské odrůdy ‚Goncourt‘, ‚Nuage‘, ‚Hecto‘ a ‚Mercato‘ s přepočtenými výnosy kolem 8 – 8,5 tun.ha⁻¹ a obsahem škrobu v rozmezí 67 – 68 %.

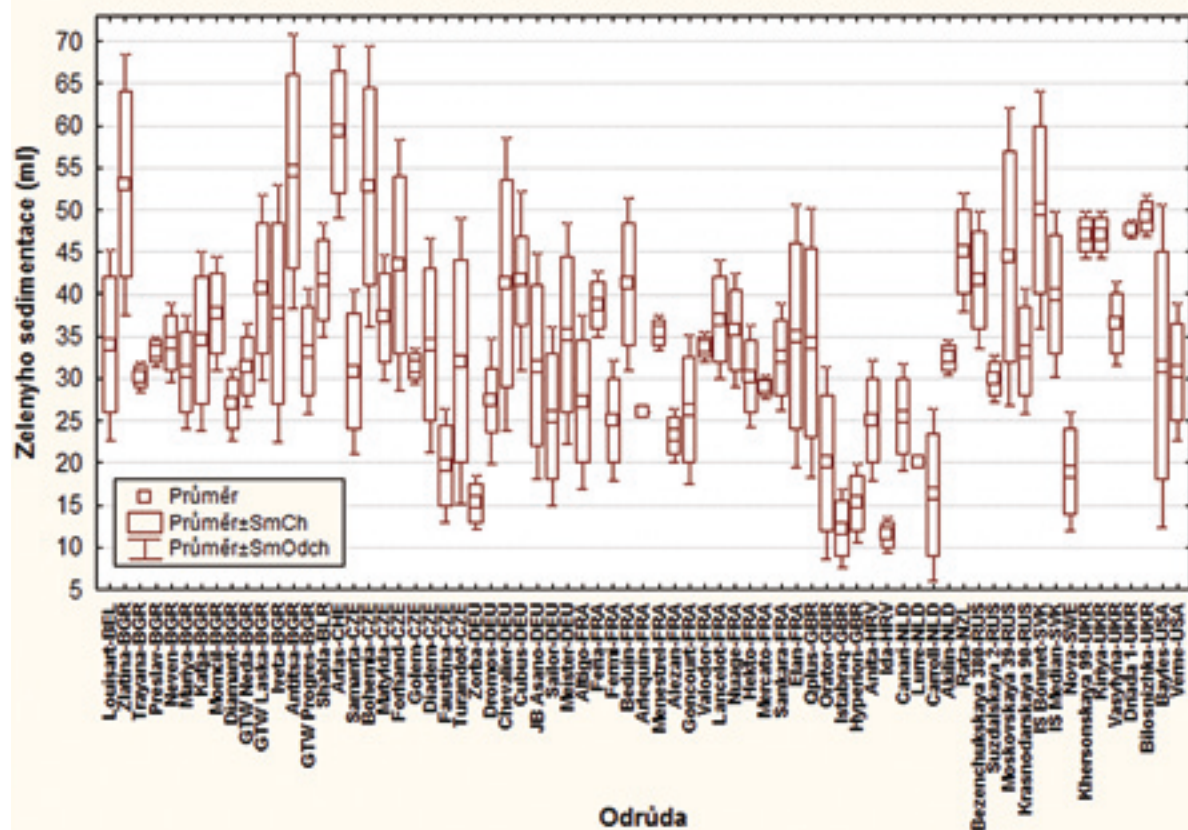
Parametr	NL	ML	GI	Zelený sed.	Škrob
Výnos	-0.55**	-0.60**	0.16	-0.25*	0.62**
Výška	0.38**	0.52**	-0.26*	0.13	-0.26*
Kvetení	-0.33**	-0.12	-0.27*	-0.39**	0.21
Vosková zral.	-0.30*	-0.09	-0.30*	-0.41**	0.16
HTS (g)	0.28*	0.23	0.12	0.29*	-0.22
Padlí	-0.41**	-0.43**	0.11	-0.13	0.39**

* pro $p \leq 0,05$; ** pro $p \leq 0,01$

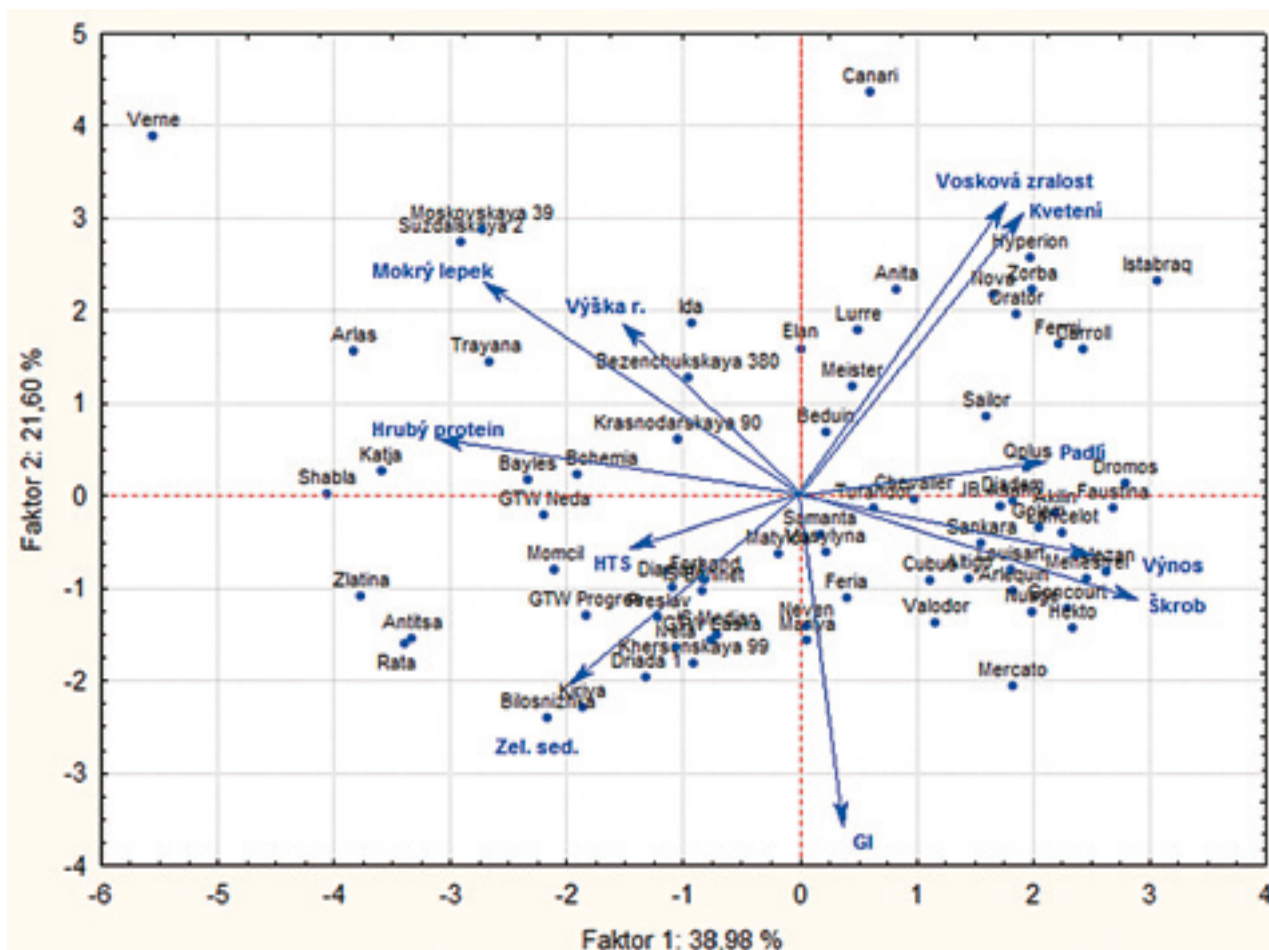
Tab. 2: Získané vzájemné vztahy mezi vybranými polními a kvalitativními ukazateli zrna



Obrázek 2: Variabilita zjištěných výnosů zrna u jednotlivých odrůd (2012 – 2013)



Obrázek 3: Variabilita dosažených hodnot Zeleného sedimentace u testovaných odrůd (2012 – 2013)



Obrázek 4: Vzájemná projekce proměnných (parametry) a případů (odrůdy) do faktorové roviny (PCA analýza)

Závěr

Aplikace hlubších statistických metod umožnila odhalit řadu specifických vztahů a charakteristik v testované kolekci moderních pšeničných odrůd. Hodnocení poukázala na význam sledování stability vlastností, která může být v závislosti na prostředí a lokalitě u jednotlivých odrůd velmi individuální. Prodloužení testovacího cyklu na tříleté období a doplnění této informace u testovaných odrůd pro jednotlivé ukazatele do databáze EVIGEZ by tak měla dále prohloubit její užitnou hodnotu. Při komplexu hodnocení řady znaků a parametrů přispěla PCA analýza k posouzení celkové vzájemné variability testovaných odrůd, což vedle detailní znalosti genetické informace může být velmi užitečné například ve šlechtění při sestavování výchozích rodičovských kombinací.

Literatura

- Bordes J., Branlard G., Oury F.X., Charmet G., Balfourier F. (2008): Agronomic characteristics, grain quality and flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection. *Journal of Cereal Science*, 48: 569 - 579.
- Bushuk W. (1998): Wheat breeding for end-product use. *Euphytica* 100: 137–145
- Dotlačil L., Faberová I., Stehno Z. (2008): Plant genetic resources in the Czech Republic, *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 44(4): 129–139.
- Dotlačil L., Holubec V., Papoušková L. (2014): Genetické zdroje rostlin v ČR – historie a současnost. Sborník referátů ze semináře: „Genetické zdroje rostlin po 20 letech existence

Národního programu“ Znojmo 4.12. 2013. VÚRV,v.v.i. Praha, str. 10 - 19.

