

MYKOFLÓRA ZRN JEČMENE JARNÍHO SE ZAMĚŘENÍM NA DRUHY R. *FUSARIUM*

I. Šafránková, J. Marková, K. Vejražka, J. Hübschová, J. Ehrenbergerová, K. Vaculová

Došlo: 27. listopadu 2006

Abstract

ŠAFRÁNKOVÁ, I., MARKOVÁ, J., VEJRAŽKA, K., HÜBSCHOVÁ, J., EHRENBARGEROVÁ, J., VACULOVÁ, K.: *Mycoflora of the spring barley grains especially Fusarium spp.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2007, LV, No. 1, pp. 165–172

Infestation of the barley grains by pathogens (fungi of the genus *Fusarium*) was studied on malting barley from Kroměříž and Žabčice in the Czech Republic. Most frequent species in year 2005 was: *Alternaria*, *Cladosporium* and *Fusarium*. Most frequent species of *Fusarium* were *F. culmorum*, *F. graminearum* and *F. avenaceum*. A statistically significant difference was discovered when we compared the number of fusarium-attacked ears of the untreated variants of both localities (higher attack in Žabčice).

mycopathogen, barley, *Fusarium* spp.

Kvalita sladovnického ječmene je výrazně ovlivňována agroenvironmentálními faktory, především mikroklimatickými podmínkami stanoviště a ročníkem, což se odráží i ve složení populace mykoflóry zrn a intenzitě napadení (Roháčik, Hudec; 2006). Deštné počasí během vegetace či srážky během sklizně mohou vést ke zvýšené kontaminaci zrn a následně i ovlivnění kvality sladu. Některé druhy hub jsou schopny v průběhu sladování zvyšovat svoji četnost i aktivitu, zejména produkci mykotoxinů. Mezi významné patogeny zrna ječmene a současně i producenty mykotoxinů patří např. některé druhy rodu *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* aj.

Složení mikrobiální populace – bakterie, kvasinky a vláknité mikromycety – kolísá v závislosti na klimatických/stresových podmínkách (Ackerman, 1998; Rabie a Lubben, 1993). Zrna bez populací patogenů se objevují jen výjimečně (Van Nierop et al., 2006).

Cílem práce bylo stanovení druhového spektra patogenů na zrnu odrůd a linií sladovnického ječmene jarního ze dvou lokalit při různém způsobu ošetření a hnojení, se zaměřením na producenty mykotoxinů, tj. houby rodu *Fusarium*.

MATERIÁL A METODIKA

Pro pokusy na lokalitách Žabčice a Kroměříž byly vybrány pluchaté sladovnické odrůdy jarního ječmene – Amulet, Bojos, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian, Tolar, bezpluchá odrůda Merlin a bezpluché linie KM 1057, KM 1910, KM 2084, KM 2283 a zvoleny varianty chemicky neošetřené (N), nehnojené minerálními hnojivy (NH) a varianty chemicky ošetřené (O) proti houbovým chorobám (Cerelux Plus, Horizon 250 EW, Mirage 45 EC) a hnojené minerálními hnojivy (Žabčice-H).

K vyhodnocení mykoflóry zrn ječmene bylo z 1 kg sklizňových vzorků odebráno 2 × 50 zrn (varianta se zrny povrchově dezinfikovanými – 5% chlornan sodný, 3 min., opláchnuta sterilní destilovanou vodou – a nedezinfikovanými). Do PM (ø 90 mm) s PDA (bramboro-dextrózový agar) bylo umístěno 10 zrn (5×10). PM byly umístěny v laboratoři při střídání světla a tmy (12/12 hod) a t 20–23 °C. Identifikace patogenů byla prováděna 4. a 7. den dle klíčů Watanabe (2001), Gravesen et al. (1994) a Samson et al. (1996). Pokud nedošlo k vytvoření orgánů nezbytných pro identifikaci patogenu, bylo sterilní myce-

lium přeočkováno na živné půdy (PDA, MA) a umístěno pod UV lampy. K identifikaci fusarií byly použity půdy PDA, MA a Komadovo medium. K determinaci fusarií byly použity klíče Booth (1971), Gerlach a Nierenberg (1982).

