

## Mykoflóra zrn sladovnických odrůd a linií ječmene jarního na lokalitách Kroměříž a Žabčice

### *Seed mycoflora of malting varieties and lines of spring barley in localities Kroměříž and Žabčice*

IVANA ŠAFRÁNKOVÁ, JAROSLAVA MARKOVÁ, MARTIN KMOCH

Mendelova univerzita v Brně, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno / Mendel University in Brno, Institute of Plant Growing, Breeding and Protection, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic  
e-mail: safran@mendelu.cz

**Šafránková, I. – Marková, M. – Kmoč, M.: Mykoflóra zrn sladovnických odrůd a linií ječmene jarního na lokalitách Kroměříž a Žabčice.** Kvasny Prum. 56, 2010, č. 3, s. 138–144.

Pro stanovení ochranných opatření pro zrna určené k uskladnění je nutné znát způsob a dobu osídlení jednotlivými patogeny. Největší podíl mikroorganismů tvoří houby, s nimiž je často spojována kvalita produkce. Nejčastěji zaznamenanými druhy na zrna ječmene byly houby r. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* a *Penicillium*. Současná fungicidní ochrana není zárukou dostatečně účinné ochrany proti infekci klasů a zrn houbami r. *Fusarium*. K nejúčinnějším fungicidům proti napadení klasů fusárií patří přípravky obsahující účinné látky ze skupiny DMI-fungicidů (inhibice demethylace sterolů), avšak je třeba stanovit vhodný termín aplikace, tj. období maximálního nebezpečí infekce. Cílená ochrana proti fusariózám zrna se neprovádí (nerozlišuje se napadení klasů a zrna, a také z hygienických důvodů), i když infekce zrna fusárií může nastat i později (po kvetení). Přesné korelace mezi výskytem fusárií a produkcí mykotoxinů nejsou známy, stejně jako mechanismus působení fungicidů na produkci mykotoxinů. Protikladné informace potvrzují složitost problému a utvrzují v přesvědčení, že ochranná opatření je třeba provádět komplexně, tj. od předplodiny, orby, agrotechniky, rezistentních odrůd až po chemickou ochranu, včasnou sklizeň a uskladnění úrody.

**Šafránková, I. – Marková, M. – Kmoč, M.: Seed mycoflora of malting varieties and lines of spring barley in localities Kroměříž and Žabčice.** Kvasny Prum. 56, 2010, No. 3, p. 138–144.

Determination of protective measures for grain destined for storage requires the knowledge of the way and time of colonization with individual microbial pathogens, most of which are fungi that strongly affect the quality of production. The most frequent species colonizing barley seeds are fungi of genera *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* and *Penicillium*. The current fungicidal protection does not guarantee sufficient protection against fusarioses of seed and ears. The most efficient fungicides against ear fusarioses are formulas containing sterol demethylation inhibiting (DMI) fungicides; when using them it is important to know the most suitable term for their application, i.e. the period of maximum risk of infection. No directed protection against seed fusarioses is being carried out (no distinction is being made between seed and ear fusarioses, and also because of sanitary reasons), although seed infection can arise later, after flowering. The exact correlations between the occurrence of fusaria and mycotoxin production are not known, neither is the mechanism of fungicide action on mycotoxin production. The contradictory data in this field attest to the complexity of the problem and strongly point to the necessity of a complex protection involving previous crop, tillage, agricultural practices, resistant varieties, chemical protection, timely harvest and crop storage.

**Šafránková, I. – Marková, M. – Kmoč, M.: Mykoflóra des Kornes von Braugerstensorten und Linien der Sommergersten in den Lokalitäten Kroměříž und Žabčice.** Kvasny Prum. 56, 2010, Nr. 3, S. 138–144.

Für die Bestimmung der Schutzmassnahmen für ein zur Lagerung bestimmtes Korn ist es notwendig die Weise und die Zeit der Besiedlung durch einzelne Pathogene zu wissen. Der größte Anteil an Mikroorganismen stellen die Pilze dar, mit welchen die Produktionsqualität verbunden wird. Am Gerstenkorn werden am häufigsten die Pilze des Stammes gefunden: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* und *Penicillium*. Der zeitgenössische Fungizidschutz leistet keine Garantie eines genügend wirksamen Schutzes gegen Ähren- und Korninfektion durch Pilze des Stammes *Fusarium*. Die Präparate mit Wirkstoffen aus der DMI Fungizid Gruppe (Inhibition der Demethylation von Sterolen) gehören zu den effektivsten Fungiziden, jedoch ist notwendig der Ansatztermin (Zeitraum der maximalen Infektionsgefahr) festzulegen. Der gezielte Schutz gegen die Korn Fusariosen wird es nicht durchgeführt (man unterscheidet den Ähren- oder Kornbefall nicht und auch aus den hygienischen Gründen), trotzdem dass die Infektion des Kornes durch Fusarien auch später (nach der Blütezeit) stattfinden kann. Die exakte Korrelation zwischen dem Auftreten von Fusarien und der Mykotoxinproduktion ist nicht bekannt, sowie das Mechanismus der Fungizidwirkung auf die Mykotoxinproduktion. Die gegensätzlichen Informationen bestätigen Kompliziertheit des Problems, die die Überzeugung über Notwendigkeit alle Schutzmassnahmen, d.h. von der ab Vorpflanze, Ackerbau, Agrotechnik, Resistentensorten bis zum chemischen Schutz, zeitlichen Ernte und Kornlagerung komplex durchzuführen, bestärken.