- Dvořáček, V. Dotlačil L., Hermuth J., Prohaskova A., Stehno Z., Svobodová L. (2011): The Utilization of Wheat Genetic Resources in Breeding for Bread-making Quality. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 47, (Special Issue): 71 - 76.
- Martynov S.P., Dobrotvorskaya T.V., Stehno Z., Dotlačil L. (1997): Genetic diversity of Czech and Slovak wheat cultivars in the period 1954 - 1994. *Czech J. of Genetics Pl. Breeding*. 33: 1–12
- Ortiz R., Braun H.-J., Crossa J. et al. (2008): Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55: 1095–1140.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory MZE ČR v rámci institucionální podpory MZE RO0414.
(Recenzováno)

Kontaktní adresy:

dvoracek@vurv.cz
hermuth@vurv.cz
prohaskova@vurv.cz

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

Výsledky půdního monitoringu Agrotestu fyto, s.r.o. po prvním roce sledování

*(The results of soil monitoring carried out by Agrotest fyto Ltd.
after the first year of active work)*

Pokorný, E., Spáčilová, V., Bílovský, J., Podešvová, J.
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Výnosy pšenice ozimé 10 t na jeden hektar nebyly v letošním roce výjimkou. Stojí za připomenutí, že k uvedenému výnosu zrna bylo z půdy, na jeden hektar odčerpáno cca 280 kg N, 120 kg P_2O_5 , 240 kg K_2O , 60 kg CaO a 40 kg MgO. Výše celkových hodnot odčerpání je úctyhodná a půdní prostředí hraje v tomto procesu zásadní roli. Nejde jen o celkovou výši odebraných živin, ale také o jejich uvolňování v průběhu vegetace, tak jak je rostliny potřebují. To může zajistit pouze zdravá, nepoškozená půda. V opačném případě se účinnost dodaných živin v průmyslových hnojivech výrazně snižuje. Kontrola stavu půdy musí být proto prováděna jiným způsobem než široce používanými metodami. Agrochemické zkoušení půdy je výborný prostředek pro kontrolu dlouhodobých změn zásoby přijatelných živin a úpravě jejich obsahu, ale o okamžitém stavu kondice půdního prostředí nám mnoho neprozradí.

Abstract: Winter wheat yields over 10 t/ha were not the exception on this season. The annual nutrition consumption of wheat stand is equal to 280 kg N, 120 kg P_2O_5 and 240 kg K_2O , 60 kg and 40 kg CaO and MgO. This amount is impressive and soil environment plays a crucial role in this process.

It's not the total amount of withdrawn nutrients only, but also their release during the growing season according to plant needs. The healthy, fully and active soil can ensure this optimal process. In opposite situation, the efficacy of supplied nutrients in mineral fertilizers is significantly reduced. The control of soil properties have to be carried out by different way than by widely used methods. Agrochemical soil testing is an excellent mean for monitoring of long-term changes of the amount of available nutrients, but it does not tell us very much about the current status of the soil conditions.

Agrotest fyto, s.r.o. proto zavedl nový rozsáhlý způsob kontroly kvality půdy, který provádí v rámci monitoringu zdravotního a výživového stavu porostů v průběhu vegetace. Výsledky slouží jednak ke korekci výživy porostů v průběhu vegetace, jednak k dlouhodobému návrhu úpravy půdních fyzikálních vlastností a řešení zásadních nedostatků vlastností chemických.

Dnes se zamyslíme nad dosaženými výsledky po prvním roce sledování (hospodářský rok 2013/2014), kdy sledování bylo provedeno na 13 lokalitách (viz tabulka a mapa 1). Lokality byly vybrány tak, aby charakterizovaly území s probíhajícím monitoringem zdravotního a výživového stavu porostů.

Při průzkumu byla na vybrané lokalitě otevřena a popsána půdní sonda (obr.1), odebrány vzorky z ornice a podorničí na stanovení fyzikálních, chemických, případně biologických vlastností. V laboratoři pak byly stanoveny vlastnosti související s výživou rostlin. Výsledky musí být dobře srovnatelné mezi sebou a zejména se standardy uváděnými v literatuře (zde je nutno vždy přihlídnout k půdnímu druhu a typu). Výsledky šetření jsou zpracovány formou podrobného protokolu a s návrhem opatření předány na nich hospodářcům agronomům.

Celkově, ze všech lokalit, lze výsledky vyhodnotit tak, že srovnáme dosažené hodnoty s optimálními a graficky je vyjádříme. Grafy 1 a 2 znázorňují procento nevyhovujících vlastností z ornice a podorničí ze všech lokalit.

Z grafů je patrné, že obsah organických látek v ornici je snížen na čtvrtině sledovaných ploch. Výsledek není nijak překvapující, spíše je lepší, než se všeobecně deklaruje.

Stav podorničí se v tomto směru obvykle nemonitoruje a jak se ukázalo, je to chyba. Snížený obsah byl prokázán na 60 % stanovišť. Jedná se o důsledek nepěstování hluboko kořenících plodin. Řepka ozimá, ač pěstovaná na velkých plochách, nedokáže tento nedostatek nahradit.

Nízká kvalita humusu je problémem závažným. V ornici byla zjištěna na téměř 60 % lokalit a v podorničí na 40 %. Začíná se projevovat nedostatek kvalitních organických hnojiv, nevyváženost osevních postupů a upřednostňování dusíkatých hnojiv před hnojením ostatními živinami. Snížená kvalita humusu vede

Mapa pedologických sond
na monitorovacích plochách
Zemědělský výzkumný ústav
Kroměříž, s.r.o. (2013/2014)



Mapa 1

k poruchám tvorby půdní struktury a zhoršení fyzikálního stavu. To se zpětně projeví zvýšeným obsahem fulvokyselin a kvalita humusu se postupně snižuje.

Půdní reakce je dobře kontrolovatelný půdní parametr (je součástí AZP). Jeho úprava by neměla být problémem. Skutečnost je ale jiná. V provozních podmínkách je „výhodnější“ zvýšit výnos aplikací dusíkatého hnojiva, vápenaté hmoty jsou drahé a výnosový efekt se nedostavuje okamžitě. Dusíkatá hnojiva ovšem půdu okyselují a při dlouhodobém zanedbání vápnění se půdní reakce snižuje. Snížená půdní reakce byla zjištěna na 58 % sledovaných lokalit v ornici a na 33 % v podorniči. Důsledkem je zhoršení využitelnosti živin, poruchy biologické aktivity a zhoršení fyzikálního stavu. Na našich polích by jí měla být věnována mimořádná pozornost!

Číslo	Lokalita	Půdní typ	Půdní druh
1	Pravčice	Fluvizem oglejená	jílovitá
2,3	Bohuňovice	Hnědozem slabě oglejená	hlinitá
4	Vlčnov	Hnědozem oglejená	jílovitohlinitá
5	Opava	Hnědozem modální	písčitohlinitá
6	Slavkov u Brna	Smonice antropická	jílovitá
7	Nový Jičín	Luvizem oglejená	hlinitá
8	Prostějov	Hnědozem modální	hlinitá
9	Strážnice	Černice fluvizemní	jílovitá
10	Znojmo	Hnědozem modální	hlinitá
11	Děrná	Kambizem modální	hlinitá
12	Lipník nad Bečvou	Fluvizem glejová	jíl
13	Přerov	Černoze pelická	jílovitá

Tab. 1: Půdní charakteristiky na monitorovaných lokalitách

Fosfor jako makrobiogenní prvek je pro růst plodin a kvalitu produktu zásadní. Jeho doplňování do půdy je při uváděných výnosech nezbytné (viz např.: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1608>).

Naše výsledky prokazují, že se tak děje v nedostatečné míře. Na 75 % lokalit byla zjištěna nedostatečná zásoba v ornici a na 83 % v podorniči. Na plochách s nízkou zásobou je nezbytně obsah postupně zvyšovat. Zde je potřeba upozornit, že se jedná o dlouhodobou a finančně nákladnou záležitost.

Obsah výměnných kationtů na sorpčním komplexu byl jako nedostatečný zjištěn v 25 % případů v ornici a v 8 % případů v podorniči. Při detailním pohledu na jednotlivé kationty však vidíme, že v ornici je výměnného draslíku nedostatek v 75 %, vápníku v 42 % a hořčíku v 67 % případů. Je potěšitelné, že v podorniči je situace lepší. Zjištěný stav však potvrzuje enormní zátěž ornice v odčerpávání živin.

Vyhodnocení fyzikálních parametrů ukázalo, že ve srovnání s minulostí se začíná situace měnit. Všeobecně se uvádí, že podorniči je fyzikálně porušeno výrazněji než ornice. Pokud porovnáme míru poškození celkové pórovitosti v ornici a podorniči, tak dojdeme k závěru, že podorniči je porušeno více (v ornici je snížena pórovitost v 25 % případů, v podorniči v 50 %). Z výsledků objemové hmotnosti bylo zjištěno, že půda je nadměrně utužena v ornici v 67 % a v podorniči v 58 % případů. V hodnotách míry poškození minimální vzdušnosti je situace poměrně vyrovnaná – 50 % v ornici a 58 % v podorniči. O možnosti náprav fyzikálních vlastností rozhoduje tzv. maximální kapilární kapacita (rozložení velikosti pórů). Její zvýšené hodnoty znamenají trvalé poškození, velmi obtížně odstranitelné. To bylo v ornici zjištěno v 58 % případů, v podorniči pouze v 17 % případů. Situace je dobře viditelná na přiložené fotografii (obr. 2), kde je patrná lístkovitá struktura vytvořená v ornici. Ta je neklamným diagnostickým znakem poruch půdní struktury.



Obr. 1: Profil hnědozemě - Znojmo

Výše popsané celkové hodnocení výsledků monitoringu sice neodhaluje nová zásadní zjištění. Nebude však od věci zrekapitulovat si hlavní zjištěné nedostatky a možný postup úprav za současného stavu zemědělství (úroveň osevních postupů, stavy polygastrických zvířat atd.). Kritická je situace v obsahu fosforu, a jak se ukazuje dnes rovněž v obsahu draslíku. Jejich doplňování musí jít ruku v ruce s úpravou půdní reakce. Zde by bylo velmi vhodné upřednostňovat aplikaci dolomitického vápence pro doplnění hořčíku na sorpční komplex. Pravidelně, alespoň rámcově, kontrolovat fyzikální stav půdy, a pokud dojde k poruchám (zejména v ornici), agrotechnikou je odstraňovat.

Pro agronoma a jeho rozhodování jsou důležité detailní informace o výsledcích monitoringu na jeho konkrétním pozemku. Spolu s výsledky monitoringu zdravotního a výživového stavu porostů může, a také ve spolupráci s pracovníky Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži, navrhuje nápravná opatření.