K vyhodnocení napadení zrn jednotlivých odrůd ječmene houbami rodu *Fusarium* byla použita metoda rolád. Z 1 kg sklizňových vzorků každé odrůdy ječmene jarního bylo odebráno 3×100 zrn. Povrchově dezinfikovaná zrna (5% hypochlorid sodný, 3×180 s), následně propláchnuta sterilní destilovanou vodou a osušena mezi dvěma vrstvami sterilního filtračního papíru. Zrna byla fixována škrobnatým přírodním vodním lepidlem na pás filtračního papíru ($120 \times 150 \times 600$ mm) a překryta proužkem filtračního papíru (20×600 mm). Filtrační papíry podložené fólií PVC byly smotány do rolád, které byly vertikálně umístěny do kontejneru s vodním roztokem 50 ppm iprodione tak, aby docházelo k plynulému vztlínání roztoku ke klíčovým zrnům. Po šesti dnech inkubace v laboratorních podmínkách (t 21–23 °C, 12/12 hod.) byl hodnocen počet kolonií fusarií prorůstajících z jednotlivých zrn. Z infikovaných zrn byly odebrány vzorky mycelia k identifikaci na živné půdě stejně jako u předchozí metody.

Ke statistickému hodnocení byl použit program UNISTAT (jednofaktorová a dvoufaktorová analýza variance).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Mykoflóra zrn ječmene jarního

Zrno ječmene jarního bylo infikováno mnoha patogenními mikroorganismy – kvasinkami, bakteriemi a vláknitými mikromycety. Z celkového počtu izolátů, tj. 5573 patogenů, byla 1/3 (40,64 %) izolována z povrchově dezinfikovaných zrn, 2/3 (59,36 %) z povrchově nedezinfikovaných. Většinu patogenů tvořily houby (ř. Fungi). Kontaminace vzorků zrna ječmene bakteriemi a kvasinkami byla velmi nízká (0,47–3,41 %). Podobně Van Nierop et al. uvádějí podíl bakterií a kvasinek na celkové mykoflóře zrna velmi nízký 1–0,1 %.

Při mikroskopické analýze bylo z 35 různých patogenů 23 druhů hub z 15 rodů. Některé druhy hub patří k parazitům (*Fusarium* spp., *Alternaria* spp.), ale většina druhů jsou typičtí saprofyti (*Mucor hiemalis*, *Penicillium* spp., *Trichothecium roseum*). Posledně uvedené druhy mohou výrazně snížit kvalitu zrn, pokud jsou uskladněna v nevhodném prostředí. Nejčastěji izolovanými druhy byly houby rodu *Alternaria* (2488×) a *Fusarium* (1192×), ze saprofytů *Cladosporium* (254×) a *Trichothecium roseum* (191×).

Patogeny, které se vyskytují ve skladištích, kontaminují zrno buď během sklizně nebo až po sklizni,

např. *Aspergillus* spp. a *Penicillium* spp., jejichž konidie jsou přítomny ve vzduchu. Způsob a podmínky během sklizně, transport a uskladnění determinují stupeň osídlení zrna při uskladnění. Aspergily jsou schopny se přizpůsobit podmínkám bez volné vody a mohou se rozrůstat i při nižší vzdušné vlhkosti 70 % (Dube, 1990). V našich vzorcích osídlení zrn aspergily nepřesáhlo 1 % (max. 0,63 %).

Aspergily sice představují velmi významný problém, zejména v tropických oblastech, ale mnohem častěji se vyskytuje *Penicillium* spp. (Dube, 1990). Přítomnost penicilií na zru ječmene není dána geografickými oblastmi, ale limitujícími faktory jsou způsob pěstování a způsob uskladnění, kvalita a vlhkost zrna. Penicilia jsou často izolována na zru uskladněném za vyšší vlhkosti a nižší teploty. V našem případě kontaminace sledovaných vzorků zrna ječmene penicilií nepřesáhla 6,5 %.