**Klíčová slova:** ječmen, zrno, mykotoxiny, *Fusarium*

**Keywords:** barley, yield, mycotoxins, *Fusarium*

## 1 ÚVOD

Kvalita sladovnického ječmene je výrazně ovlivňována agroenvironmentálními faktory, které působí i na složení populace mikroflóry zrna a intenzitu napadení. Zrna bez populací mikroorganismů se objevují zcela výjimečně. Mezi významné patogeny zrna ječmene, a současně i producenty mykotoxinů, patří např. druhy rodu *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* aj., z nichž některé druhy jsou schopny v průběhu sladování zvyšovat svoji četnost i aktivitu. Zvýšená pozornost je věnována především druhům r. *Fusarium*, podílejícím se na snížení výnosu a kvality zrna [1]. Při epidemickém výskytu fusárií byly zaznamenány až 40% ztráty na výnosu [2]. Při slabém infekčním tlaku fusárií nebo infekcích vyvolaných méně agresivními druhy se sice nevyskytují typické symptomy růžovění

## 1 INTRODUCTION

The quality of malting barley is markedly affected by agro-environmental factors that influence also the composition of seed microflora population and intensity of infestation. Seeds free of microbial populations appear very rarely. Important pathogens of barley seed, which at the same time produce mycotoxins, are species of the genera *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* and others; some of them are able to increase both their counts and activity in the course of the investigation. Attention is focused mostly on species of the genus *Fusarium*, which play a part in lowering seed yields and quality [1]. Epidemic occurrence of fusaria was noted to cause as much as 40% yield losses [2]. Though mild fusaria infections or infections caused by less aggressive species do not bring about the

klasů ječmene, avšak dochází ke zhoršení kvality. Na růžovění klasů ječmene se může podílet až 17 druhů fusarií [3, 4], přičemž největší pozornost je věnována *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* a *F. poae* [5,6].

## 2 METODIKA

Výskyt mikroskopických hub na zru ječmene byl sledován na pluchtých sladovnických odrůdách ječmene jarního – Amulet, Bojos, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian, Tolar, bezpluché odrůd Merlin a bezpluchých liniích KM 1057, KM 1910, KM 2084, KM 2283 na lokalitách Žabčice (2005, 2007 a 2008) a Kroměříž (2005, 2006, 2007, 2008) u variant fungicidy neošetřených a nehnojených minerálními hnojivy (N) a variant ošetřených fungicidy proti houbovým chorobám a hnojených minerálními hnojivy (O).

K vyhodnocení mikrofóry zru ječmene bylo z 1 kg sklizňových vzorků odebráno 2 x 50 zrn (varianta se zru povrchově desinfikovanými – 5% chlornan sodný, 3 min, opláchnuta sterilní destilovanou vodou a nedesinfikovanými). Do Petriho misek (PM, Ø 90 mm) s bramboro-dextrózovým agarem (PDA) bylo umístěno 10 zrn v pěti opakovaných. PM byly umístěny v laboratoři při střídání světla a tmy (12/12 hod) a teplotě 20–23 °C. Identifikace patogenů byla prováděna 4. a 7. den dle klíčů Watanabe [24], Gravesen et al. [25] a Samson et al. [26]. Pro zjištění přítomnosti fusarií byla použita metoda rolád. K pěstování čistých kultur fusarií byly použity půdy PDA, MA (Malt agar) a Komadovo medium. K determinaci fusarií byly použity klíče Booth [27] a Gerlach, Nierenberg [28]. Pokud nedošlo k vytvoření orgánů nezbytných pro identifikaci patogenu, bylo sterilní mycelium přeočkováno na živné půdy (PDA, MA) a umístěno pod UV lampy.

## 3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Ze zrna sladovnických odrůd ječmene jarního byly izolovány a identifikovány parazitické i saprofytické mikroorganismy – kvasinky, bakterie a vláknité houby (tab. 1 a 2, obr. 1 a 2). V r. 2005 bylo izolováno 5573 patogenů, z nichž 40,64 % z povrchově desinfikovaných zrn a 59,36 % z povrchově nedesinfikovaných. Většinu patogenů tvořily houby (ř. *Fungi*), podíl bakterií a kvasinek byl velmi nízký (0,47–3,41 %), což se shoduje s údaji uváděnými i jinými autory, např. Van Nierop et al. [7] uvádějí 1–0,1% podíl bakterií a kvasinek na celkové mikrofóře zrna.

Při mikroskopické analýze byly identifikovány patogeny z 15 rodů (23 druhů hub). Nejčastěji izolovanými druhy byly houby rodu *Alternaria* (2488x) a *Fusarium* (1192x), *Cladosporium* (254x) a *Trichothecium roseum* (191x). Zaznamenány byly i saprofytické druhy r. *Mucor*, *Penicillium* a *Trichothecium*, které mohou výrazně snížit kvalitu zrna, pokud je uskladněno v nevhodném prostředí.

K infekci zrna houbami r. *Aspergillus* a *Penicillium* dochází během vegetace, sklizně a po sklizni, přičemž způsob a podmínky během sklizně, transportu a uskladnění determinují stupeň osídlení. Druhy r. *Aspergillus* jsou schopny se přizpůsobit podmínkám bez volné vody a mohou se rozrůstat i při nižší vzdušné vlhkosti 70 % [8]. V našich vzorcích osídlení těmito houbami nepřesáhlo 1 % (max. 0,63 %). Mnohem častěji se vyskytuje *Penicillium* spp., jehož přítomnost na zru ječmene nezávisí na geografické oblasti, ale limitujícími faktory jsou způsob pěstování a způsob uskladnění, kvalita a vlhkost zrna (vyšší vlhkost, nižší teplota). Obecně uváděný předpoklad, že vlhké počasí před sklizní podporuje osídlení zru skladištními patogeny, vyvracejí Tuite a Christensen [9], kteří na povrchově sterilizovaných zrnech ječmene sbíraných na poli během vlhké a deštivé sezony nenalezli skladištní patogeny. Sauer et al. [29] potvrzují, že houby, způsobující poškození zrna ve skladech, významně neosídlují zru před sklizní. V našem případě kontaminace sledovaných vzorků zrna ječmene druhy r. *Penicillium* nepřesáhla 6,5 %.

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

Přítomnost fusarií na zru ječmene byla zaznamenána u 24,14 % vzorků (796x) zrn povrchově nedesinfikovaných, u desinfikovaných 17,33 % (382x). 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. [10] uvá-

typical symptoms of ear blight, they bring about a lowering of quality. Up to 17 fusaria species can take part in barley ear blight [3,4], in particular *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* and *F. poae* [5,6].