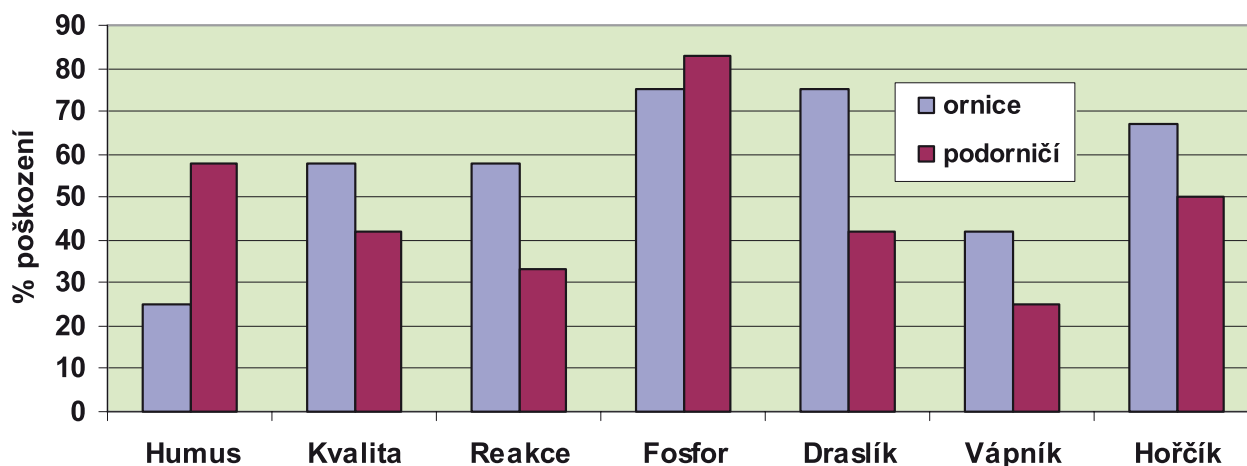
/Recenzováno/

Literatura je uvedena v první části příspěvku.

Kontakt: Spacilova@vukrom.cz

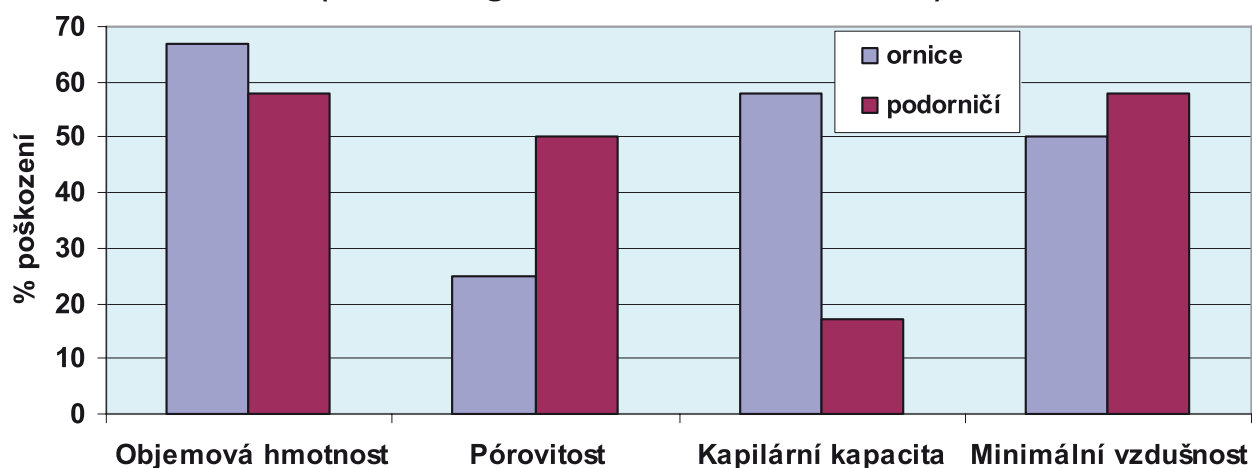
Poděkování: Tato práce vznikla s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace (rozhodnutí MZe ČR č. RO0211 ze dne 28. 2. 2011).

Míra poškození chemických vlastností ornice a podorníčí (monitoring ZVÚ Kroměříž - 2013/2014)



Graf 1

Míra poškození fyzikálních vlastností ornice a podorníčí (monitoring ZVÚ Kroměříž - 2013/2014)



Graf 2



Obr. 2: Lístková struktura v ornici

Model predikce obsahu deoxynivalenolu v zrně pšenice na základě meteorologických údajů a předplodiny

(Forecasts model for deoxynivalenol content in wheat grain based on meteorological data and previous crop)

¹⁾Váňová, M., ²⁾Klem, K.

¹⁾Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž, ²⁾Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v. v. i., Brno

Souhrn: Deoxynivalenol (DON) je nejčastějším fuzáriovým toxinem ve vzorcích pšenice v ČR, a proto predikce jeho výskytu může být vhodným nástrojem prevence jeho vstupu do potravního řetězce. Údaje o obsahu DON v pšeničném zrně, meteorologických podmínkách během vegetační doby a metodách zpracování půdy ze dvou polních pokusů byly využity k vytvoření modelu na bázi neuronové sítě pro predikci obsahu DON. Nejlepší neuronová síť je založena na pěti vstupních proměnných: předplodina, průměrná teplota v dubnu, suma srážek v dubnu, průměrná teplota 5 dnů před kvetením, suma srážek 5 dnů před kvetením. Nejdůležitějšími vstupními parametry jsou předplodina a suma srážek 5 dnů před kvetením. Meteorologické podmínky v dubnu, které jsou důležité pro tvorbu inokula na rostlinných zbytcích, jsou pro model také důležité. Meteorologické podmínky v květnu a 5 dnů po kvetení nejsou pro obsah DON v zrně příliš významné. Bylo zjištěno, že zpracování půdy má na funkci modelu také malý vliv. Korelace mezi pozorovanými a predikovanými daty s využitím modelu neuronové sítě byla $R^2 = 0,87$.

Abstract: Deoxynivalenol (DON) is the most common mycotoxin in samples of wheat in the Czech Republic, and therefore the prediction of its presence may be an appropriate tool of preventing its entry into the food chain. Data on the content of DON in wheat grain, weather conditions during the growing season and methods of tillage of two field trials were used to create the model based on neural network to predict DON content. The best neural network is based on five input variables: the previous crop, the average temperature in April, the amount of precipitation in April, average temperature 5 days before flowering, the amount of precipitation 5 days before flowering. The most important input parameters are preceding crop and amount of precipitation 5 days before flowering. Meteorological conditions in April, which are important for the formation of the inoculum, are also important for the model. Weather conditions in May and 5 days after flowering are not for DON content in grain so important. It was found that the tillage has on function of model a small influence. The correlation between observed and predicted data using neural network model was $R^2 = 0,87$.

MATERIÁL A METODY

Polní pokusy

Vzorky zrna z polních pokusů s ozimou pšenicí založených s cílem stanovit vliv zpracování půdy v kombinaci s vlivem předplodiny na napadení fuzariózou klasu byly analyzovány na obsah DON. Před setím byly použity tři systémy zpracování půdy: orba do hloubky 22 cm, mělké zpracování diskem (10 cm) a přímé setí. Pokusy byly zasety po dvou předplodinách: vojtěšce jako nehostitelské plodině a kukuřici jako hostitelské plodině. U obou pokusů byla doba setí v první dekádě října. Parcely měly plochu 20 m² ve čtyřech opakováních. Každá varianta zpracování půdy a předplodiny byla oddělena 3 m pásem, aby byly parcely chráněny před sousedním zdrojem primární infekce. Průměrné denní meteorologické údaje (teplota, srážky, relativní vlhkost) byly zaznamenávány automatickou meteorologickou stanicí a analyzovány odděleně pro duben, květen a 5denní období před počátkem kvetení a 5 dnů po začátku kvetení. Meteorologické údaje byly vztaženy k obsahu DON v zrně pro každý parametr zvlášť. K analýze mnohonásobného vlivu několika meteorologických parametrů na obsah DON byla umělá neuronová síť trénována na souboru dat pomocí postupu pro neuronovou síť v programu Statistica 7. Nejlepší neuronová síť byla vybrána na základě minimalizované sumy kvadratických odchylek mezi predikovanými a pozorovanými daty.

Analytická metoda stanovení obsahu DON

Všechny vzorky zrna byly analyzovány na hodnotu DON pomocí metody plynové chromatografie (GC/ECD) (Radová et al. 1998). Homogenizovaný pomletý vzorek pšenice (10 g) byl extrahován 100 ml směsí acetonitril: voda (84:16, v/v) třepáním po dobu jedné

hodiny, purifikace extraktu byla provedena kolonami MycoSep 225, DON byl stanoven pomocí GC/ECD po derivatizaci trifluoroacetanhydridem (TFAA). Limit detekce byl 5 µg/kg, limit kvantifikace 15 µg/kg a průměrná regenerace ($n=5$, hodnota DON v klasových vzorcích byla 500 µg/kg) činila $86.3\% \pm 4.9\%$.

Zajištění kvality analýzy DON

Standard mykotoxinu byl zakoupen od firmy Sigma-Aldrich (Německo). Připravený zásobní roztok DON byl skladován při teplotě -18 °C. Pracovní standardní roztok byl připraven před analýzou a jeho koncentrace byla ověřena měřením UV absorbance na spektrofotometru.

Pro zajištění kvality analýzy mykotoxinu byly použity tyto materiály: certifikované referenční materiály (CRM, certificate reference materials), DON v pšeničné mouce (< 0.05 µg/kg, BCR 396, Belgie) a DON v přirozeně kontaminované pšenici (0.7 ± 0.1 µg/kg, R-Biopharm Rhone, VB).

Tato analytická metoda byla akreditována a každý rok úspěšně prošla hodnocením Food Analysis Performance Assessment Scheme (FAPAS) organizovaným Central Science Laboratory (York, VB).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Rozdíly mezi metodami zpracování půdy a předplodinami se zvyšovaly s celkovou úrovní napadení. Zatímco nejvyšší obsah DON byl zjištěn při přímém setí a nejnižší obsah DON na variantě s orbou po kukuřici. S využitím kukuřice jako předplodiny se obsah DON zvýšil až 7krát ve srovnání s vojtěškou. U pšenice po vojtěšce byly rozdíly mezi metodami zpracování půdy malé a nejvyšší hladina DON byla zjištěna při mělkém zpracování.

Obsah DON byl dán do vztahu s meteorologickými údaji pro měsíční data před metáním a pro 5denní data před a po začátku kvetení. Nejvyšší kladné korelační koeficienty byly zjištěny u sumy srážek v dubnu, průměrné teploty v dubnu a sumy srážek 5 dnů před kvetením. Průkazná negativní korelace byla zjištěna u průměrné teploty v květnu a průměrné relativní vlhkosti 5 dnů před kvetením.