Podobně jako *Penicillium* spp. mohou infikovat zrna s vyšší vlhkostí před nebo během uskladnění také druhy rodu *Rhizopus* a *Mucor* (Sauer et al., 1992). Kontaminace zrn druhy r. *Rhizopus* nedosáhla ani 0,5 % ze všech izolovaných patogenů. Z celkového počtu izolátů (5573) byly druhy r. *Mucor* získány pouze 87×, z nichž 80 % se vyskytovalo na povrchově nedezinfikovaných zrnech.

Ze zrn uskladněných za nevhodných podmínkách mohou být izolovány četné méně významné druhy. Lacey et al. (1980) izolovali ze zrn pšenice a ječmene uskladněných v nevhodných zařízeních 65 druhů hub, avšak jako významné byly indikovány pouze druhy r. *Aspergillus*, *Penicillium* a *Alternaria*.

Výsledky našich pokusů korespondují s výsledky autorů zabývajících mykoflorou zrn ječmene (Flannigan, 1996; Gyllang et al., 1981 aj.). Aktas (1999) zaznamenal na zru ječmene 23 druhů hub, přičemž nejčastěji izolovaným druhem byla *Alternaria alternata*. Ostatní druhy, kromě sněti *U. nuda*, která byla nalezena na 44 % z 199 vzorků, se vyskytovaly jen zřídka. Young a Loughman (2001) identifikovali 19 druhů hub na zru ječmene s 84% zastoupením *A. alternata*, často se vyskytovaly *A. infectoria*, *Stemphylium botryosum*, *Ulocladium atrum* a *U. chartatum*. Výjimečně byly detekovány houby rodu *Fusarium*, *Aspergillus* a *Cladosporium*.

Přítomnost fusarií na zru ječmene byla zaznamenána u 24,14 % vzorků (796×) zrn povrchově nedezinfikovaných, u dezinfikovaných 17,33 % (382×). Zvýšená pozornost byla věnována producentům mykotoxinů, zejména houbám rodu *Fusarium*, nejčastěji *F. culmorum*, *F. avenaceum* a *F. graminearum*. V našich pokusech bylo nejčastěji izolovaným druhem *F. culmorum* (46 % a 30 %). Hýsek et al. (1999) uvádějí jako nejčastěji izolované druhy r. *Fusarium* v České republice *F. culmorum* (70 %) a *F. poae* (20 %). Nejčastější výskyt *Fusarium culmorum* na obilkách ječ-