## 2 METHODS

The occurrence of microscopic fungi on barley seeds was studied in hulled malting varieties of spring barley – Amulet, Bojos, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian, and Tolar, the hull-less variety Merlin and in hull-less lines KM 1057, KM 1910, KM 2084, KM 2283 in localities Žabčice (2005, 2007 and 2008) and Kroměříž (2005, 2006, 2007, 2008). One group of variants was untreated with fungicides and with mineral fertilizers (N), and another was treated with fungicides and with mineral fertilizers (O).

To evaluate the microflora of barley seeds, 2x50 seeds were collected from 1 kg of harvest samples of non-disinfected variants and of variants with surface-disinfected seeds (5% sodium hypochlorite, 3 min., rinsing with sterile distilled water). Ten seeds in five repetitions were placed in Petri dishes (PD, Ø 90 mm) with potato-dextrose agar (PDA). The PM were placed in a laboratory with a 12/12 hours light/dark regime at 20–23 °C. Identification of the pathogens was carried out on days 4 and 7 according to the keys published by Watanabe [24], Gravesen et al. [25], and Samson et al. [26]. The presence of fusaria was detected by the paper roll test. Pure cultures of fusaria were cultivated on PDA, MA (Malt agar) and Komada media. Determination of fusaria was based on the keys by Booth [27], and Gerlach, Nierenberg [28]. When the organs necessary for pathogen identification did not appear the sterile mycelium was transferred on a nutrient medium (PDA, MA) and placed under UV lamps.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

Both parasitic and saprophytic microorganisms – yeast, bacteria and filamentous fungi – were isolated and identified on the seeds of malting varieties of spring barley (Tab. 1 and 2, Fig. 1 and 2). The number of pathogens isolated in 2005 was 5,573 out of which 40.64 % were collected from surface disinfected seeds and 59.36 % from undisinfected ones. Most pathogens were fungi (*Fungi*), the proportion of bacteria and yeast being very low (0.47–3.41 %) in agreement with the data published by other authors; for instance, according to Van Nierop et al. [7] the proportion of bacteria and yeast in total seed microflora is 1–0.1 %.

Microscopic analysis identified pathogens from 15 genera (23 fungal species). The most frequent were genera *Alternaria* (2488x) and *Fusarium* (1192x), *Cladosporium* (254x), and *Trichothecium roseum* (191x). Saprophytic species of the genera *Mucor*, *Penicillium* and *Trichothecium* were also recorded; they can markedly lower the seed quality when stored in an unsuitable environment. The seeds are infected by *Aspergillus* and *Penicillium* fungi during vegetation, harvest and after harvest, the manner of harvest and conditions during it, during transport and storage determining the degree of colonization. Species of *Aspergillus* can adjust to conditions without free water and can grow even at lower atmospheric moisture levels of 70 % [8]. In our samples, colonization by these fungi did not exceed 1 % (a maximum of 0.63 %). *Penicillium* spp. is much more frequent and its presence on barley seeds is independent of geographical region. The limiting factors, however, are the manner of cultivation and storage, seed quality and moisture level (higher moisture, lower temperature). The commonly accepted assumption that wet weather before harvest aids in seed colonization by store-room pathogens has been disproved by Tuite and Christensen [9] who did not find any store-room pathogens on surface-sterilized barley seeds collected in the field during a wet and rainy season. Sauer et al. [29] confirmed that the fungi causing seed damage during storage do not significantly colonize the seeds before harvest. In our samples, the contamination of barley seeds by species of *Penicillium* did not exceed 6.5 %.

Similarly to *Penicillium* spp. the seeds with higher moisture levels before or during storage can be infected by species of the genera *Rhizopus* and *Mucor*. Contamination by *Rhizopus* species did not attain 0.5 % of all isolated pathogens. Species of *Mucor* were recorded only 87 times out of the total of 5573 isolates, 80 % of them being found on surface undisinfected seeds.

The presence of fusaria on barley seeds was recorded in 24.14 % of samples (796x) of seeds that were not surface disinfected and in 17.33 % (382x) of disinfected ones. Our attention was focused on

dějí jako nejčastěji izolované druhy r. *Fusarium* v České republice *F. culmorum* (70 %) a *F. poae* (20 %). Nejčastější výskyt *Fusarium culmorum* na obilkách ječmene zaznamenal i Richardson [12]. Jako další druhy uvádějí *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *M. nivale* a *F. poae*. V našem sledování bylo infikováno *F. poae* jen 7 % povrchově nedesinfikovaných zrn, resp. 2 % desinfikovaných zrn z celkového počtu fusarií. Naopak bylo zaznamenáno vyšší zastoupení *F. graminearum* a *F. avenaceum*. Většina druhů hub, včetně fusarií, infikuje klasy a zrno již na poli. Zastoupení jednotlivých druhů fusarií z polních infekcí se dle jednotlivých autorů liší. Zatímco Richardson [12] uvádí jako nejčastěji izolované druhy *F. culmorum*, *F. moniliforme* a *F. nivale*, Salas et al. [13] *F. graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum* a *F. sporotrichoides*. V severní části Evropy převažují druhy *F. avenaceum*, *F. culmorum* a *F. poae* a *F. tricinatum* [3,14], v jižních oblastech *F. graminearum* a *F. moniliforme* [30]. Fusariózy klasů byly zaznamenány ve všech oblastech pěstování obilnin, např. v Rusku [15], Indii [16], Mexiku [17], Polsku [18], České republice [10].

Při hodnocení napadení zrn ječmene houbami r. *Fusarium* na PDA byly stávající varianty rozšířeny o další dvě, tj. zrna povrchově desinfikovaná a nedesinfikovaná. Při srovnání počtu zrn napadených fusarií z neošetřených nedesinfikovaných variant z obou lokalit byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl (vyšší napadení Žabčice); mezi povrchově desinfikovanými variantami nebyl průkazný rozdíl. Nejméně byla napadena odrůda KM 2084, nejvíce Malz a Prestige. Mezi chemicky neošetřenými a povrchově desinfikovanými 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 povrchově nedesinfikovaných 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. Moss a Frank [19] uvádějí při nízkých koncentracích fungicidu zrychlení růstu mycelia a snížení produkce mykotoxinů, naopak při vyšších dávkách fungicidu zpomalení růstu mycelia a zvýšení produkce mykotoxinů. Fungicidy mohou působit jako stresový faktor stimulující produkci mykotoxinů jako obrannou reakci fusarií, aplikace fungicidu může obsah mykotoxinu v zrnech i zvýšit [31].