S využitím dat z tohoto pokusu jsme trénovali neuronové sítě pro predikci obsahu DON na základě meteorologických údajů a předplodiny. Nejlepší neuronová síť s architekturou ZRNS 5:5-12-2-1:1 pracuje s 5 vstupními proměnnými: proměnná předplodina a průměrná teplota v dubnu, suma srážek v dubnu, průměrná teplota 5 dnů před kvetením, suma srážek 5 dnů před kvetením. Jednotlivé vstupní proměnné přispívají predikci v nejlepší neuronové síti. Jedním z nejdůležitějších vstupních parametrů je předplodina a suma srážek 5 dnů před kvetením. Vliv sumy srážek 5 dnů před kvetením začíná od limitu 15 mm. Dalšími dvěma důležitými parametry rozhodujícími pro tvorbu perithecií je průměrná teplota a suma srážek v dubnu. Obecně se obsah DON zvyšuje s teplotou a nárůstem srážek. Produkce DON je potlačena při průměrných teplotách v dubnu pod 9,5 °C s nepřetržitým nárůstem obsahu DON až do průměrné teploty okolo 11 °C. Reakce obsahu DON na průměrné dubnové teploty ukazuje sigmoidní vztah. Vliv srážek v dubnu na obsah DON má exponenciální průběh.

Obsah DON v zrna pšenice byl ovlivněn hlavně ročníkem a předplodinou. To je v souladu s Schaafsma et al. (2005), kteří uvedli, že environmentální vlivy tvořily 48 % variability obsahu DON v pšeničném zrna, potom následovala odrůda (27 %) a předplodina (14-28 %). Vliv zpracování půdy byl ve většině pokusných let velmi malý. Tyto výsledky ukazují, že zapravení rostlinných zbytků hraje významnou roli, jen pokud je úroveň infekce obecně vysoká. Koch et al. (2006) došli na základě svých faremních provozních pokusů k závěru, že roční meteorologické podmínky ovlivňují napadení fuzáriem a obsah DON do stejné míry jako předplodina a odrůdová náchylnost, a ve srovnání s těmito faktory je použitý systém zpracování půdy méně důležitý. Dill-Macky a Jones (2000) našli pouze malé rozdíly v obsahu DON mezi parcelami s orbou s obracením, orbou bez obracení a přímým setím. Pokud jsou podmínky pro tvorbu perithecií a askospor méně příznivé, jednotky infekce by se mohly tvořit na starších rostlinných zbytcích a hlubší zpracování půdy by bylo v tomto procesu vhodnější. V tomto případě je vliv předplodiny malý. Mělké zapravení rostlinných zbytků v suchých letech vytváří lepší vláhové podmínky pro zrání perithecií a uvolňování askospor.

I když se zapravené zbytky rozložily podstatně rychleji než zbytky na povrchu půdy (Pereyra et al. 2004), vykopání rostlinných zbytků z hlubší půdní vrstvy může obnovit tvorbu perithecií na rostlinných zbytcích, která je mnohem nižší než v prvním roce, ale může být důvodem překrývání rozdílů mezi předplodinami. Khonga a Sutton (1988) zjistili, že stébla kukuřice a klásky pšenice, které zůstaly na povrchu půdy, byly schopny tvořit perithecia během druhého roku.

Korelační analýza ukazuje, že v poměrně suchých podmínkách kontinentálního klimatu v České republice je jedním z velmi důležitých příčin napadení fuzárií a výsledné produkce DON vývoj infekčního potenciálu na zbytcích předplodiny brzy na jaře (duben). Teplé a vlhké časně jaro podporuje zvyšování napadení a tvorbu DON v zrna ozimé pšenice. Tyto podmínky na jaře jsou příznivé pro vývoj a dozrávání perithecií na rostlinných zbytcích včas, aby produkovaly askospory současně s kvetením obilnin

(Suty a Mauler-Machnik 1996). Z některých studií (např. Fernando et al. 1997) vyplývá, že napadení fuzárií je způsobeno hlavně primární infekcí a sekundární šíření má menší význam. Proto by podmínky příznivé pro vývoj perithecií (relativní vlhkost a teplota v dubnu) mohly mít větší vliv než meteorologické podmínky okolo kvetení.

Pro počáteční uvolňování askospor je potřeba vysoké vlhkosti, ačkoliv pro jejich prudké rozstříknutí z perithecií do vzduchu je možná potřeba suché období (Parry et al. 1995). Protože se perithecia *G. zeae* vyvíjejí na nadzemních zbytcích při teplotách 15-25 °C, ale ne pod 15 °C (Gilbert a Fernando 2004), je vliv dubnové teploty docela velký. Andries et al. (2000) zjistili, že tvorba perithecií je omezena průměrnou denní teplotou pod 9 °C. Duben je v České republice jedním z měsíců s nejvíce variabilním počasím. Období s teplotami pod 10 °C jsou velmi častá, a to zpožďuje tvorbu perithecií na zbytcích plodin mající za následek pozdní uvolnění askospor (po kvetení) a nižší napadení fuzárií.

U korelačních koeficientů mezi relativní vlhkostí a sumou srážek 5 dnů před kvetením existuje zajímavý paradox. U prvního parametru je korelace kladná a u druhého záporná. To lze snadno vysvětlit optimálními podmínkami pro uvolňování askospor z perithecií, tj. střídavě zvlhčení a vysušení. Paulitz (1996) uvedl, že vysušení perithecií během dne a následným prudkým zvýšením relativní vlhkosti může stimulovat uvolnění askospor. Nejdůležitějším ukazatelem počasí, který přímo ovlivňuje infekční proces, byla suma srážek 5 dnů před kvetením.

Vliv teploty a srážek po kvetení nebyl průkazný. Podle Baie a Shanera (1991), napadení fuzárií je podporováno prodlouženou dobou (48 až 72 h) při > 90% relativní vlhkosti s teplotami 15 až 30 °C. Když je vlhkost nebo případy s vysokou vlhkostí přerušovaná, infekce se stále ještě může vyskytnout, ale její účinnost je snížena. Ačkoliv teplota by mohla mít silný vliv na infekční proces (Brennan et al. 2005), z praktického hlediska je vlhkost v českých podmínkách častěji limitujícím faktorem. Srážky krátce před kvetením mají kombinovaný vliv na zralost a uvolnění askospor, rozstříknutí makrokonidií a podporu infekce zvlhčením klasů. Paulitz (1996) zjistil, že nejvyšší počet spor *Fusarium* byl zachycen z parcel pšenice 2 až 4 dny po dešti. Rossi et al. (2002) nezjistili žádné nebo velmi málo konidií před deštěm, ale jejich počet se postupně zvyšoval během deště. S následnými vlhkými podmínkami pokračovala tvorba konidií po dobu několika hodin po dešti a v těchto podmínkách obvykle dosáhly svého vrcholu. Umělé neuronové sítě se v poslední době stávají populárními ve fytopatologii, většinou v predikčních modelech (Yang et al. 1995, De Wolf and Franci 1997, Chakraborty et al. 2004). Vyvinutý model na bázi neuronové sítě je založen na vstupní proměnné (předplodina) a proměnných (průměrná teplota v dubnu, suma srážek v dubnu, průměrná teplota 5 dnů před kvetením a suma srážek 5 dnů před kvetením). Hlavní výhodou modelu je, že spojuje vliv předplodiny, povětrnostních podmínek na tvorbu inokula a povětrnostních podmínek na uvolnění askospor a proces infekce.

Model pro predikci epidemie fuzariózy klasu založený na hodinových údajích o počasí byl vyvinut De Wolfem et al. (2004). Údaje použité v modelu zahrnují relativní vlhkost, hodiny, kdy se teploty vzduchu pohybují od 9 do 30 °C, hodiny srážek přesahujících 0,3 mm a vztah vysoké relativní vlhkosti a příznivých teplot vzduchu zaznamenaných během 7denního intervalu před kvetením. Odhaduje se, že model předpovídá epidemii fuzariózy a absenci epidemie přibližně na 80 % doby. S použitím stupňovitě logistické regresní analýzy určili De Wolf et al. (2000) tři proměnné užitečné pro predikci epidemie fuzariózy. Dvě z těchto

proměnných byly souhrny prostředí 7 dnů před kvetením plodiny a zahrnovaly délku trvání srážek a délku trvání teploty v rozpětí od 15 do 30 °C. Třetí proměnná kombinovala teplotu a relativní vlhkost 10 dnů po začátku kvetení.

Na základě našich experimentálních výsledků a literárních údajů lze shrnout, že proměnné, představující prostředí před kvetením, mohou poskytnout modely s informacemi o potenciálně limitujících faktorech pro produkci inokula současně s přímým vlivem na infekci klasu. Sestavení predikčních modelů na základě údajů o počasí před kvetením má také praktické důsledky pro ochranu rostlin, protože účinnost fungicidního ošetření závisí na správné době aplikace, která je limitována fází kvetení.

Seznam použité literatury je dostupný na požádání u autorů.

Kontaktní adresa: vanova@vukrom.cz

Poděkování

Tato publikace vznikla v rámci projektů QJ1210008 a QI111B044 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211.



Spektrum plevelů v jarních obilninách v režimu ekologického hospodaření (Current weed spectrum in spring cereals in organic farming)

Tyšer, L., Kolářová, M.,

Katedra agroekologie a biometeorologie, Česká zemědělská univerzita v Praze

Souhrn: V letech 2006–2008 bylo ve vybraných lokalitách České republiky uskutečněno hodnocení zaplevelení v porostech jarních obilnin v režimu ekologického způsobu hospodaření pomocí odhadové Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti a početnosti se zápisem vegetačních snímků o ploše cca 100 m². Získáno bylo celkem 38 fytocenologických snímků. V jednotlivých snímcích se vyskytovalo 10 až 42 plevelných taxonů, s průměrným druhovým bohatstvím jednoho snímku 24,47. Nejčastěji se vyskytujícími plevele jarních obilnin byly opletka obecná, merlík bílý a truskavec ptačí.

Klíčová slova: plevel, jarní obilniny, ekologické zemědělství, druhová diverzita, opletka obecná, merlík bílý, truskavec ptačí

Abstract: In 2006–2008, the phytocoenological survey was carried out in selected areas in the Czech Republic. Braun-Blanquet cover-abundance scale was used in this study. The size of one phytocoenological relevé was 100 m². In total, 38 phytocoenological relevés in spring cereals stands were recorded. There were found 10–42 weed species in one relevé, the mean number of weed species in one relevé was 24.47. *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium album* and *Polygonum aviculare* occurred most frequently.

Key Words: weed, spring cereals, organic farming, species diversity, *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*.

Úvod

Obecná definice označuje jako plevel každou rostlinu, která se na určitém stanovišti vyskytuje proti vůli člověka. V případě polních plevelů se jedná především o rostliny, které jsou schopny s porostem pěstovaných plodin negativně interagovat. Touto negativní interakcí je nejčastěji konkurence. Kromě vysloveně škodlivých druhů rostou v kulturních porostech i takové, které svým výskytem plodině příliš neškodí, ale představují významnou část biologické rozmanitosti daného společenstva, plní řadu ekologických funkcí a není zapotřebí proti nim zasahovat. Ekologické směry hospodaření na půdě v mnoha případech pojem plevel nepoužívají, hovoří o doprovodných či asociovaných rostlinách (Jursík a kol., 2011).