I: Patogeny izolované ze zrn ječmene jarního

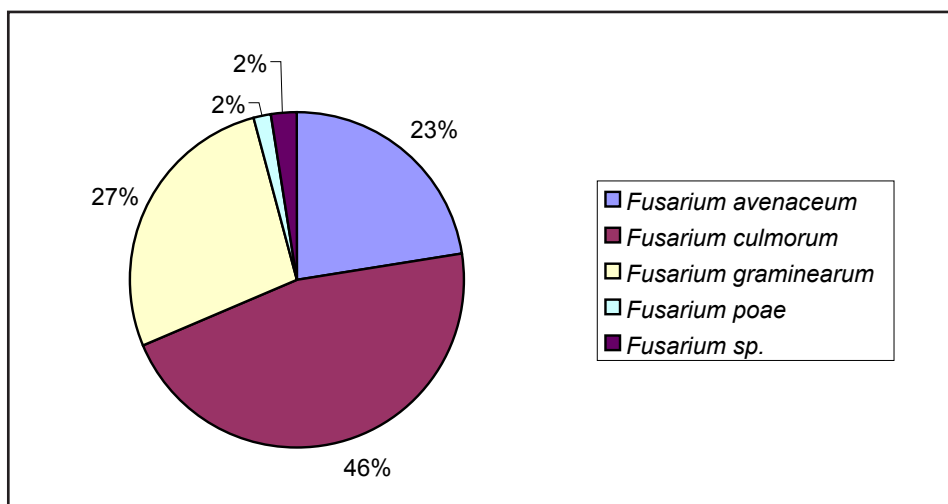
druh patogenu	zrna povrchově			
	nedezinfikovaná		dezinfikovaná	
	%	počet izolátů	%	počet izolátů
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	0,04	2	0,02	1
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	0,29	16	0,27	15
<i>Aspergillus ochraceus</i> G. Wilh.	0,11	6	0,02	1
<i>Aspergillus</i> sp.	0,38	21	0,11	6
<i>Alternaria tenuis</i> Ness.	23,90	1332	17,19	958
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	0,27	15	0,36	20
<i>Alternaria</i> sp.	1,17	65	1,04	58
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	1,61	90	1,11	62
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	0,31	17	0,84	19
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	0,54	30	0,34	19
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	1,47	82	2,21	123
<i>Cochliobolus sativus</i> (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur	1,92	107	1,33	74
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	0,54	30	0,38	21
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	3,23	180	1,58	88
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	6,59	367	2,06	115
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	3,93	219	2,46	137
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	0,25	14	0,47	26
<i>Fusarium</i> sp.	0,34	19	0,29	16
<i>Gonatobotryum fuscum</i> (Sacc.) Sacc.	0,32	18	0,36	20
<i>Mucor mucedo</i> Fresen.	0,09	5	0,05	3
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer.	0,38	21	0,20	11
<i>Mucor</i> sp.	0,20	11	0,07	4
<i>Penicillium</i> sp. 1	1,53	85	1,29	72
<i>Penicillium</i> sp. 2	0,92	51	0,38	21
<i>Penicillium</i> sp.	1,42	79	1,18	66
<i>Rhizopus niger</i> (Ciagl. & Hewelke) Gedoelst	0,43	24	0,23	13
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	0,32	18	0,25	14
<i>Rhizopus</i> sp.	0,00	0	0,32	18
<i>Trichoderma viridae</i> Pers.	0,27	15	0,13	7
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	0,16	9	0,13	7
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	2,46	137	0,97	54
nesporulující mycelium	0,04	2	0,00	0
aktinomycety	0,00	0	0,05	3
bakterie	3,19	178	2,28	127
kvasinky	0,79	44	0,47	26

mene zaznamenal i Richardson (1979). Jako další druhy uvádí *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. nivale* a *F. poae*. V našich pokusech bylo infikováno *F. poae* jen 7 % povrchově nedezinfikovaných zrn, resp. 2 %

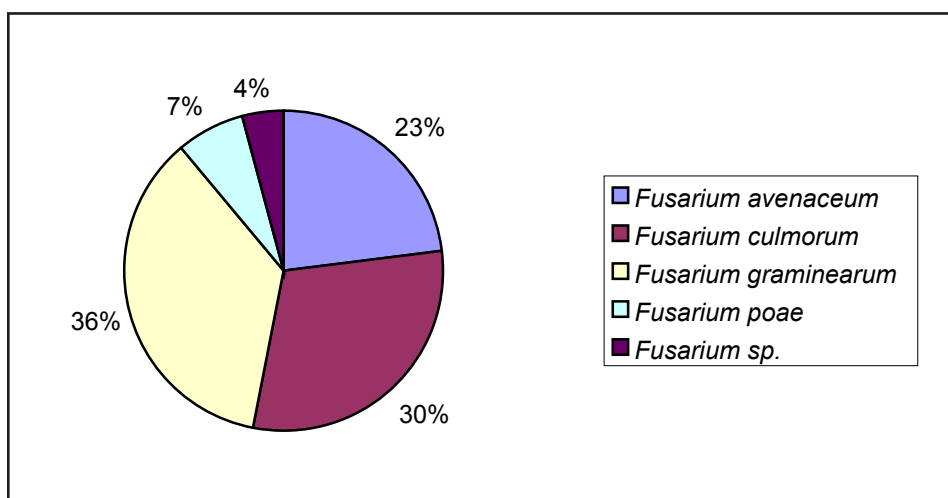
dezinfikovaných zrn z celkového počtu fusarií. Naopak bylo zaznamenáno vyšší zastoupení *F. graminearum* a *F. avenaceum*. Většina druhů hub, včetně fusarií *F. graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. sporotricho-*