V roce 2006 byly zpracovány vzorky 12 odrůd jarního ječmene z lokality Kroměříž, z lokality Žabčice se vzhledem k nepříznivým klimatickým podmínkám nepodařilo vzorky zajistit a byly nahrazeny vzorky z lokality Uherský Ostroh a Branišovice.

V laboratorních podmínkách bylo ze vzorků zrn izolováno a identifikováno 5453 patogenů, z nichž bylo 29,79 % ze zrn povrchově desinfikovaných, 70,39 % z povrchově nedesinfikovaných. Stejně jako v předchozím roce kontaminace zrna ječmene bakteriemi a kvasinkami byla velmi nízká a nepřesáhla 2,5 % (max. 2,42 %). Zastoupení jednotlivých druhů i četnost patogenů na zrnu z různých lokalit se lišily.

Celkem bylo identifikováno 34 patogenů (rodů a druhů), nejčastěji izolovanými druhy byly houby z rodu *Alternaria* (1997×) a *Cladosporium* (1149×), druhy *Cochliobolus sativus* (737×) a *Rhizopus niger* (290×).

Přirozené infekce ječmene fusarií byly slabé (celkem 247 izolátů), přičemž vyšší počet izolátů pocházel z variant neošetřených fungicidy a zrn povrchově nesterilizovaných. Nejčastěji byly izolovány *F. culmorum* a *F. graminearum*. Nejvyšší výskyt fusarií byl zaznamenán na lokalitě Branišovice (*F. culmorum*, *F. graminearum* a *F. poae*). Nejčastěji izolovaným druhem bylo *F. graminearum* a napadena odrůda Sebastian. Naopak linie KM 1910 nebyla fusarií napadena, avšak mezi odrůdami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v počtu napadených zrn.

Porovnáváním mykoflóry ze vzorků z fungicidy ošetřených lokalit bylo zjištěno vyšší zastoupení *F. culmorum* na povrchově desinfikovaných zrnech.

Přirozené infekce sladovnických odrůd a linií ječmene jarního byly i v roce 2007 velmi slabé. Při hodnocení metodou rolád na lokalitě Kroměříž byla přítomnost fusarií zaznamenána u sedmi odrůd a linií

mycotoxin producers, especially on fungi of the genus *Fusarium*, in particular *F. culmorum*, *F. avenaceum* and *F. graminearum*. The species most often isolated in our experiments was *F. culmorum* (46 % and 30 %). Hýsek et al. [10] reported on *F. culmorum* (70 %) and *F. poae* (20 %) as the *Fusarium* species most often isolated in the Czech Republic and Richardson [12] also recorded *F. culmorum* as the most frequent contaminant of barley seeds, and named *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *M. nivale* and *F. poae* as other species. In our study, only 7 % of undisinfected seeds and 2 % of surface disinfected ones out of the total number of fusaria were infected by *F. poae* whereas *F. graminearum* and *F. avenaceum* were present in higher proportions. Most fungal species including fusaria infect the ears and seeds already in the field. Different authors report on different proportions of individual species of fusaria in field infections. While Richardson [12] gave as the most frequent species *F. culmorum*, *F. moniliforme* a *F. nivale*, Salas et al. [13] found as the most frequent *F. graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum* and *F. sporotrichoides*. The prevalent species in northern Europe are *F. avenaceum*, *F. culmorum*, and *F. poae* and *F. tricinatum* [3,14], in southern regions *F. graminearum* and *F. moniliforme* [30] are most frequent. Ear fusarioses have been noted in all regions where cereals are grown, e.g. in Russia [15], India [16], Mexico [17], Poland [18] and in Czech Republic [10].

When evaluating the infection of barley seeds by *Fusarium* fungi on PDA the existing variants were extended by another two, i.e. surface disinfected and non-disinfected seeds. Comparison of the number of infected seeds in the two localities under study showed a statistically significantly higher infection in Žabčice while no difference was found between surface disinfected variants. The least infection was found in the KM 2084 variety, the strongest in Malz and Prestige. No statistically significant difference was revealed between untreated and surface disinfected variants from both localities. The locality Žabčice displayed a significantly higher infection with *F. avenaceum* and *F. poae*, the locality Kroměříž showed a prevalence of *F. culmorum*.

A significant difference between the chemically treated and untreated variants was found in the number of fusaria-infected non-disinfected seeds in locality Žabčice. The chemically treated variants were infected in a higher degree by *F. culmorum*, the untreated variants by *F. avenaceum*. The strongest infection was found in variety Tolar, the weakest in KM 1910. No statistically significant difference was found between the varieties in the number of infected seeds. When examining the occurrence of individual *Fusarium* species, a significant difference was revealed between *F. avenaceum* and other species, the least infected being the varieties KM 1910, KM 2283, KM 2284, Bojos and Jersey, the most infected being the variety Sebastian. The average level of infection of spring barley seeds in 2005 was low. Fusarioses of barley are a world-wide problem causing not only yield and quality losses but entailing also the risk of occurrence of mycotoxins. Moss and Frank [19] observed an acceleration of mycelial growth and lowering of mycotoxin production at low fungicide levels, high fungicide doses causing slowing down of mycelial growth and increase in mycotoxin production. Fungicides can act as a stress factor stimulating the production of mycotoxins as a defense reaction of the fusaria; hence the application of fungicides can in fact increase the content of mycotoxins in the seeds [31].

Samples of 12 spring barley varieties were studied in locality Kroměříž in 2006; no samples were collected from locality Žabčice owing to unfavorable climatic conditions, and were replaced by samples from localities Uherský Ostroh and Branišovice. A total of 5,453 pathogens were isolated and identified in the samples in the laboratory; 29.79 % of them arrived from surface disinfected seeds, 70.39 % from non-disinfected ones. Like in 2005 the bacterial and yeast contamination was very low and did not exceed 2.5 % (a maximum of 2.42 %). The proportions of individual species and the numbers of pathogens on seeds from different localities differed. Altogether 34 species and genera of pathogens were identified, the most frequent being fungi from the genera *Alternaria* (1,997 times) and *Cladosporium* (1,149 times), and the species *Cochliobolus sativus* (737×) and *Rhizopus niger* (290 times).