Cílem ekologického zemědělství je komplexem různých opatření udržet plevele jako tzv. doprovodné rostliny v počtu, který nezpůsobuje významné ekonomické ztráty. Záměrem tedy nejsou čisté, 100 % plevelu prosté porosty pěstovaných plodin, ale vytvoření mnohostranné, biologicky a ekologicky vyvážené koexistence plevelů s nízkou produkcí biomasy a silné kulturní rostliny (Urban a Šarapatka, 2003).

Na složení plevelných společenstev mají výrazný vliv technologické aspekty pěstování rostlin, zejména uplatňovaný systém regulace zaplevelení. Vzhledem k tomu, že v ekologickém zemědělství je vyloučeno používání herbicidů, je nutná regulace plevelů jinými způsoby. Velký důraz je kladen na preventivní a nepřímá opatření zaměřená na ochranu půdy před zanášením nových rozmnožovacích orgánů plevelů (semen, oddenků apod.), očištění půdy od rozmnožovacích orgánů plevelů, vytvoření příznivých podmínek pro růst kulturních rostlin a pro podporu jejich konkurenceschopnosti vůči plevelům. K preventivním opatřením patří především respektování podmínek stanoviště a nároků plodiny, pestrý a vyvážený osevní postup, pěstování mezplodin a píce, vhodné zpracování půdy, péče o statková hnojiva, harmonické hnojení, volba vhodných druhů a odrůd, správné setí, zábrana zavléčení semen plevelů na pole, optimální doba a způsob sklizně a posklizňové úpravy i péče o ruderalní a lemová společenstva v blízkosti polí. Pokud jsou preventivní opatření málo účinná, musí nastoupit přímé zásahy. V případě obilnin přichází v úvahu vláčení, plečkování nebo využití metod biologické regulace (Konvalina a kol., 2008).

Vedle používaného systému pěstování rostlin a přírodních podmínek stanoviště (půda, klima), má na složení plevelné flóry významný vliv rovněž příslušná pěstovaná plodina, která svým biologickým růstovým a vývojovým cyklem udává možnosti uplatnění jednotlivým plevelným druhům. Upřednostňovány jsou takové plevelné druhy, u kterých plodina nedokáže svým zápojem porostu nebo technologickými zásahy potlačit jejich rozvoj v nejranějších růstových fázích. V časně vysévaných jarních plodinách se nejhojněji vyskytují plevely jednoleté časně jarní, které hromadně klíčí a vzchází již brzo na jaře při teplotách málo nad 0 °C (Kohout, 1997). Nezapojená, zatím konkurenčně slabá plodina jim nedokáže zamezit v rozvoji.

Cílem této práce je posouzení současného stavu druhové diverzity a složení společenstev plevelů v porostech jarních obilnin pěstovaných v systému ekologické formy hospodaření na vybraných územích České republiky.

Materiál a metody

V letech 2006–2008 proběhlo hodnocení zaplevelení porostů jarních obilnin v rámci ekologického způsobu hospodaření ve vybraných lokalitách České republiky (obr. 1). Celkem bylo získáno 38 fytocenologických snímků v porostech ovsa (18 snímků), ječmene jarního (14 snímků) a pšenice jarní (6 snímků).

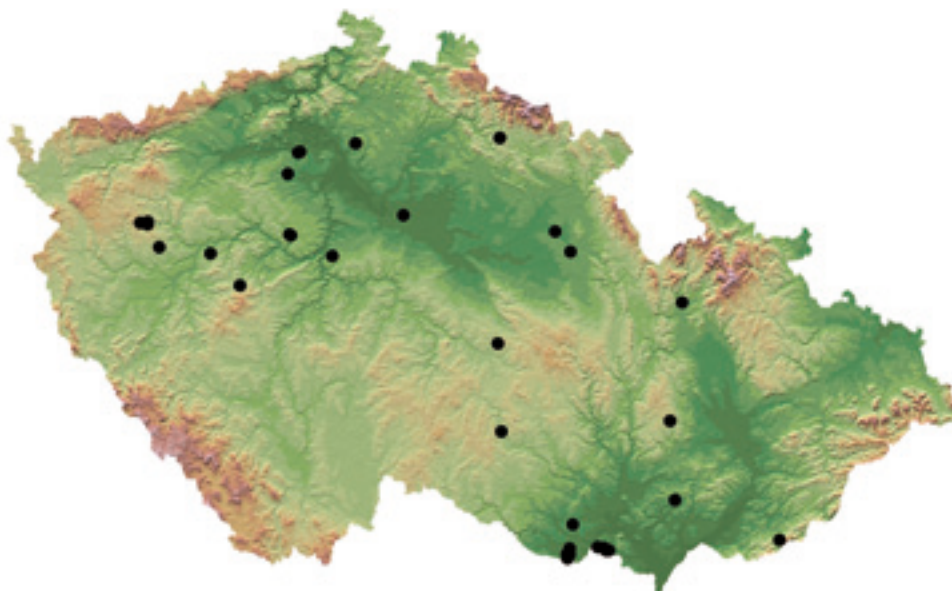
Vybrané plochy se nacházely v kukuřičné, řepařské a bramborářské výrobní oblasti v rozpětí nadmořských výšek 200–650 m n. m. Na stanovených lokalitách byl aplikován ekologický způsob hospodaření.

Při výzkumu byl použit odhadový systém curyško-montpelliérské školy se zápisem vegetačních snímků o ploše cca 100 m² při použití devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti a početnosti (Braun-Blanquet, 1964) – viz tab. 1. Snímkování porostů probíhalo vždy v období plné až končící vegetace (červen–červenec).

Výsledky a diskuse

V rámci fytocenologického výzkumu bylo v porostech jarních obilnin zaznamenáno celkem 149 plevelných a zaplevelujících taxonů. V jednotlivých snímcích bylo nalezeno 10 až 42 taxonů, průměrné druhové bohatství jednoho snímku bylo 24,47.

Na obrázku 2 je graficky znázorněno pořadí nejvýznamnějších plevelů podle jejich stálosti ve snímcích. Z grafu vyplývá, že nejčastěji se vyskytujícími plevely jarních obilnin byly opletka obecná, merlík bílý a truskavec ptačí. Opletka obecná a truskavec ptačí jsou řazeny mezi jednoleté plevely časně jarní, které mají s jarními obilninami sladěný biologický rytmus (Kohout, 1997). Merlík bílý je sice často označován jako plevel širovádkových plodin a okopanin, ale velice dobře profituje i v časném jarním období, a je tedy stabilní složkou porostů jarních obilnin. Relativně nižší stálost zde mají plevely přezimující (violka rolní,



Obr. 1: Mapa České republiky s vyznačením sledovaných lokalit

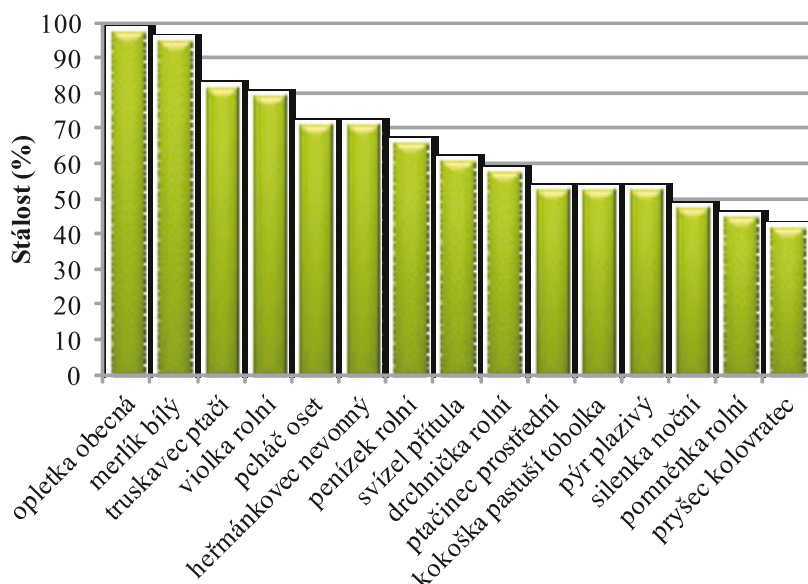
Stupeň	Zastoupení druhu
r	druh velmi vzácný
+	pokryvnost nižší než 1 %
1	pokryvnost 1–5 %
2m	pokryvnost okolo 5 %
2a	pokryvnost 5–15 %
2b	pokryvnost 15–25 %
3	pokryvnost 25–50 %
4	pokryvnost 50–75 %
5	pokryvnost 75–100 %

Botanická nomenklatura je upravena dle Kubát a kol. (2002)

Tab. 1: Devítičlenná Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti a početnosti

heřmánkovec nevonný, peníze rolní, svízel přítula aj.), jejichž uplatnění je typické pro ozimé plodiny. Především heřmánkovec nevonný je charakteristickým plevelm ekologických porostů ozimých obilnin (Tyšer a Kolářová, 2013). Z vytrvalých plevelů se nejčastěji setkáváme s pcháčem osetem a pýrem plazivým.

Na obrázku 3 je uvedeno pořadí nejvýznamnějších plevelných druhů podle jejich sumy pokryvností. Výrazně dominujícím druhem je zde vytrvalý plevel pýr plazivý. Jeho silný výskyt ovšem nebyl plošný, vysoká pokryvnost byla zaznamenána jen na lokál-



Obr. 2: Pořadí nejvýznamnějších plevelů podle jejich stálosti (frekvence výskytu) ve snímcích

ních stanovištích, především ve vyšších polohách bramborářské výrobní oblasti. Tato vysoká pokrývnost může tedy souviset s nezvládnutou regulací pýru a omezeným zpracováním půdy u některých drobnějších pěstitelů, spojeným pravděpodobně i s horšími přírodními podmínkami stanoviště (např. vyšší kamenitost pozemků) neumožňující optimální provedení operací zpracování půdy. Také Konvalina a kol. (2008) uvádí, že v ekologickém obilnářství činí největší problémy v porostech obilnin vytrvalé plevely, zvláště pýr plazivý a pcháč oset.

Vysoká pokrývnost merlíku bílého koreluje s jeho obecně plošným rozšířením v jarních obilninách. Významné umístění pokrývnosti heřmánkovce nevonného je ovlivněno jeho poměrně vysokou stálostí v jarních obilninách a rovněž značnou vzrůstností a konkurenční schopností tohoto plevelu. Zajímavá je vysoká pokrývnost chrpy modré, která v běžném konvenčním zemědělství je v jařinách druhem okrajovým až vzácným – častěji se vyskytuje jen zpravidla v porostech řepky ozimé, případně někte-

rých ozimých obilnin (Jursík a kol., 2011). Rydberg a Milberg (2000) uvádějí, že chrpa modrá je typickým druhem ekologického zemědělství. Její výskyt byl zaznamenán pouze ve vyšších polohách bramborářské oblasti. Podobně štavel evropský nepatří k hojným a významným plevelům porostů polních plodin. Silně dominantní zastoupení štavele bylo nalezeno jen lokálně na pro něj příznivém půdním stanovišti vlhčích nevápenných glejových fluvizemí.

Závěr

Jak vyplývá z tohoto výzkumu, nejčastějšími plevely v ekologických jarních obilninách jsou jednoleté časné jarní plevely, merlík bílý a plevel vytrvalý (především pýr plazivý, pcháč oset a mléč rolní). Přesto je nutné pro optimální regulaci zaplevelení v rámci jednotlivých zemědělských podniků a konkrétních pozemků provádět každoročně přesnější monitoring jednotlivých zastoupených plevelných druhů a na základě toho upravit metodu pěstitelských zásahů.

Poděkování

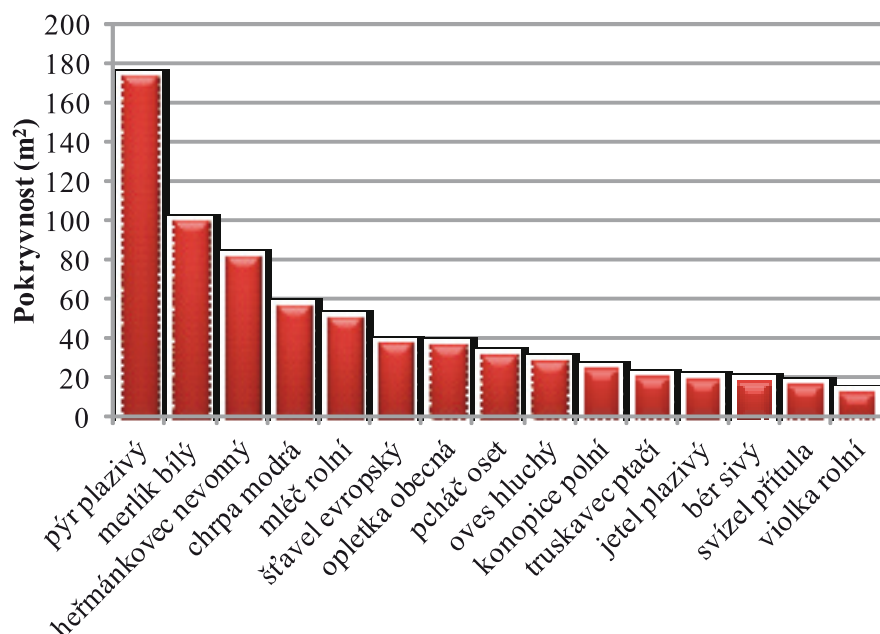
Tento příspěvek byl vytvořen za pomoci Institucionální podpory pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumných organizací poskytované MŠMT ČR.

Literatura:

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensozologie. Springer, Wien, New York, 865 s.
- JURSÍK, M., HOLEC, J., HAMOUZ, P., SOUKUP, J. (2011): Plevely – biologie a regulace. Kurent, České Budějovice, 232 s.
- KOHOUT, V. (1997): Plevely polí a zahrad. Agrospoj, Praha, 235 s.
- KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., CAPOUCHOVÁ, I., STEHNO, Z. (2008): Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 62 s.
- KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J. JUN., KAPLAN, Z., KIRSCHNER, J., ŠTĚPÁNEK, J. (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 928 s.
- RYDBERG, N. T., MILBERG, P. (2000): A survey of weeds in organic farming in Sweden. Biological Agriculture and Horticulture, 18, 175-185.
- TYŠER, L., KOLÁŘOVÁ, M. (2013): Spektrum plevelů v ozimých obilninách v režimu ekologického hospodaření. Obilnářské listy, 21 (3-4), 59-61.
- URBAN, J., ŠARAPATKA, B. [eds.] (2003): Ekologické zemědělství – učebnice pro školy i praxi. I. díl. MŽP, Praha, 280 s.

Kontaktní adresa autorů:

Ing. Luděk Tyšer, Ph.D., Ing. Michaela Kolářová, Ph.D. – Katedra agroekologie a biometeorologie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 957, 165 21 Praha 6 – Suchbát, e-mail: tyser@af.czu.cz



Obr. 3: Pořadí nejvýznamnějších plevelných druhů podle jejich sumy pokrývnosti

Vyhodnocení reakce odrůd pšenice ozimé na intenzitu technologie pěstování s ohledem na parametry kvality zrna a kontaminaci mykotoxinem DON

(Evaluation of the response of winter wheat varieties to growing technology intensity with regard to quality parameters and DON mycotoxin contamination)

Polišenská, I., Tvarůžek, L., Jirsa, O., Jergl, Z.
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Kolekce 79 odrůd pšenice ozimé byla pěstována na lokalitě Pravčice v sezóně 2013/2014 ve variantě extenzivní a variantě s minimálním hnojením, bez regulátorů růstu a bez fungicidů a ve variantě s maximální intenzitou vstupů. Nejvyšší výnosy dosahovaly hodnoty mezi 15,5 – 16,0 t/ha a rozdíl mezi oběma variantami byl více než 5,5 t/ha.

Průměrná hodnota čísla poklesu pro nízkou intenzitu byla 309 s, pro vysokou intenzitu 326 s, průměrná hodnota obsahu N-látek pro nízkou intenzitu byla 10,7 %, pro vysokou intenzitu 12,5 %, průměrná hodnota OH v nízké intenzitě byla 77,3 kg/hl, ve vysoké intenzitě 79,8 kg/hl, hodnota HTZ byla o něco nižší pro vyšší intenzitu pěstování (48,81 g) než pro nižší intenzitu (49,12 g), rozdíl však nebyl statisticky průkazný.

Zvýšení intenzity pěstování se projevilo pozitivně zvýšením výnosu i zvýšením obsahu N-látek a objemové hmotnosti. S vyšším výnosem naopak záporně korelovala HTZ, což ukazuje na zvýšení počtu zrn z plochy. Při vyšší intenzitě pěstování HTZ slabě záporně korelovala s počtem klasů na plochu, tzn. nižší HTZ při vyšším počtu klasů. Úroveň obsahu DON ve fungicidně neošetřované variantě byla obecně velmi nízká, 44 odrůd mělo negativní obsah DON (tj. DON <20 µg/kg).

Klíčová slova: pšenice ozimá, pěstební systém, kvalita zrna, výnos, mykotoxin DON

Abstract: A collection of 79 varieties of winter wheat was grown on locality Pravčice in the season 2013/2014 in extensive growing system with minimal fertilization, without growth regulators and fungicides and in the growing system based on the maximum intensity of inputs.

The highest yields reached between 15.5 to 16.0 t/ha and the maximal difference between two growing systems was more than 5.5 t / ha. The average Falling Number for low intensity was 309 s, for high intensity 326 s, the average value of Protein Content for low intensity was 10.7% and for high intensity 12.5%, the average Test Weight in low intensity was 77.3 kg/hl and in high intensity 79.8 kg/hl, and TKW value was slightly lower for the higher intensity of cultivation (48.81 g) than for lower intensity (49.12 g), but the difference was not statistically significant. Increasing of the growing intensity resulted in a positive increase of yield and an increase in protein content and Test Weight. A higher yield was on the contrary negatively correlated with TKW, indicating the increase of grain number per area. At high growing intensity was TKW slightly negatively correlated with the number of spikes per unit area, i.e. lower TKW and the higher number of ears. The level of DON in fungicidally untreated plants was generally very low, the 44 varieties showed negative DON content (i.e. DON <20 mg / kg).

Key Words: winter wheat, growing system, grain quality, yield, DON mycotoxine

Srovnání odrůdové reakce na intenzitu pěstitelských vstupů přináší každoročně řada akademických institucí, státních a registračních úřadů a privátních subjektů, zabývajících se odrůdovým zkušebnictvím doma i v zahraničí. Základní schémata založení takových zkoušek jsou často podobná a odvozovaná od snahy postihnout vlastnosti odrůd, jakými jsou jejich plasticita, tolerance ke zhoršeným agroekologickým podmínkám či sníženým pěstitelským vstupům, zdravotním rizikům epidemického šíření chorob a vlastního produkčního a kvalitativního potenciálu.

V kroměřížských pokusech jsou každoročně vyhodnocovány rozsáhlé polní pokusy, jejichž cílem je vyhledávání optimálních pěstebních postupů pro stěžejní odrůdy v zemědělské praxi, včetně aktuálních novinek v povoleném sortimentu. Je zde zkoušeno také využití schémat ochrany proti chorobám, které se v jednotlivých letech, ale i mezi jednotlivými odrůdami mohou významně lišit. Tím je situace podobná podmínkám přímo v provozech, kde se nezbytnost použití prostředků pesticidní ochrany jako významného faktoru velmi liší a v konečném důsledku významně ovlivňuje ziskovost celého pěstování. Až víceleté srovnání přináší možnost

vyhodnotit, co bylo z pohledu konečného výsledku hospodaření nezbytné a co bylo v některých případech nadbytečné nebo naopak nedostatečné.

Materiál a metody

Polní pokusy byly založeny a v průběhu vegetace vedeny podle rozpisu uvedeného v tab. 1.

Fungicidní ochrana byla u intenzivní varianty provedena podle následujícího schématu:

<i>Datum ošetření</i>	<i>BBCH</i>	<i>Použitý fungicid</i>	<i>Použití</i>
24.4.	31 - 33	Atlas 0,1 l + Limit 0,5 l + Prosaro 0,7 l/ha	houbové choroby důraz na padlí, primární infekci braničnatkou pšeničnou a choroby pat stébel
13.5.	37 - 39	Tango Super 1,0 l/ha	listové choroby - podle počasí
30.5.	61 - 65	Zamir 1,25 + Zantara 0,6 l/ha	listové a klasové choroby – důraz na rzi, fuzária a skvrnitosti

Počet odrůd:	79	
Předplodina:	ozimá řepka	
Datum setí:	4.10.2013	Datum vzejití: 17.10.2013
Aplikace plošné:	hnojení před setím (podzim) : NPK (15:15:15) 300 kg/ha	před setím
	Karate Zeon 0,15 l/ha + 220 l vody	22.10.2013
	Cougar Forte 0,5 l + Logran 20 g/ha + 220 l vody	31.10.2013
	LAD 27% - 111 kg/ha	25.2.2014
Intenzivní varianta	DAM 390 - 200 l/ha	21.3.2014
Intenzivní varianta	DAM 390 - 150 l/ha + Retacel Extra R 68 - 1,5 l/ha	28.3.2014
Intenzivní varianta	Mikroprvky 1 l/ha + 220 l vody	3.4.2014
Intenzivní varianta	Moddus 0,3 l + hořká sůl 10 kg + Cu 5 l + Zn 5 l/ha	18.4.2014
Intenzivní varianta	Atlas 0,1 l + Limit 0,5 l + Prosaro 0,7 l/ha	24.4.2014
	Axial plus 0,6 l/ha + 220 l vody	29.4.2014
Intenzivní varianta	Tango Super 1,0 l/ha + 220 l vody	13.5.2014
Intenzivní varianta	LAD 150 kg/ha	22.5.2014
Intenzivní varianta	Zamir 1,25 + Zantara 0,6 l/ha + 220 l vody	30.5.2014
	Karate Zeon 0,15 l/ha + 220 l vody	2.6.2014

Pozn.: U varianty s nízkými vstupy nebyly použity regulátory růstu, fungicidy a produkční a kvalitativní přihnojování.

Tab. 1: Odrůdový pokus s ozimou pšenicí - základní informace

Komentář ke zvolené fungicidní ochraně:

Pro první ošetření byla sestavena kombinace z vybraných účinných látek na bázi DMI (triazolů), jejichž účinnost je v současné době stabilní a široká: epoxiconazole (původce braničnatky pšeničné - *Septoria tritici*) a prothioconazole (původce braničnatky pšeničné - *Septoria tritici* a původce stéblolamu - *Pseudocercospora herpotrichoides*). Podporou proti původci stéblolamu a další odlišnou formou ochrany proti primární infekci braničnatkou je v přípravku Limit obsažená ú.l. thiophanate-methyl. Tebuconazole v přípravku Prosaro vhodně rozšiřuje použitou sestavu triazolových látek.

Riziko rozvoje listových chorob a mezi nimi především braničnatky pšeničné bylo po značnou dobu zpomaleno díky suchému počasí a proto jsme po prvních deštích zvolili jednoduché řešení - osvědčený fungicid, kombinující výše uvedenou triazolovou látku epoxiconazole s morpholinovou složkou fenpropimorph.

Aplikace do klasů byla tentokrát zamýšlena jako klíčová, protože se dalo předpokládat, že srážkově bohaté počasí nastane až v době, kdy už aplikace nebudou možné či dříve provedené již v řadě případů nebudou účinkovat. Vytvořená kombinace Zamir 1,25 + Zantara 0,6 l/ha kumuluje 4 účinné látky ze 3 chemicky a účinnostně odlišných skupin: triazol tebuconazole ve vysoké dávce díky obsahu v obou přípravcích (klasová fuzárie a rzi), imidazolová látka prochoraz s lokálně systemickým účinkem (braničnatky a klasová fuzárie) a zástupce skupiny SDHI - bixafen, s odlišným účinkem na všechny přítomné patogenní houbové organismy.

Po sklizni byla provedena vybraná stanovení kvalitativních parametrů zrna v akreditovaných laboratořích firmy Agrotest fito, s.r.o. Vztah mezi zjištěnými výsledky a vegetačními charakteristikami byl analyzován.

Výsledky a diskuze

Číslo poklesu (FN)

Hodnoceny byly obě intenzity pěstování. Průměrná hodnota čísla poklesu pro nízkou intenzitu byla 309 s, pro vysokou intenzitu 326 s. Rozdíl 16 s v průměru čísla poklesu mezi oběma variantami lze z hlediska potravinářské kvality pšenice při těchto hodnotách považovat za nevýznamný, i když je statisticky průkazný (t-test). U 22 odrůd bylo ve vyšší intenzitě číslo poklesu nižší (v průměru o 18 s), u 56 odrůd bylo vyšší (v průměru o 30 s), u odrůdy Tosca bylo stejné (340 s). V grafu na obr. 1 jsou znázorněny difference v čísle poklesu pro 10 odrůd s největší zápornou reakcí na vyšší intenzitu a 10 odrůd s největší pozitivní reakcí. Norma pro potravinářskou pšenici požaduje číslo poklesu minimálně 220 s. Tuto hodnotu splnily všechny odrůdy s výjimkou 4 odrůd v nízké intenzitě a 3 odrůd ve vysoké intenzitě. Ani v jedné z variant nevyhovělo číslo poklesu u odrůdy Lear (stejně jako v r. 2013), Avenue (také jako v r. 2013) a KWS Santiago. Nízké číslo poklesu (průměr vysoké a nízké intenzity <220 s) měla také odrůda Skorpion. Vysoké číslo poklesu (průměr obou variant nad 300 s) mělo 56 odrůd (v roce 2013 to bylo 35 odrůd). Mezi 10 odrůd s nejvyšším číslem poklesu patřily odrůdy Patras, Genius, Rebel, Zeppelin, IS Escoria, Midas, Cubus, Messi, Bohemia a Lincoln. Průměrné hodnoty čísla poklesu jsou v letošním roce mírně vyšší než v roce 2013.

Obsah N-látek

Hodnoceny byly obě intenzity pěstování. Průměrná hodnota obsahu N-látek pro nízkou intenzitu byla 10,7 % (rozmezí od 9,2 % do 12,8 %), pro vysokou intenzitu 12,5 % (rozmezí od 10,8 % do 14,4 %). Rozdíl mezi oběma variantami je statisticky vysoce průkazný (t-test). Obsah N-látek byl při vysoké intenzitě pěstování vyšší u všech odrůd, a to v průměru o 1,8 %. Na obr. 2 jsou znázorněny reakce odrůd na různou intenzitu pěstování.

tování pro 10 odrůd s nejmenším a 10 odrůd s největším rozdílem v obsahu N-látek mezi intenzitami. Rozdíl větší než 3 % mezi intenzitami v obsahu N-látek byl u odrůd Energo (zvýšení z 11,2 % na 14,4 %) a Arktis (z 9,5 % na 12,8 %). Naopak nejmeně reagovaly na zvýšení intenzity (<1 %) odrůdy Midas (z 11,6 % na 12,1 %), Tosca (z 11,6 % na 12,4 %), Matylda (z 11,1 % na 11,9 %) a IS Agape (z 12,0 % na 12,8 %). Norma pro potravinářskou pšenici požaduje obsah N-látek min 11,5 %. Ve variantě s nízkou intenzitou tento požadavek splnilo 10 odrůd (Midas, Tosca, Bohemia, IS Agape, Bristol, Skorpion, IS Escoria a Genius). Úrovně 12 % a více v nízké intenzitě dosáhly IS Agape a Bristol (obě 12,0 %), dále Skorpion (12,3 %), Genius (12,4 %) a IS Escoria (12,8 %). Ve variantě s vysokou intenzitou požadavek min 11,5 % nesplnilo 7 odrůd, a to KWS Santiago (jakost krmná/oplatková), Sosthene (jakost A), Henrik (jakost B), Sokal (jakost E), Seladon (jakost B), Grizzly (jakost C) a Nordika. Obsah N-látek 14 % a vyšší ve variantě s vysokou intenzitou měly odrůdy Genius (14 %) a IS Escoria a Energo (obě 14,4 %). Průměrné hodnoty obsahu N-látek jsou výrazně nižší než v roce 2013 (2013: nízká intenzita průměr 13,5 %, vysoká intenzita 14,2 %).

Objemová hmotnost (OH)

Průměrná hodnota OH v nízké intenzitě byla 77,3 kg/hl, ve vysoké intenzitě 79,8 kg/hl. Rozdíl mezi variantami je statisticky průkazný (t-test). Všechny odrůdy bez výjimky reagovaly na vysokou intenzitu zvýšením objemové hmotnosti. Rozdíl mezi vysokou a nízkou intenzitou byl v průměru 2,4 kg/hl, největší rozdíl byl u odrůdy Elly (vysoká intenzita 86,7 kg/hl, nízká intenzita 78,4 kg/hl), nejmenší u odrůd Citrus (79,3 vs. 78,4 kg/hl) a Genius (80,6 vs. 79,6 kg/hl). Rozdíly mezi intenzitami jsou znázorněny na obr. 3 pro 10 odrůd s nejmenší a 10 odrůd s nejvýraznější reakcí. Norma pro potravinářskou pšenici požaduje OH min 76 kg/hl. Ve variantě pěstování při nízké intenzitě mělo OH menší, než požaduje norma 17 odrůd. Velmi nízkou OH (menší než 75 kg/hl) měly v této variantě odrůdy Santiago, Princeps, Skorpion, Vanessa, Avenue a Lear. Těchto 6 odrůd mělo také nejnížší OH při hodnocení průměru pro vysokou a nízkou intenzitu. Ve variantě pěstování při vysoké intenzitě měly OH menší, než požaduje norma (76,0 kg/hl) odrůdy Santiago, Skorpion a na hranici (76,0 kg/hl) byla odrůda Lear. Nejvyšší OH dosáhla odrůda Elly (ve vysoké intenzitě 86,7 kg/hl), vysokou OH měly dále odrůdy Cimrmanova raná (83,6 kg/hl), Bernstein a Forhand (obě 82,4 kg/hl) a Energo (82,0 kg/hl). Těchto 5 odrůd mělo také nejvyšší OH při hodnocení průměru pro vysokou a nízkou intenzitu. Objemová hmotnost zdaleka nedosahovala hodnot ze stejného pokusu v roce 2013, kdy byla průměrná hodnota OH v nízké intenzitě 81,6 kg/hl, ve vysoké intenzitě 83,0 kg/hl.

HTZ

V průměru pro všechny odrůdy byla hodnota HTZ o něco nižší pro vyšší intenzitu pěstování (48,81 g) než pro nižší intenzitu (49,12 g), rozdíl není statisticky průkazný. U 34 odrůd byla HTZ při vyšší intenzitě vyšší (největší rozdíl u odrůd Skorpion +9,95 g, SMH 166 +5,03 g a Fakir +3,55 g), u 44 odrůd byla nižší (největší rozdíl u odrůd Tulsa -8,88 g, Grizzly -6,08 g a Arktis -3,86 g) (obr.4). U odrůdy Baletka byla HTZ v obou variantách shodná. Odrůdou s nejvyšší HTZ při pěstování ve vysoké intenzitě byla odrůda SMH 166 (59,87 g, pšenice tvrdá), dále Skorpion (58,31 g, pšenice s modrou barvou zrna), JB Asano (57,26 g) a Bohemia (55,23 g). Nejvyšší HTZ při pěstování při nízké intenzitě

měly odrůdy Patras (56,46 g), JB Asano (56,34 g), Bohemia (55,99 g), SMH 166 (54,84 g) a Messi (54,46 g). Úroveň hodnot HTZ byla v letošním roce vyšší, než v roce 2013, kdy ve variantě s nízkou intenzitou byl průměr pro všechny odrůdy 42,04 g, ve variantě s vysokou intenzitou 45,75 g.

Vztah mezi výnosem a kvalitou

Pro jednotlivé intenzity pěstování se projevil slabě negativní vztah mezi výnosem a obsahem N-látek (obr.5). Zvýšení intenzity pěstování se projevilo pozitivně zvýšením výnosu i zvýšením obsahu N-látek a objemové hmotnosti. S vyšším výnosem naopak záporně korelovala HTZ, což ukazuje na zvýšení počtu zrn z plochy. Při vyšší intenzitě pěstování HTZ slabě záporně korelovala s počtem klasů na plochu, tzn. nižší HTZ při vyšším počtu klasů.

Obsah DON

Na obsah DON bylo analyzováno všech 79 odrůd pšenice, a to ve variantě bez ošetření fungicidy (tj. nízká intenzita pěstování). Úroveň obsahu DON byla obecně velmi nízká, 44 odrůd mělo negativní obsah DON (tj. DON <20 µg/kg). V roce 2013 to byly pouze 3 odrůdy ze 77 (Žura, Evina, Akteur). Také zjištěná maximální hodnota obsahu DON je v letošním roce mnohem nižší: zatímco v roce 2013 byl zjištěn nejvyšší obsah DON ve výši 3108 µg/kg (odrůda Komnata – pšenice tvrdá *Triticum durum*) a 3 odrůdy měly obsah DON vyšší než 1000 µg/kg (Komnata, Skorpion, Pannonia NS), v letošním roce byla maximální zjištěná hodnota 339 µg/kg (Skorpion - odrůda pšenice s modrou barvou zrna). Druhý nejvyšší obsah DON v letošním roce měla odrůda SMH 166 (pšenice tvrdá *Triticum durum*) - 228 µg/kg, třetí odrůda Tobak - 115 µg/kg. Mezi 44 odrůdami s negativním (<20 µg/kg) obsahem DON byly jak odrůdy, uváděné v Seznamu doporučených odrůd (ÚKZÚZ, 2014) jako méně náchylné (např. Cimrmanova raná, Dagmar, Turandot, Baletka, Evina), ale také odrůdy uváděné jako náchylné (Elan, Zeppelin, Matylda, Lavantus, Patras, Chevalier, Mulan, Brokat, Henrik, Etana) nebo dokonce velmi náchylné (Matchball, Vanessa).

(recenzováno)

Poděkování

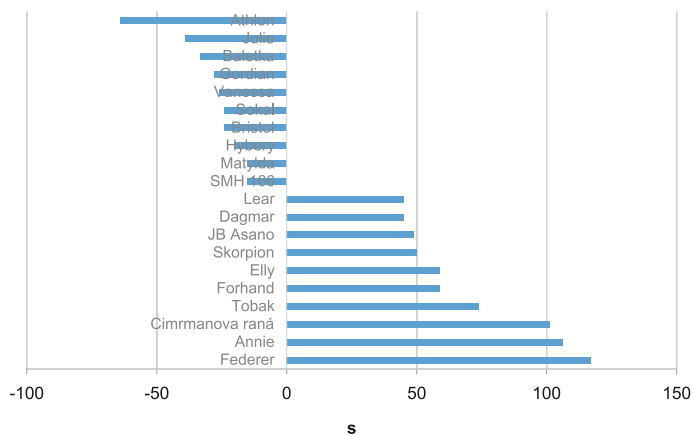
Příspěvek byl vypracován s podporou projektu MZe ČR č. QI111B044 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211.

Kontaktní adresa:

tvaruzek@vukrom.cz

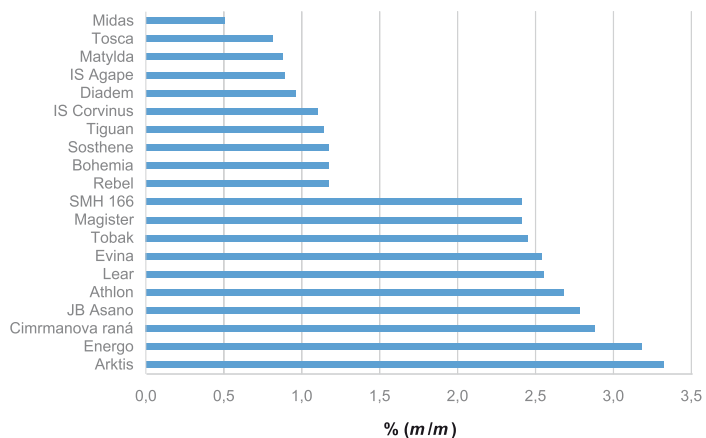


Rozdíl mezi vysokou a nízkou intenzitou v čísle poklesu

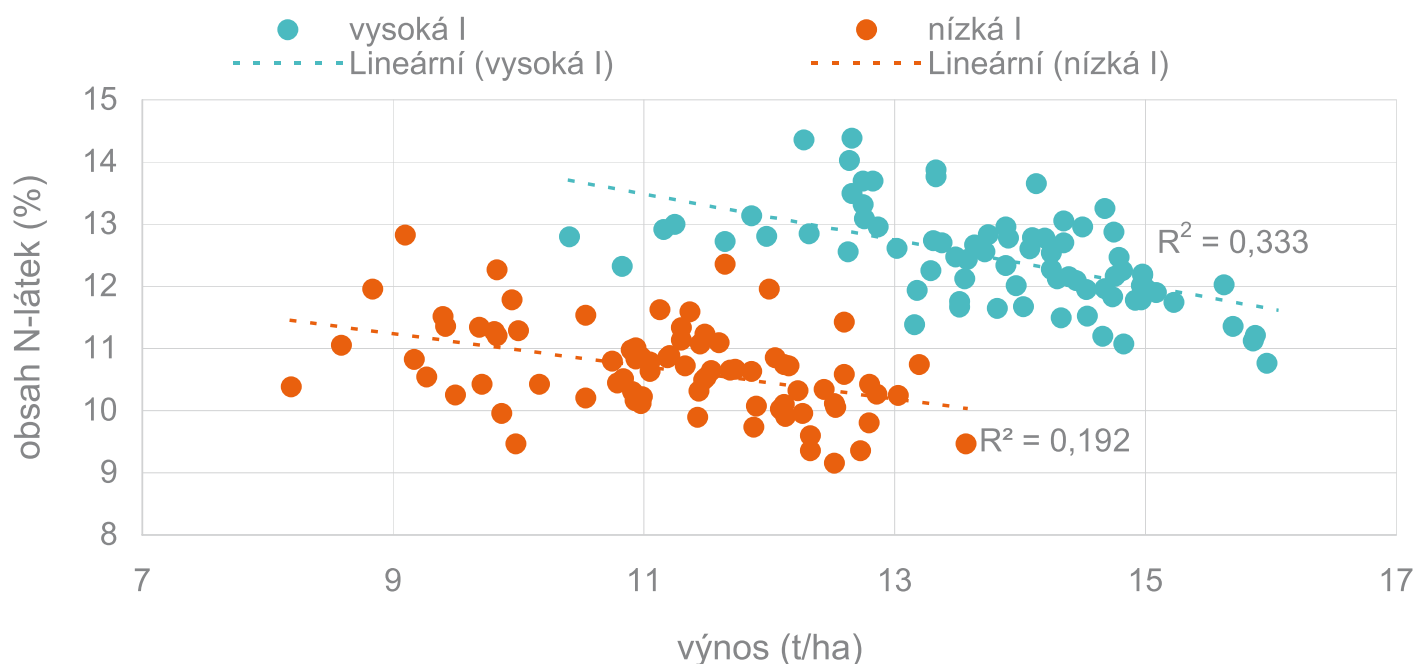


Obr. 1

Rozdíl mezi vysokou a nízkou intenzitou v N-látkách

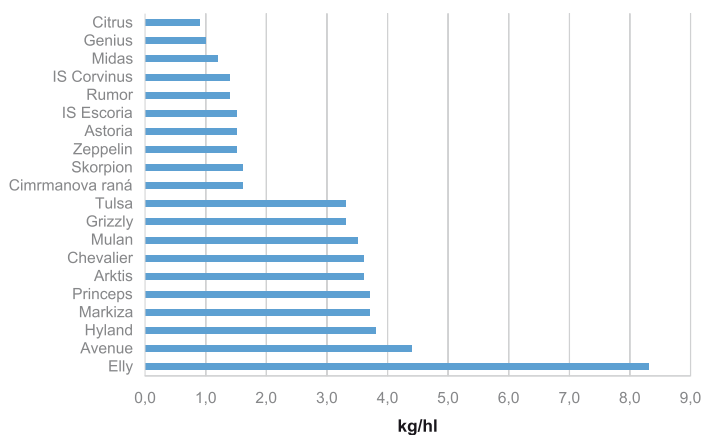


Obr. 2



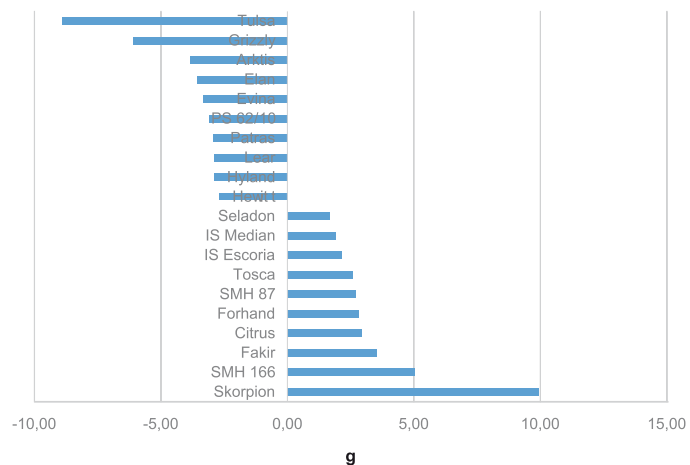
Obr. 5: Vztah mezi výnosem a obsahem N-látek pro vysokou a nízkou intenzitu pěstování

Rozdíl mezi vysokou a nízkou intenzitou v objemové hmotnosti



Obr. 3

Rozdíl mezi vysokou a nízkou intenzitou v HTZ



Obr. 4