ides (Salas et al., 1997), *F. culmorum*, *F. moniliforme* a *F. nivale* (Richardson, 1979) infikuje klasy a zrno již na poli. V severní části Evropy převažují druhy *F. avenaceum*, *F. culmorum* a *F. poae* a *F. tricinctum* (Elen et al. 1997, Kosiak et al. 1997), v jižních oblastech *F. gra-*

minearum a *F. moniliforme* (Jurković, Kosić; 1997). Fusariózy klasů byly zaznamenány v Rusku (Schipilova, Gagkaeva; 1997), Indii (Paramjit et al., 1997), Mexiku (Gilchrist et al., 1997) Polsku (Wisniewska et al., 1997), České republice (Hýsek et al., 1999).



1: Podíl jednotlivých druhů fusarií na kontaminaci povrchově nedezinfikovaných zrn ječmene



2: Podíl jednotlivých druhů fusarií na kontaminaci povrchově dezinfikovaných zrn ječmene

Pro stanovení ochranných opatření zrn určených k uskladnění jsou významné způsob a doba osídlení patogeny. Obecně uváděný předpoklad, že vlhké počasí před sklizní podporuje osídlení zrn skladištními patogeny, vyvracejí Tuite a Christensen (1955), kteří na povrchově sterilizovaných zrnech ječmene sbíraných na poli během vlhké a deštivé sezony nenašli skladištní patogeny. Sauer et al. (1992) potvrzují, že houby způsobující poškození zrna ve skladech významně neosídlují zrno před sklizní. Největší

podíl patogenů tvoří houby, s nimiž je často spojována kvalita produkce. Nejčastěji jsou zastoupeny druhy r. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* a *Penicillium*.

Hodnocení napadení zrn ječmene houbami r. *Fusarium* – metoda rolád

Na základě výsledků jednofaktorové analýzy při hodnocení počtu zrn napadených houbami r. *Fusa-*

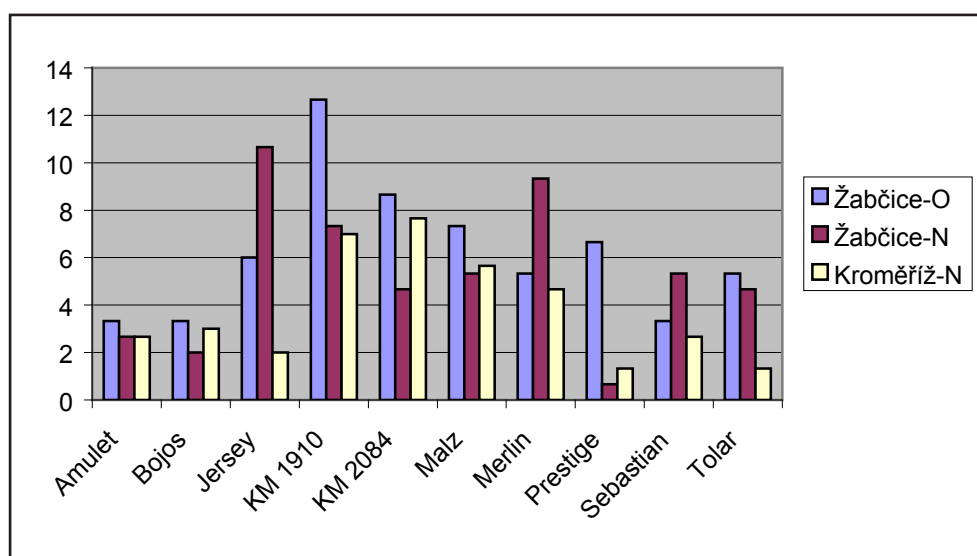
rium nebyl mezi odrůdami na lokalitách Kroměříž-N a Žabčice-O statisticky průkazný rozdíl. Naopak průkazný rozdíl byl zjištěn v napadení zrn jednotlivými druhy fusarií, a to na lokalitě Kroměříž-N mezi *F. culmorum* a ostatními druhy fusarií, na lokalitě Žabčice-O *F. poae*, *F. culmorum*, a na lokalitě Žabčice-N mezi *F. avenaceum*, *F. graminearum* a ostatními druhy fusarií.