Natural fusarioses were mild (a total of 247 isolates) and a higher number of isolates arrived from variants untreated by fungicides and from unsterilized seeds. The most frequent were *F. culmorum* and *F. graminearum*. The highest occurrence of fusaria was found in locality Branišovice (*F. culmorum*, *F. graminearum* a *F. poae*). The most often isolated species was *F. graminearum*, the most infected variety was Sebastian. On the other hand, the variety KM 1910 was not infected; however, no statistically significant difference was found be-

Tab. 1 Výskyt patogenů na zrně sladovnických odrůd a linií ječmene jarního v letech 2005, 2007 a 2008 na lokalitě Žabčice / Occurrence of pathogens on the seeds of malting varieties and lines of spring barley in locality Žabčice in 2005, 2007 and 2008

Žabčice 2005, 2007 a 2008												
Patogen / Pathogen	fungicidy ošetřeno / treated with fungicides						fungicidy neošetřeno / no fungicide treatment					
	nedesinfikováno / undisinfect			desinfikováno / disinfected			nedesinfikováno / undisinfect			desinfikováno / disinfected		
	2005	2007	2008	2005	2007	2008	2005	2007	2008	2005	2007	2008
<i>Acremonia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	10	0	0	8	1	0	7	0	0	20	0	0
<i>Alternaria tenuis</i>	430	371	326	273	282	128	443	320	356	294	273	118
<i>Alternaria tenuissima</i>	3	0	54	1	0	131	10	0	87	18	0	125
<i>Aspergillus niger</i>	3	7	18	9	2	5	0	17	17	1	0	3
<i>Aureobasidium pullulans</i>	30	0	0	17	4	0	30	30	0	34	0	0
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	62	21	3	46	29	8	10	13	8	16	19	6
<i>Botrytis cinerea</i>	0	0	0	1	0	2	7	0	1	5	0	0
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	13	21	1	6	11	4	4	43	2	2	28
<i>Cladosporium herbarum</i>	14	277	321	25	73	52	7	352	320	5	73	32
<i>Drechslera graminea</i>	0	0	0	0	8	2	0	3	1	0	0	2
<i>Drechslera teres</i>	0	0	12	0	0	21	0	0	7	0	0	9
<i>Epicoecum nigrum</i>	14	8	1	7	0	0	7	3	0	5	0	1
<i>Fusarium avenaceum</i>	108	10	0	39	13	3	57	7	33	48	11	32
<i>Fusarium culmorum</i>	63	11	2	20	7	0	175	4	1	42	13	0
<i>Fusarium graminearum</i>	86	12	10	34	20	10	103	14	9	91	11	14
<i>Fusarium poae</i>	4	3	3	5	1	13	8	1	3	21	0	9
<i>Fusarium</i> sp.	5	2	0	8	0	15	7	0	1	4	0	6
<i>Gonatobotryum fuscum</i>	0	0	0	1	0	2	0	0	0	4	0	1
<i>Humicola</i> sp.	0	3	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0
<i>Mucor hiemalis</i>	4	0	0	1	0	0	11	0	0	9	0	0
<i>Mucor mucedo</i>	0	0	2	0	2	0	0	3	5	0	0	0
<i>Nigrospora sphaerica</i>	0	0	1	0	0	19	0	18	12	0	0	28
<i>Penicillium</i> sp.	77	26	65	58	0	6	78	65	56	64	0	1
<i>Rhizopus niger</i>	0	107	43	0	18	7	0	96	36	0	51	4
<i>Rhizopus stolonifer</i>	14	0	0	3	0	0	4	0	0	6	0	0
<i>Rhodococcus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma harzianum</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma</i> sp.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma viridae</i>	15	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichothecium roseum</i>	31	0	45	7	0	0	48	7	79	11	0	0
Sterilní hyfy / Sterile hyphae	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Bakterie / Bacteria	107	8	0	50	32	0	52	2	0	60	12	0
Kvasinky / Yeast	0	152	155	0	3	39	0	164	172	0	15	32
Celkem / Total	1093	1031	1088	627	508	474	1083	1123	1247	761	487	451
CELKEM / TOTAL	9973											

neošetřených variant, a to Merlin (3 %), Prestige (1 %), Amulet, Jersey, Sebastian, Tolar a KM 2084 (0,6 %) a KM 2283 (1 %). Ještě slabší výskyt byl zaznamenán na lokalitě Žabčice, kde napadení zrn nepřesáhlo 2 %. Napadení nebylo zjištěno u neošetřených odrůd Bojos, Jersey, Malz a Tolar a linií KM 1910 a KM 2283. U ošetřených odrůd byl nejvyšší výskyt zaznamenán u odrůdy Sebastian (2 %) a Prestige (1,6 %). U ostatních odrůd (Bojos, Jersey, Malz, Tolar) napadení nepřesáhlo 0,6 %, Amulet a bezpluché linie napadeny nebyly. Vzhledem k velmi slabému výskytu fusarií nebylo provedeno statistické vyhodnocení. Nízká průkaznost byla způsobena velmi slabým napadením zrn houbami r. *Fusarium* a také značným rozptylem počtu napadených semen v jednotlivých opakováních.

Přiložený výskyt fusarií v klasech v posledních letech je velmi slabý a jedním z hlavních důvodů jsou nevhodné podmínky pro vznik infekce během kvetení. Výsledky z roládového testu potvrdilo i stanovení mykoflóry zrn ječmene jarního na živné půdě. Při statistickém vyhodnocení celkového napadení fusarií povrchově desinfikovaných zrn u chemicky neošetřených variant nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi lokalitami Kroměříž a Žabčice. Linie KM 2283 vykázala oproti odrůdám Malz, Tolar a Jersey statisticky významně nižší

tween the varieties in the number of infected seeds. Comparison of mycoflora in samples from fungicide-treated localities showed a higher proportion of *F. culmorum* on surface- disinfected seeds.