Při využití dvoufaktorové analýzy variance při srovnání počtu napadených zrn houbami r. *Fusarium* byl zjištěn průkazný rozdíl mezi neošetřenými variantami lokalit Kroměříž a Žabčice, přičemž průkazně

vyšší počet napadených zrn a výskyt jednotlivých druhů fusarií (kromě *F. avenaceum*) byl zaznamenán na lokalitě Žabčice-N.

V rámci jedné lokality – Žabčice, nebyl mezi ošetřenými a neošetřenými variantami zjištěn statisticky průkazný rozdíl v počtu napadených zrn, mezi odrůdami a jednotlivými druhy r. *Fusarium*.

Předpokládáme, že nízká průkaznost byla způsobena velmi slabým napadením zrn houbami r. *Fusarium* a velkým rozptylem napadených zrn v jednotlivých opakováních.



3: Napadení odrůd ječmene jarního houbami r. *Fusarium* (%) v r. 2005

Hodnocení napadení zrn ječmene – na živné půdě v PM

Při hodnocení napadení zrn ječmene houbami r. *Fusarium* na BSA byly stávající varianty rozšířeny o další dvě, tj. zrna povrchově dezinfikovaná a nedezinfikovaná.

Při srovnání počtu zrn napadených fusarií z neošetřených nedezinfikovaných variant z obou lokalit byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl (vyšší napadení Žabčice); mezi povrchově dezinfikovanými variantami nebyl průkazný rozdíl. Nejméně byla napadena odrůda KM 2084, nejvíce Malz a Prestige. Mezi chemicky neošetřenými a povrchově dezinfikovanými variantami obou lokalit nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Na lokalitě Žabčice bylo průkazně vyšší napadení *F. avenaceum* a *F. poae*, na lokalitě Kroměříž *F. culmorum*.

Při hodnocení počtu zrn napadených fusarií z povr-

chově nedezinfikovaných zrn z chemicky ošetřených a neošetřených variant na lokalitě Žabčice byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl, přičemž se projevilo vyšší napadení zrn *F. culmorum* u chemicky ošetřených variant a u neošetřené varianty *F. avenaceum*. Nejvíce byla napadena odrůda Tolar, nejméně KM 1910. V počtu napadených zrn nebyl zjištěn mezi odrůdami statisticky průkazný rozdíl. Při sledování výskytu jednotlivých druhů r. *Fusarium* byl stanoven statisticky průkazný rozdíl mezi *F. avenaceum* a ostatními druhy fusarií, přičemž nejméně byly napadeny odrůdy KM 1910, KM 2283, KM 2284, Bojos a Jersey, nejvíce odrůda Sebastian.

V roce 2005 bylo průměrné napadení zrn ječmene jarního fusarií nízké. Napadení zrn ječmene fusarií je celosvětový problém, který kromě výnosových a kvalitativních ztrát nese i nebezpečí výskytu mykotoxinů.

SOUHRN

Cílem práce bylo stanovení mykoflóry zrn ječmene jarního a zastoupení jednotlivých druhů fusarií u sedmi pluchatých sladovnických odrůd, bezpluché odrůdy Merlin a čtyř bezpluchých linií pěstovaných ve dvou lokalitách v r. 2005. Z celkového počtu izolátů, tj. 5573 patogenů, byla 1/3 (40,64 %) izolována z povrchově dezinfikovaných zrn, 2/3 (59,36 %) z povrchově nedezinfikovaných. Většinu patogenů tvořily druhy ř. Fungi. Kontaminace vzorků zrna ječmene bakteriemi a kvasinkami byla velmi nízká (0,47–3,41 %). K vyhodnocení byla použita metoda rolád a pěstování na živné půdě. Při mikroskopické analýze bylo z 35 různých patogenů 23 druhů hub z 15 rodů. Nejvíce byly zastoupeny druhy r. *Alternaria*, *Cladosporium* a *Fusarium*. Bylo hodnoceno napadení zrn fusarií a zastoupení jednotlivých druhů. Nejčastěji izolovaným druhem je *F. culmorum*. Přirozená infekce ječmene houbami r. *Fusarium* byla nízká. Ke statistickému hodnocení byl použit program UNISTAT (jednofaktorová a dvoufaktorializovaná analýza variance).

mykoflora zrn ječmene, *Fusarium* spp.

Výzkum byl proveden jako součást řešení projektu 1M0570 Výzkumného centra pro studium obsahových látek ječmene a chmele.

LITERATURA

- ACKERMANN, A.: Mycoflora of South African barley and malt. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 1998, 56: 169–176.
- AKTAS, H.: Determination of the fungal flora of barley seeds and their sensitivities against *Drechslera sorokiniana*, Sacc. Subram. and Jain. 705–710. In: Proceeding of symposium on 'the problems and solutions of cereals cultivation in Central Anatolia', ed. H. Ekiz, 8–11 June 1999, Konya, Turkey, Gurcan Offset Printhouse.
- BOOTH, C.: *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey (UK) 1971: 237 s.
- DUBE, D. C.: *An introduction to fungi*. Vikas publishing house Pvt Ltd., 1990: 608 s.
- ELEN, O., LANGSETH, W., LIU, W., HAUG, G., SKINNES, H., GULLORD, M., SUNDHEIM, L.: The content of deoxynivalenol and occurrence of *Fusarium* spp. in cereal from field trials in Norway. In: Mesterházy A. (Ed.): Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September, 1997; Cereal Research Communications, 25(3/2): 585–586.
- FLANNIGAN, H.: The microflora of barley and malt. In: *Brewing Microbiology*. 2nd ed., F. G. Priest and I. Campbell, Eds. Chapman and Hall, London. 1996: 83–125.
- GERLACH, W., NIERENBERG, H.: *The Genus Fusarium – a Pictorial Atlas*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. 1982, Heft 209.
- GILCHRIST L., VIVAR, H., FRANCO, J., CROSSA, J.: Comparing *Fusarium graminearum* infection period in wheat and barley. In: Mesterházy, A. (Ed.) Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September, 1997; Cereal Research Communications, 25(3/2): 739–740.
- GRAVESEN, S., FRISVALD, J. C., SAMSON R. A.: *Microfungi*. Munksgaard. Copenhagen. 1994: 168 s.
- GYLLANG, H., KJELLEN, K., HAIKARA, A., SIGSGAARD, P.: Evaluation of fungal contaminations on barley and malt. *J. Inst. Brew.* 1981, 87: 248–25.
- HÝSEK, J., VÁŇOVÁ, M., HAJŠLOVÁ J., RADOVÁ Z., KOUTECKÁ J., TVARŮŽEK L.: Fusarioses of barley with Emphasis on the Content of Trichothecenes. *Plant. Protection Science*, 1999, 36(5): 96–102.
- JURKOVIČ, D., KOSIĆ, J.: Influence of *Fusarium* species on wheat seed Germination. In: Mesterházy A. (Ed.): Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September, 1997; Cereal Research Communications, 25(3/2): 761–762.
- KOSIAK, B., TORP, M., THRANE, U.: The occurrence of *Fusarium* spp. in Norwegian grain – A survey. In: Mesterházy A. (Ed.): Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September, 1997: 595–596.
- LACEY, J. HILL, S. T., EDWARDS, M. A.: Microorganisms in stored grains – Their enumeration and significance. *Trop. Stored. prod. Inf.* 1980, 39: 19–33.
- PARAMJIT, S. B., KUMAR, V., AUJLA, S. S.: Current status of research on *Fusarium* head scab of wheat in India. In: Mesterházy A. (Ed.): Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September, 1997; Cereal Research Communications, 25(3/2): 795–796.