In 2007, the natural infections of malting varieties and lines of spring barley were also very weak. In locality Kroměříž, evaluation by the paper roll test showed the presence of fusaria in seven untreated varieties of the varieties and lines Merlin (3 %), Prestige (1 %), Amulet, Jersey, Sebastian, Tolar and KM 2084 (0.6 %), and KM 2283 (1 %). The locality Žabčice displayed a still weaker infection, with seed contamination below 2 %. No infection was found in untreated varieties Bojos, Jersey, Malz and Tolar, and lines KM 1910 and KM 2283. Among treated varieties, the strongest infection was in Sebastian (2 %) and Prestige (1.6 %) while the infection of Bojos, Jersey, Malz and Tolar did not exceed 0.6 %, and Amulet and hull-less lines were not infected. No statistical evaluation was performed in view of the low occurrence of fusaria. The low significance was caused by very weak *Fusarium* infections and a considerable scatter in the numbers of infected seeds in individual repetitions.

The natural occurrence of fusaria in ears in recent years has been very weak, mainly due to unsuitable conditions for infection during

Tab. 2 Výskyt patogenů na zrně sladovnických odrůd a linií ječmene jarního v letech 2005–2008 na lokalitě Kroměříž / Occurrence of pathogens on the seeds of malting varieties and lines of spring barley in locality Kroměříž in 2005–2008

Kroměříž 2005, 2006, 2007, 2008								
Patogen / Pathogen	fungicidy neošetřeno / no fungicide treatment							
	nedesinfikováno / undisinfect				desinfikováno / disinfected			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
<i>Alternaria tenuis</i>	459	250	466	256	391	118	232	55
<i>Alternaria tenuissima</i>	2	0	0	71	1	0	0	239
<i>Alternaria</i> sp.	48	1	1	1	30	7	0	0
<i>Aspergillus niger</i>	13	21	14	11	5	2	1	0
<i>Aspergillus ochraceus</i>	6	8	0	0	1	2	0	0
<i>Aspergillus</i> sp.	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>Aureobasidium pullulans</i>	30	10	32	0	11	16	4	0
<i>Botrytis cinerea</i>	10	16	1	0	13	0	0	0
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	24	30	0	93	16	35	9	89
<i>Cladosporium herbarum</i>	61	182	314	251	93	36	44	47
<i>Cochliobolus sativus</i>	35	174	113	5	12	100	52	16
<i>Drechslera graminea</i>	0	5	32	0	0	0	1	1
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	9	2	11	1	9	2	0	0
<i>Fusarium avenaceum</i>	15	4	22	53	1	9	4	11
<i>Fusarium culmorum</i>	129	3	26	6	53	8	9	4
<i>Fusarium graminearum</i>	30	11	36	12	12	13	18	5
<i>Fusarium poae</i>	2	0	3	1	0	0	1	2
<i>Fusarium</i> sp.	7	0	0	0	4	5	0	0
<i>Gonotobotryum fuscum</i>	18	0	15	6	15	0	0	0
<i>Geotrichum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mucor mucedo</i>	5	0	16	6	3	2	1	0
<i>Mucor dimorphosporus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Mucor pumila</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Mucor hiemalis</i>	6	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nigrospora</i> sp.	0	0	20	3	0	0	0	15
<i>Penicillium</i>	60	25	71	40	37	6	0	1
<i>Pyrenophora teres</i>	0	28	0	30	0	17	0	36
<i>Rhizopus niger</i>	24	144	1	49	13	33	75	7
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Trichothecium roseum</i>	58	11	53	10	36	2	1	0
<i>Ulocladium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0
sterilní mycelium / sterile mycelium	0	0	0	0	0	0	1	0
Bakterie / Bacteria	19	11	23	0	16	0	0	3
Kvasinky / Yeast	44	2	100	219	29	12	12	38
celkem / total	1114	938	1371	1126	813	433	466	570
CELKEM / TOTAL	6831							

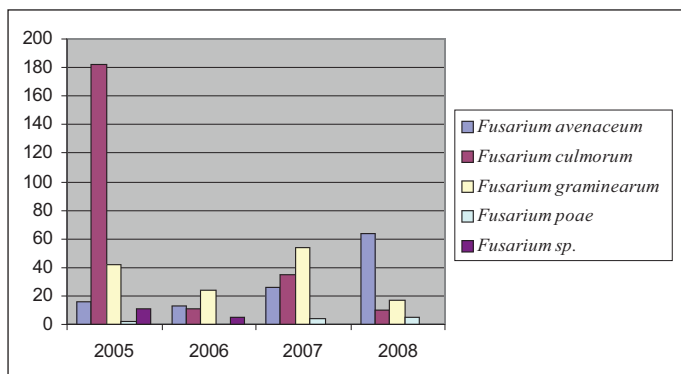
celkové napadení fusarií. Malz vykázal nejvyšší napadení (průměr 1,2), což bylo statisticky významně více oproti odrůdám Prestige a Merlin a liniím KM 2084, KM 1910, KM 1057 a KM 2283. Skupina odrůd Malz, Tolar, Jersey, Bojos, Sebastian a Amulet (s napadením 1,2–0,6) tvořily homogenní skupinu, rozdíly v napadení na zvolené hladině významnosti nebyly mezi nimi prokázány. Statisticky významné rozdíly v napadení fusarií byly zjištěny při srovnání variant chemicky neošetřených a zrn povrchově nedesinfikovaných z lokalit Kroměříž a Žabčice. Statisticky vyšší napadení fusarií bylo prokázáno na lokalitě Kroměříž. Na lokalitě Žabčice nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi odrůdami u chemicky neošetřených i ošetřených variant s povrchově nedesinfikovanými a desinfikovanými zrny.

V r. 2008 bylo izolováno z obou lokalit 4957 patogenů. Na lokalitě Kroměříž se vyskytovala pouze varianta fungicidně neošetřená (34,24 % z celkového počtu izolovaných mikroorganismů), na lokalitě Žabčice varianty fungicidně ošetřené a neošetřené (65,76 %). I v tomto roce bylo z velmi slabých přirozených infekcí houbami r. *Fusarium* získáno pouze 258 izolátů. Na obou lokalitách byly nejčastěji izolovány druhy *F. avenaceum* (132x) a *F. graminearum* (60x). Ze zástupců saprofytické mikrofóry pak druhy rodu *Alternaria* a *Cladosporium*. Zaznamenán byl i vyšší podíl kvasinek, které tvořily

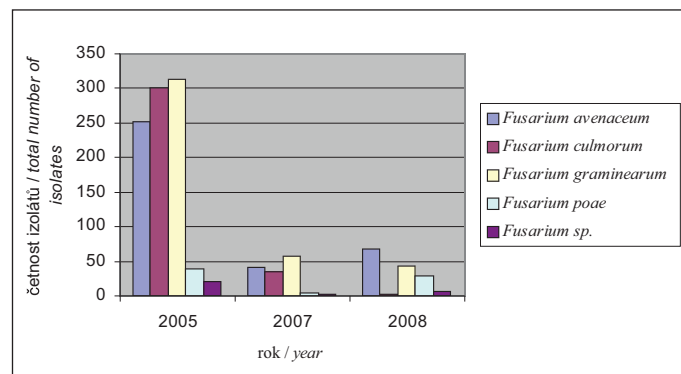
flowering. The data obtained by the paper roll test were confirmed by determination of mycoflora on spring barley seeds on nutrient media. No statistically significant difference the overall infection of surface disinfected seeds in chemically untreated variants was found between the localities Kroměříž and Žabčice. Line KM 2283 exhibited significantly lower overall fusarium infection than varieties Malz, Tolar and Jersey. Malz showed significantly higher infection intensity (average of 1.2) relative to Prestige and Merlin, and lines KM 2084, KM 1910, KM 1057 and KM 2283. The varieties Malz, Tolar, Jersey, Bojos, Sebastian and Amulet (infection of 1.2–0.6) formed a homogeneous group with insignificant differences in infection intensity. Significant differences in fusaria infection were found between chemically untreated and surface non-disinfected seeds from localities Kroměříž and Žabčice. Significantly higher infection intensity was found in Kroměříž. No statistically significant differences between varieties in chemically untreated and treated variants with surface undisinfect and disinfected seeds were found in Žabčice.

A total of 4,957 pathogens were isolated from both localities in 2008. Locality Kroměříž contained only the variant untreated with fungicides (34.24 % of the total number of isolated microorganisms) while locality Žabčice provided both fungicide-treated and -untreated

Obr. 1 Četnost izolátů jednotlivých druhů fusarií na lokalitě Kroměříž v letech 2005–8 / Fig. 1 Frequency of isolates of individual fusaria species in locality Kroměříž in 2005–8



Obr. 2 Četnost izolátů jednotlivých druhů fusarií na lokalitě Žabčice v letech 2005, 2007 a 2008 / Fig. 2 Frequency of isolates of individual fusaria species in locality Žabčice in 2005, 2007 and 2008



0,69–4,42 % z celkové mikrofóry. Vzhledem k velmi slabému přirozenému výskytu fusarií nebylo provedeno statistické vyhodnocení.

Výsledky našich sledování korespondují s výsledky autorů zabývajících se mykoflorou zrn ječmene [20,21,22]. Aktas [23] zaznamenal na zrn ječmene 23 druhů hub, přičemž nejčastěji izolovaným druhem byla *Alternaria alternata*. Young a Loughman [11] identifikovali 19 druhů hub na zrn 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*. Fakhrunnisa et al. [20] uvádí 17 druhů z 11 rodů izolovaných ze 14 vzorků ječmene s nejčastěji izolovaným druhem *Alternaria alternata* a zástupci rodů *Aspergillus*, *Cephalosporium* a *Cladosporium*.

#### 4 ZÁVĚR

Pro stanovení ochranných opatření pro zrno určené k uskladnění je nutné znát způsob a dobu osídlení jednotlivými patogeny. Největší podíl mikroorganismů tvoří houby, s nimiž je často spojována kvalita produkce. Nejčastěji zaznamenanými druhy na zrn ječmene byly houby r. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* a *Penicillium*. Současná fungicidní ochrana není zárukou dostatečně účinné ochrany proti infekci klasů a zrn houbami r. *Fusarium*. K nejúčinnějším fungicidům proti napadení klasů fusarií patří přípravky obsahující účinné látky ze skupiny DMI-fungicidů (inhibice demethylace sterolů), avšak je třeba stanovit vhodný termín aplikace, tj. období maximálního nebezpečí infekce. Cílená ochrana proti fusariám zrna se neprovádí (nerozlišuje se napadení klasů a zrn, a také z hygienických důvodů), i když infekce zrn fusarií může nastat i později (po kvetení). Přesné korelace mezi výskytem fusarií a produkcí mykotoxinů nejsou známy, stejně jako mechanismus působení fungicidů na produkci mykotoxinů. Protikladné informace potvrzují složitost problému a utvrzují v přesvědčení, že ochranná opatření je třeba provádět komplexně, tj. od předplodiny, orby, agrotechniky, rezistentních odrůd až po chemickou ochranu, včasnou sklizeň a uskladnění úrody.

#### Poděkování

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

Zvláštní poděkování patří Ing. Vaculové (ZVÚ Kroměříž) za poskytnutí vzorků osiva odrůd a linií ječmene ke stanovení mikrofóry.

variants (65.76 %). The (again very weak) natural *Fusarium* infections gave a mere 258 isolates. The most frequent species in both localities were *F. avenaceum* (132x) and *F. graminearum* (60x) and, as representatives of saprophytic microflora, species of the genera *Alternaria* and *Cladosporium*. The proportion of yeast was relatively high, 0.69–4.42 % of total microflora. No statistical evaluation was performed in view of the low occurrence of fusaria.

Our results correspond with the data on mycoflora of barley seeds published [20,21,22]. Aktas [23] recorded 23 fungal species on barley seeds, the most frequent being *Alternaria alternata*, while Young and Loughman [11] identified 19 fungal species with 84% proportion of *A. alternata*, frequent occurrence of *A. infectoria*, *Stemphylium botryosum*, *Ulocladium atrum* and *U. chartatum* and exceptionally fungi of genera *Fusarium*, *Aspergillus* and *Cladosporium*. Fakhrunnisa et al. [20] found 17 species of 11 genera isolated from 14 barley samples; the most frequently isolated were *Alternaria alternata* and representatives of genera *Aspergillus*, *Cephalosporium* a *Cladosporium*.

#### 4 CONCLUSIONS

To introduce optimum protective measures for seeds destined for storage it is necessary to know the manner and time of seed colonization by individual pathogens. The highest proportion of colonizing microorganisms is made up by fungi, which are assumed to affect the quality of the seed production. The most frequent fungi present on barley seeds belonged to genera *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Aspergillus* and *Penicillium*. The currently applied fungicidal protection is not sufficiently effective against ear and grain infection by *Fusarium* fungi. Among fungicides most effective against fusaria are formulations containing active substances from DMI-fungicide family (inhibition of sterol demethylation); it is, however, necessary to determine the suitable term of application, i.e. the period of maximum danger of infection. Protection directed only against seed infection is not done for public health reasons and because no difference is made between the ear and seed infection, although the fusaria infection can occur also later, after flowering. The exact correlations between the occurrence of fusaria and production of mycotoxins and the mechanisms of action of fungicides on mycotoxin production are not known. The controversial data attest to the complexity of the problem and point out that protective measures have to be carried out in a complex manner, covering previous crop, tillage, agrotechnical measures and resistant varieties to chemical protection, timely harvest and crop storage.

#### Acknowledgements

The research was supported by the Research Center 1M0570 for the Study of Extract Compounds in Barley and Hops.

Special thanks are due to Ing. Vaculová (ARI Kroměříž) for providing us with the samples of seed of barley varieties and lines used for microflora determination.

## LITERATURA / REFERENCES

1. D'Mello, J. P. F., Placinta, C. M., Maxdonald, A. M. C.: Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. *Anim. Feed Sci Technol.* **80**, 1999, 183–205.
2. McMullen, M., Jones, R., Gallenberg, D.: Scab on wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. *Plant. Dis.* **81**, 1997, 1340–1348.
3. Elen, O., Langseth, W., Liu, W., Haug, G., Skinnnes, 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, Cereal Research Communications **25**(3/2), 1997, 585–586.
4. Henriksen, B., Elen, O.: Natural Fusarium Grain Infection level in Wheat, Barley and Oat after Early application of Fungicides and Herbicides. *J. Phytopathology* **153**, 2004, 214–220.
5. Bottalico, A.: Fusarium diseases of cereals: species complex and related mycotoxins profiles in. *J. Plant. Pathol.* **80**, 1998, 85–103.
6. Parry, D. W., Jenkinson, P., McLeod, L.: Fusarium ear blight of wheat in small grain cereals – a review. *Plant Pathol.* **44**, 1995, 207–238.
7. 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* **62**(2), 2006, 69–78.
8. Dube, D. C.: An introduction to fungi. Vikas publishing house Pvt Ltd., 1990, 608 s.
9. Tuile, J. F., Christensen, C. M.: Grain storage studies, XVI: Influence of temperature conditions upon the fungus flora of barley seed. *Cereal Chem.* **32**, 1955, 1–11.
10. Hýsek, J., Váňová, M., Hajšlová, J., Radová, Z., Koutecká, J., Tvařížek, L.: Fusarioses of barley with Emphasis on the Content of Trichothecenes. *Plant. Protection Science* **36**(5), 1999, 96–102.
11. 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.
12. Richardson, M. J.: An annotated list of seed-borne diseases. CAB, 320 s.
13. 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 **25**(3/1), 1997, 483–487.
14. 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.
15. 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 **25**(3/2), 1997, 815–816.
16. 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), 1997, 795–796.
17. 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, Cereal Research Communications **25**(3/2), 1997, 739–740.
18. 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), 1997, 833.
19. Moss, M. O., Frank, J. M.: Influence of the fungicide tridemorph on the T-2 toxin productivity of *Fusarium sporotrichoides*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **84**, 1985, 585–590.
20. Fakhrunnisa, M., Hashmi, H., Ghaffar, A.: Seed-borne mycoflora of wheat, sorghum and barley. *Pak. J. Bot.* **(38)**1, 2006, 185–192.
21. Flannigan, H.: The microflora of barley and malt. In: *Brewing Microbiology*. 2nd ed., Priest, F. G. and Campbell, I., Eds. Chapman and Hall, London, 1996, s. 83–125.
22. Gyllang, H., Kjellen, K., Haikara, A., Sigsgaard, P.: Evaluation of fungal contaminations on barley and malt. *J. Inst. Brew.* **87**, 1981, 248–25.
23. Aktas : Determination of the fungal flora of barley seeds and their sensitivities against *Drechslera sorokiniana* 'Sacc.' Subram. and Jain., 1999, 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 Ofset Printhouse.
24. Watanabe, T.: Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, 2001, 486 s.
25. Gravesen, S., Frisvad, J. C., Samson, R. A.: Microfungi. High-Tech PrePress A/C, Copenhagen, 1994, 168 s.
26. Samson, R. A., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C., Filtenborg, O.: Introduction to Food-borne Fungi. 5th ed., Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Delft, 1996, 322 s.
27. Booth, C.: *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey (UK), 1971, 237 s.
28. Gerlach, W., Nirenberg, H.: The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas. Berlin a Hamburg, P. Parey, 1982, 406 s.
29. 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.
30. Jurkovič, D., Kosič, J. (1997): Influence of *Fusarium* species on wheat seed germination. In: Mesterházy A. (Ed.): Cereal Res. Comm. 5th Eur. Fus. Sem., Szeged **25**(3/2), 1997, 761–762.
31. Gareis, M., Ceynowa, J.: Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum*. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.* **198**, 1994, 244–248.

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 12. 12. 2009

Přijato k publikování / Accepted for publication: 25. 1. 2010

## PIVOVARSKÝ KALENDÁŘ 2010

Cena 160 Kč, množstevní slevy od 25 kusů

## CHMELAŘSKÁ ROČENKA 2010

Cena 160 Kč

Lze objednat na adrese: boudova@beerresearch.cz

Výzkumný ústav pивовarský a sladařský, a. s., Lípová 15, 120 44 Praha 2