- RABIE, C. J., LUBBEN, A.: The mycoflora of South African barley and barley malt. *Proc. Conv. Inst. Brew. Central South African Sect.* 1993, 4: 55–73.
- RICHARDSON, M. J.: *An annotated list of seed-borne diseases*. CAB, 1979: 320 s.
- ROHÁČIK, T., HUDEC, K.: Vplyv vybraných faktorov na napadnutie zrn jačmeňa jarného mikroskopickými hubami. Sborník abstraktů XVII. česká a slovenská konference o ochraně rostlin. 12.–14. září 2006, Praha: 267–8.
- SAMSON, R. A., HOEKSTRA, E. S., FRISVAD, J. C., FILTENBORG, O.: *Introduction to food-borne fungi*. 5th ed. Baarn, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures. 1996: 322 s.
- SALAS, B., STEFFENSON, B. J., CASPER, H. H., TACKE, B., PROM, L. K., FETCH, JR. T. G., SCHWARZ, P. B.: *Fusarium* species pathogenic to barley and their associated mycotoxins. In: Mesterházy, A. (Ed.): *Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September* Cereal Research Communications, 1997, 25(3/1): 483–487.
- SAUER, D. B., MERONUCK, R. A., CHRISTENSEN, C. M.: Microflora. In: *Storage of grains and their products*, Sauer, D. B. ed., American Association of Cereal Chemists, 1992: 313–340.
- SCHIPILOVA, N. P., GAGKAEVA, T. Y.: The forms of manifestation of *Fusarium* head blight on the seeds and heads of cereal crops. In: Mesterházy, A. (Ed.): *Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September*, Cereal Research Communications, 1997, 25(3/2): 815–816.
- TUITE, J. F., CHRISTIENSEN, C. M.: Grain storage studies, XVI: Influence of temperature conditions upon the fungus flora of barley seed. *Cereal Chem.*, 1955, 32: 1–11.
- VAN NIEROP, S. N. E., RAUTENBACH, M., AXCELL, B. C., CANTRELL, I. C.: The Impact of Microorganisms on Barley and Malt Quality. *The Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 2006, 62(2): 69–78.
- WATANABE, T.: *Pictorial atlas of Soil and Seed Fungi*. 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, 2001: 686 s.
- WISNIEWSKA, H., ADAMSKI, T., CHELKOWSKI, J., SURMA, M.: Susceptibility of two and six rowed barley DH lines to *Fusarium* head blight. In: Mesterházy A. (Ed.): *Proceedings of the 5th European Seminar, Szeged, Hungary, 26 August–5 September*, 1997; Cereal Research Communications 25(3/2): 833.
- YOUNG, K., LOUGHMAN, R.: Fungal associations with weather stained barley in Western Australia. In: *Proceedings of the 10th Australia Barley Technical Symposium*, 16–20 September 2001. Canberra, ACT, Australia.

Adresa

Ing. Ivana Šafránková, Ph.D., Ing. Jaroslava Marková, Ing. Karel Vejražka, Bc. Ing. Jana Hübschová, Prof. Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc., Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, Ing. Kateřina Vaculová, CSc., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika

