

Literatura/References

- [1] Psota, V.: Komise pro hodnocení kvality odrůd sladovnického ječmene při VÚPS, a.s. [Committee for Quality Evaluation of Malting Barley Varieties at RIBM, Plc.]. Kvasny Prum. **49**, 2003, pp. 73-74.
- [2] EBC: Results Field Trials Harvest 1999. Zoeterwoude, April 2000.
- [3] EBC: Analytic-EBC. Carl, Getränke-Fachverlag, Nürnberg 1998.
- [4] MEBAK: Brautechnische Analysenmethoden, MEBAK, Weihenstephan – Freising 1979.
- Psota, V. – Jurečka, D.: Odrůdy ječmene registrované v České republice v roce 2003.** Kvasny Prum. **49**, 2003, č. 6, s. 142-146.
- Na základě výsledků zkoušek pro registraci probíhajících v letech 2000-2002 byly v České republice v roce 2003 registrovány nové sladovnické odrůdy jarního ječmene: **BIATLON, CALGARY, FAUSTINA** a **RESPEKT**. Odrůda **PEDANT** byla registrována pouze pro vývoz osiva. Dále byla registrována nesladovnická odrůda ozimého víceřádkového ječmene **TRAMINER**.
- Psota, V. – Jurečka, D.: Barley Varieties Registered in the Czech Republic in the Year 2003.** Kvasny Prum. **49**, 2003, No. 6, p. 142-146.
- Based on test results for the registration proceeding in the years 2000-2002 the new malting varieties of spring barley were registered in the Czech Republic in the year 2003: **BIATLON, CALGARY, FAUSTINA**, and **RESPEKT**. The variety **PEDANT** was registered only for the export of seed grains. Further, the non-malting variety of the winter 6-row barley variety **TRAMINER** was registered.
- [5] Basařová, G. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika (1) [Brewing and malting analytics]. Merkanta, Praha 1992.
- [6] Psota, V., Kosař, K.: Ukazatel sladovnické jakosti [Malting Quality Index]. Kvasny Prum. **48**, 2002, pp. 142-148.
- [7] Kolektiv: Metodiky státních odrůdových zkoušek ÚKZÚZ, podle platného znění z roku 1999 [Methods of plant variety state tests CISTA, pursuant to the valid wording from the year 1999]. ÚKZÚZ 1999.
- Psota, V. - Jurečka, D.: Registration der Sommergerstesorten im Jahr 2003.** Kvasny Prum. **49**, 2003, Nr.6, S. 142-146.
- Aufgrund der Versuche zur Registration, die in den Jahren 2000-2002 verliefen, wurden in der Tschechischen Republik im Jahr 2003 die folgenden neuen Sorten der Braugerste (alles Sommergersten) registriert: **BIATLON, CALGARY, FAUSTINA** und **RESPEKT**. Die Sorte **PEDANT** wurde nur für den Export von Saatgut registriert. Weiter wurde ausserhalb der Braugerstensorten eine Winter-mehrreihige Gerste **TRAMINER** registriert.
- Псота, В. – Юречка, Д.: Сорта ячменя зарегистрированные в Чешской республике в 2003 г.** Kvasny Prum. **49**, 2003, No. 6, стр. 142-146.
- На основе результатов испытаний проводимых с целью зарегистрирования новых сортов ярового солодорастиельного ячменя, выполняемых в 2000-2002 гг. в Чешской республике, были в 2003 г. зарегистрированы следующие сорта: **BIATLON, CALGARY, FAUSTINA** и **RESPEKT**. Сорт **PEDANT** был зарегистрирован только для вывоза в качестве посевного материала. Далее был зарегистрирован сорт несолодорастиельного озимого многорядного ячменя **TRAMINER**.

STANOVENÍ DEOXYNIVALENOLU (DON) VE SLADU VYROBENÉM Z JEČMENŮ CÍLENĚ INFIKOVANÝCH IZOLÁTY *Fusarium* spp.

1. Sledování vlivu DON na gushing a další kvalitativní parametry sladu

LEVELS OF DEOXYNIVALENOL (DON) IN MALT PREPARED FROM BARLEY ARTIFICIALLY INOCULATED WITH *Fusarium* spp.

1. Influence of DON on Gushing and Other Technological Parameters of Malt

ZUZANA SYPECKÁ¹, PAVLA HAVLOVÁ², MICHAELA NEVRKLOVÁ¹

¹Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav chemie a analýzy potravin, Technická 3, 166 28 Praha 6 – Dejvice/*Institute of Chemical Technology, Technická 3, CZ 166 28 Praha 6 – Dejvice*

²Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Sladařský ústav Brno/*Research Institute of Brewing and Malting, PLC, Malting Institute, Mostecká 7, 614 00 Brno*

Klíčová slova: ječmen, slad, deoxynivalenol, gushing, štafelany

Keywords: barley, malt, deoxynivalenol, gushing, oxalates

1 ÚVOD

Cereálie řadíme mezi zemědělské plodiny, které jsou často napadány hmyzími škůdci nebo houbovou infekcí (při vhodných klimatických podmínkách pro jejich růst). Celosvětově rozšířené houbové onemocnění, nazývané „**Fusarium head blight**“ (FHB), vyskytující se nejčastěji u pšenice a ječmene, bylo popsáno již na konci devatenáctého století [1]. V poslední době byl zaznamenán masivní výskyt FHB v Německu (epidemie 1987 a 1991), na středozápadě USA a v Kanadě (Manitoba, od roku 1993) [2]. Nejčastěji se FHB vyskytuje ve vlhkých a středně vlhkých pěstebních lokalitách, ale protože je závislá i na dalších klimatických podmínkách (teplota), může se výskyt FHB rok od roku velmi měnit. Možnosti restrikce výskytu FHB jsou v současnosti omezené (časté změny klimatických podmínek). Naopak moderní metody zemědělské praxe (např. minimální orba, omezená aplikace fungicidů) spíše nahrávají růstu FHB a dalšímu rozšíření fusarií.

Houbové mycelium *Fusarium* spp. může způsobit velké ekonomické ztráty, značně poničit úrodu, snížit kvalitu produkovaného zrna (sterilní, svařštělé obilky, často narůžovělé

1 INTRODUCTION

Cereals are ranged among the agricultural crops often attacked by insect pests or fungal infections (under the convenient climatic conditions for their growth). Globally spread fungal disease called „**Fusarium head blight**“ (FHB), occurring most frequently in wheat and barley, was described already in late 19th century [1]. Recently the massive incurrence of FHB was recorded in Germany (epidemic in 1987 and 1991), in the Middle West of the USA and in Canada (Manitoba, since 1993) [2]. Most frequently FHB occurs in damp and medium damp growing localities but as it also depends on further climatic conditions (temperature), FHB incurrence can change a lot year after year. Possibilities to restrict the FHB incurrence are limited today (frequent changes of climatic conditions). Conversely, modern methods of the agricultural practice (e.g. minimal tillage, limited application of fungicides) rather help to FHB growth and further spread of fusaria.

Fungal mycelium *Fusarium* spp. can cause great economic losses, damage crop considerably, lower the quality of the produced grain (sterile, shrunk caryopses of pinkish colour) or it can become a cause of disease of farm animals fed

barvy), a popřípadě se také stát příčinou onemocnění hospodářských zvířat krmených takto napadeným zrnem. Nicméně výskyt houbového mycelia je pouze počátkem problémů spojených s FHB. Houba je totiž schopna produkovat jako součást svého sekundárního metabolismu velmi stabilní toxické látky, **mykotoxiny**, které jsou odolné vůči tepelnému ošetření a mohou tedy přecházet až do finálních potravinářských produktů, např. mouky a pekařských výrobků nebo piva, jejichž prostřednictvím může u člověka docházet k příjmu mykotoxinů.

K nejčastěji se vyskytujícím fusariovým toxinům (trichothecenového typu) řadíme především **deoxynivalenol** (DON – někdy také označován názvem „vomitoxin“, jelikož hlavním příznakem akutní otravy je zvracení neboli vomitus). Jeho největšími producenty jsou *F. graminearum* a *F. culmorum* a DON se vyskytuje obvykle v několikanásobně vyšších koncentracích než ostatní trichotheceny (T-2 toxin, HT-2 toxin, acetylovaný deoxynivalenol, nivalenol atd.) a zearalenon.

Přechod mykotoxinů z ječmene do piva je závislý na jejich rozpustnosti a tepelné stabilitě. Produkce DON v průběhu sladování je velmi různorodá a pravděpodobně závisí jak na odrůdě ječmene, tak na technologických podmínkách sladování. Nalézané koncentrace DON ve sladu se obvykle pohybují na nižších hladinách než v ječmeni [3]. Ačkoli DON je rozpustný ve vodě, nedochází k jeho výraznému úbytku přechodem do máčecích vod v průběhu máčení ječmene, ale spíše dochází k jeho další tvorbě během máčení a klíčení (probíhá při optimálních teplotách a vlhkosti pro růst dalšího houbového mycelia). DON patří mezi inhibitory proteinové syntézy, a tudíž může potenciálně ovlivňovat i proces klíčení sladu. Mycelium jako takové je také producentem amylolytických a proteolytických enzymů a giberelinů, které mohou podpořit enzymovou syntézu v ječmeni [4]. V průběhu hvozdního pak dochází ke zničení mycelia a zastavení produkce DON, nikoli však k jeho odstranění či degradaci na netoxické degradační produkty. V průběhu dalšího technologického kroku výroby piva, rmutování, dochází obvykle k odstranění 80-95 % DON. Ačkoli jeho rezidua díky vysoké tepelné stabilitě mohou přecházet do dalšího meziprodktu, je třeba si uvědomit, že při vaření piva dojde ještě k dalšímu osmi až desetinásobnému zředění jeho koncentrace. Např. v průběhu sledování výskytu DON v komerčně prodáváných pivech (6 studií zahrnujících analýzu 327 piv z USA, Kanady a Evropy) nebyl u většiny vzorků vůbec detegován a pokud ano, jeho koncentrace se pohybovala mezi 5-20 ppb [5]. V tomto případě by tedy musel jedinec zkonsumovat najednou několik stovek litrů piva, aby požil letální dávku DON (akutní toxicita, pro myš LD₅₀ DON při orálním podání je 46 mg/kg tělesné hmotnosti, tj. dávka, která způsobí akutní úhyn 50 % experimentálních zvířat).

Dlouhodobější požívání nízkých hladin toxinů (chronická toxicita) se u hospodářských zvířat projevuje jako snížená produktivita, tj. zpomalený růst a snížený váhový přírůstek, zpomalená schopnost rozmnožování, nižší tržní kvalita hospodářských zvířat. Dlouhodobý příjem potravin kontaminovaných trichotheceny je u lidského organismu spojován s výskytem různých onemocnění, jako je septická angína (ATA-Alimentary Toxic Aleukia), akutní DON toxikóza, Akabi-byo toxikóza, otrava červenou plísní (Red Mold Disease – pojmenovaná podle červené diskolorace napadeného zrna) nebo Stachybotrytoxikóza (zaviněná makrocyclickými trichotheceny – satratoxiny, roridin E, verrucarín J). Mykotoxikózy vyvolané požitím potravin vyrobených z obilí obsahujícího mikroskopickou vláknitou houbu *F. graminearum* byly v minulosti detailněji popsány v Japonsku, Číně a také Indii.

Trichotheceny, jak již bylo řečeno, jsou látky stabilní a odolné vůči tepelnému zpracování. Proto vybrat vhodnou metodu dekontaminace potravin a krmiv je velmi obtížné především s ohledem na možné znehodnocení jejich výživové kvality. Především použití kontaminované suroviny pro výrobu po-

with a grain infected like that. All the same, occurrence of fungal mycelium is only the beginning of problems associated with FHB. Fungus is able to produce as a part of its secondary metabolism very stable toxic substances, **mycotoxins** that are resistant to thermal treatment and can thus pass even to the final food products, for example flour and bakery products or beer through which man can take up mycotoxins.

To the most frequently occurred fusarium toxins (of a trichothecene type) we range first of all **deoxynivalenol** (DON – sometimes also marked as „vomitoxin“, because vomiting, in other words vomitus, is a basic symptom of the acute poisoning). Its major producers are *F. graminearum* and *F. culmorum* and DON usually occurs in multiply higher concentrations than the other trichothecenes (T-2 toxin, HT-2 toxin, acetylated deoxynivalenol, nivalenol, etc.) and zearalenon.

Transition of mycotoxins from barley to beer depends on their solubility and thermal stability. Production of DON in the course of malting is much heterogenous and it probably depends both on the barley variety and on the technological conditions of malting. The determined concentrations of DON in malt usually move on the lower levels than in barley [3]. Though DON is soluble in water, its transition to steeping waters does not bring its substantial decline during steeping of barley but there is another production of it during steeping and germination instead (it proceeds at optimal temperatures and moisture for growth of further fungal mycelium). DON belongs to inhibitors of a protein synthesis and thus it can potentially influence also the process of malt germination. Mycelium as such is also a producer of amylolytic and proteolytic enzymes and gibberellins that can support enzymatic synthesis in barley [4]. In the course of kilning, DON production is stopped and mycelium is destroyed, but not removed or degraded to non-toxic degradation products. During another technological step of the beer production, mashing, 80-95% of DON is usually removed. Though due to a high thermal stability, its residua can pass to another intermediate product, we must realize that during brewing its concentration is further 8-10 times diluted. For example, in the course of following the incidence of DON in commercially sold beers (6 studies including an analysis of 327 beers from the USA, Canada and Europe), it was not detected at all in majority of samples and if it was, its concentration varied between 5-20 ppb [5]. In this case an individual would have to drink a few hundreds of litres of beer at once in order to consume a lethal dosage of DON (acute toxicity, for a mouse LD₅₀ DON is 46 mg/kg of the body weight when administered orally, that is a dosage causing 50 % mortality of the experimental animals).

In farm animals, the consumption of low levels of toxins (chronic toxicity) for a longer period expresses itself as a reduced productivity, i.e. slowdown in growth and body weight gain, reduced reproduction ability, lower market quality of farm animals. Long-term intake of food contaminated by trichothecenes is in the human organism connected with incurrence of various diseases as septic angina (ATA-Alimentary Toxic Aleukia), acute DON toxicosis, Akabi-byo toxicosis, poison with red mold (Red Mold Disease – named after red discoloration of the infected grain) or Stachybotrytoxikosis (caused by macrocyclic trichothecenes – satratoxins, roridin E, verrucarín J). In past mycotoxinoses induced by consumption of food produced from grains containing microscopic fibrous fungus *F. graminearum* were described in more details in Japan, China and also in India.

Trichothecenes, as we have already mentioned, are stable substances and they are resistant to thermal processing. Therefore it is very difficult to choose a suitable method for food and feed decontamination, mainly with respect to possible devaluation of their nutritious quality. Prevention of use of the contaminated material for the production of food is possible mainly by consistent checking initial materials and removing infected grains before the technological processing of the food material. Sieving, removal of outer grain parts, washing, mil-

travin lze především důslednou kontrolou vstupních surovin a odstraněním napadených zrn před započítáním technologického zpracování potravinářské suroviny. Mezi nejčastěji používané metody patří sítování, odstranění vnějších částí zrn, promývání, mletí (suché a mokré), separace napadených zrn dle jejich zbarvení (např. k automatickému třídění se v ČR úspěšně používá separátor Sortex, vybavený optickým čidlem), ozařování a různé formy technologických a kulinárních úprav jako např. pasterace, sterilace, zamražení nebo mikrovlnný ohřev. Úspěšnost těchto dekontaminačních postupů závisí na rozsahu a intenzitě čištění, stupni kontaminace a distribuci mykotoxinů v zrnech. Většina v současnosti používaných způsobů kontroly sladovnického ječmene však není efektivní ani z hlediska technologického, ani ekonomického. Např. separace fusarii napadených zrn na základě jejich nižší hmotnosti oproti zdravým zrnům snížila obsah DON pouze o 10-20 %. Chemické ošetření sladu v průběhu sladování také není řešením, především z důvodu vzniku nežádoucích sekundárních látek, které ovlivňují kvalitu sladu. Prostým řešením tohoto problému se tedy zdá být jediná možnost, vyhnout se používání kontaminovaného ječmene pro výrobu sladu a dávat přednost pěstování vhodných odrůd ječmene odolných vůči houbovým patogenům.

K nejčastějším efektům spojeným s výskytem FHB patří tzv. **primární gushing**. Přítomnost FHB v obilce ječmene a ve sladu je také spojována s dalšími vedlejšími efekty ovlivňujícími kvalitu piva, jako je „off-flavour“ nebo předčasná flokulace kvasnic, která vede k předčasnému ukončení fermentace [6].

Termín gushing je běžný jak v anglické, tak v německé literatuře a bývá jím označováno samovolné přepěnění piva z láhve nebo plechovky. Projevuje se především u piva, ale může se vyskytnout i u nealkoholických nápojů. Jde v podstatě o okamžité uvolnění oxidu uhličitého (CO_2) po otevření nádoby [7]. Výskyt gushingu je spojován, jak již bylo poznamenáno, s napadením obilky ječmene mikroskopickými vláknitými houbami nejen rodu *Fusarium*, ale i např. *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium* a *Nigrospora*. Vlastní látky, způsobující gushing, však nejsou přesně známy. Předpokládá se, že se jedná o látky, které jsou produkovány jako odezva na předchozí stres organismu, ať už v období růstu nebo při následném zpracování surovin za určitých podmínek (mikrobiální napadení, technologické zpracování ječmene – sladování apod.). Příčinou gushingu mohou být jednak metabolity vylučované patogeny, jednak sloučeniny, které se uvolňují z narušovaných buněčných stěn obou organismů a souvisí s jejich obranyschopností. Látky mohou být např. bílkovinné povahy nebo náleží mezi polysacharidy. Celý komplexní mechanismus reakcí, který se spustí při napadení rostliny patogenem, je velmi složitý. Z tohoto důvodu i celá problematika „původců“ gushingu a dalších uvedených technologických problémů výroby piva není dosud vyřešena.

Gushing ale nemusí vždy souviset s přítomností patogenů (fusarií). Příčinou tzv. **sekundárního gushingu**, který nesouvisí s kvalitou sladu, mohou být některé z výrobních faktorů, např. hrubý povrch lahví, přesycení oxidem uhličitým, vysoká koncentrace některých těžkých kovů, oxidační produkty, nesprávná manipulace s pivem a řada dalších. Také zvýšený obsah **šťavelanů** (ve formě šťavelanu vápenatého) může významně přispět k uvedenému jevu. Obsah šťavelanů v pivu je určen převážně obsahem šťavelanů v ječmeni a ve sladu. Je ovlivněn nejen ročníkem, ale i odrůdou [8]. Ovlivnit množství šťavelanů může i obsah vápníku v pivovarské vodě a ve sladu [9].

Hlavním cílem naší studie (2000-2002) bylo na základě polních pokusů s cíleně inokulovanými vhodně vytípanými odrůdami ječmene sledovat změny obsahu DON v ječmeni a sladu a dále se zaměřit, popř. definovat vztah mezi obsahem DON, gushingem, obsahem kyseliny šťavelové a technologickými parametry sladu.

ling (dry and wet), separation of infected grains based on their colour (in the CR, for example, a separator Sortex fitted with an optic sensor is used successfully for automatic grading), irradiation and various forms of technological and culinary treatments as for example pasteurization, sterilization, freezing or microwave heating belong to the most frequently used methods. Fruitfulness of these decontamination processes depends on the range and intensity of refinement, level of contamination and mycotoxin distribution in grains. However, majority of the currently used methods of a malting barley control is not efficient, neither from the technological nor economic point of view. For example, separation of the grains affected by fusaria based on their lower weight versus healthy grains reduced the content of DON only by 10-20 %. The chemical treatment of malt in the course of malting is not a solution either mainly due to the generation of undesirable secondary substances affecting the malt quality. The only possibility seems to be a simple solution of this problem – to avoid using contaminated barley for the malt production and to prefer growing suitable barley varieties resistant to fungal pathogens.

So called **primary gushing** belongs to the most frequent effects connected with the incidence of FHB. Presence of FHB in a barley caryopsis and malt is also connected with other side effects influencing the beer quality as off-flavour or premature flocculation of yeasts leading to precocious termination of fermentation [6].

Term gushing is common both in the English and in German literature and it usually indicates spontaneous over-foaming of beer from a bottle or tin. It expresses itself mainly in beer but it can occur in non-alcoholic beverages as well. Basically, immediate releasing of carbon dioxide (CO_2) after opening a bottle, is regarded here [7]. Gushing incidence is associated as already noted, with the attack of a barley caryopsis by microscopic fibrous fungi not only of species *Fusarium* but also for example *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, and *Nigrospora*. The very substances causing gushing, however, are not known exactly. It is supposed that these are substances produced as a response to a previous stress of an organism either in the growing period or during the consequential processing of materials under the certain conditions (microbial infection, technological barley processing – malting, etc.). Gushing can be caused either by metabolites that are secreted by pathogens or compounds released from infringed wall cells of both organisms and are in relation to their striking power. Substances can be for example of a protein nature or they belong to polysaccharides. The whole complex mechanism of reactions that is triggered after the plant attack by a pathogene, is very complicated. This is the reason why all the relevant questions regarding “casual agents” of gushing and other presented technological problems of the beer production have not been solved yet.

Gushing, however, does not always have to be related to the presence of pathogens (Fusaria). Some of the production factors as for example abrasive surface of bottles, supersaturation with carbon dioxide, high concentration of some heavy metals, oxidation products, incorrect handling with beer and many others, can be a cause of a so-called **secondary gushing** which is not related to the quality of malt. The increased content of **oxalates** as well (in form of calcium oxalate) can contribute significantly to the given phenomenon. The content of oxalates in beer is prevalently determined by the oxalate content in barley and malt. It is influenced not by a year only but by a variety as well. [8]. The amount of oxalate content can be influenced also by the calcium content in brewing water and in malt [9].

The principal objection of our study (2000-2002) was, based on the field trials with purposefully inoculated, suitably selected barley varieties, to follow changes in the content of DON in barley and malt and further to focus on or to define the relation among the content of DON, gushing, oxalate acid content and technological malt parameters.

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1 Polní experimenty

Polní pokusy byly prováděny ve spolupráci se Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž v průběhu sklizní 2000-2002. Umělá infekce fusarií byla provedena v období květu jarního ječmene vysoce patogenními izoláty *Fusarium culmorum*. Po předplodině cukrovka byl na poli vždy ponechán rozdrčený chrást a zapraven do půdy střední orbou. Sklizeň cukrovky byla provedena v raném termínu. U předplodiny pšenice v roce 2002 byly posklizňové zbytky mělce zapraveny do půdy diskováním.

2.2 Stanovení deoxynivalenolu

Pro určení obsahu DON byla použita multireziduální analytická metoda pro stanovení trichothecenových mykotoxinů publikovaná Radovou a kol. [10]. Metoda sestávala z extrakce 10 gramů vzorku 100 ml směsí acetonitril-voda (84:16, v/v), 1 h třepání na třepačce, filtrace přes skládaný filtr, přečištění alikvotu pomocí SPE-MycoSep 225 kolony (odebírání frakce 4 ml) a derivatizace do sucha odpařeného rezidua vzorku trifluoacetanhydridem kyseliny octové (100 μ l TFAA/20 min/60 °C). Pro identifikaci a kvantifikaci byla využita plynová chromatografie s detektorem elektronového záchytu (GC/ECD) za podmínek: kolona HP-35 (30 m 0,25 mm 0,15 μ m), nástřik 1 μ l (splitless), nosný plyn He – průtok 1 ml/min, make-up plyn N₂ – průtok 50 ml/min, teplotní program – 80 °C zadrž 2 min, vzrůst 5 °C/min do 150 °C, vzrůst 3 °C/min do 207 °C, vzrůst 1,5 °C/min do 250 °C, 250 °C zadrž 5 min, teplota detektoru 300 °C, teplota nástřiku 250 °C.

2.3 Technologie sladování

Vzorky ječmene byly sladovány upravenou technologií určenou pro výrobu sladů, které se podrobují testu na gushing, tzn. máčení dvoudenní 3-5 h pod vodou, klíčení 6 dní, hvozďení 1 x 22 h při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 h.

2.4 Gushing

Ke stanovení gushingu ve sladu byl použit třídní test Carlsberg [11]. Metoda je založena na předpokladu, že markery přepěnění jsou ve vodě rozpustné, aktivní a rozpustné po povaření a aktivní za podmínek převládajících v pivu. Postup zahrnuje nahrazení 50 ml nepřepěňujícího hotového piva sladovým extraktem, třídní třepání a pak otevření.

2.5 Šťavelany a další základní kvalitativní parametry ječmene a sladu

Obsah kyseliny šťavelové byl stanoven metodou kapilární izotachofórey [12]. Základní parametry ječmene a sladu byly stanoveny podle Pivovarsko-sladařské analytiky [13] a Analytiky EBC [14]. U ječmene se stanovila vláha a obsah bílkovin. U vzorků vyrobených sladů se stanovila barva EBC, viskozita, extrakt, rozdíl extraktu DLFU, relativní extrakt, diastatická mohutnost, obsah bílkovin, rozpustný dusík, Kolbachovo číslo, friabilita a obsah β -glukanů.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Při polních experimentech v letech 2000-2001 byla jako předplodina zvolena **cukrovka**, která je řazena spolu s řepkou nebo obilninami mezi předplodiny vhodné pro pěstování obilnin. Oproti kukuřici neposkytují dostatek organických zbytků plodin, jež jsou vhodným substrátem pro přenos houbového mycelia. Dále byly vytipovány na základě dlouhodobých pokusů s odrůdami sladovnického ječmene a znalostí pěstovaných odrůd v České republice takové tři odrůdy sladovnického ječmene, aby bylo pokryto celé spektrum, od odrůdy náchylné k houbové infekci (**Akcent**), přes středně odolné odrůdy (**Kompakt**) až po odrůdu k houbové infekci

2 EXPERIMENTAL PART

2.1 Field experiments

Field trials were carried out in cooperation with the Agricultural Research Institute Kroměříž during the harvests of 2000-2002. Artificial infection with fusaria was carried out in the period of spring barley blossom with highly pathogenic isolates of *Fusarium culmorum*. After a foregoing crop sugar beet, crushed beet tops were always left on a field and applied to soil by medium ploughing. Sugar beet harvest was made in the early period. In the year 2002, in the foregoing crop wheat, crop residues were shallowly ploughed into soil.

2.2 Assessment of deoxynivalenol

The multiresidual analytical method for the determination of trichothecene mycotoxins published by Radová et al was used to assess the DON content [10]. The method comprised of the extraction of 10 grams of a sample of 100 ml of a mixture acetonitril-water (84:16, v/v), shaking in a shaker for 1 hour, filtration through a folded filter, refining of the aliquot by means of SPE-MycoSep 225 column (sampled fraction of 4 ml) and derivatization of a sample residuum evaporated to dry by trifluoacetanhydrid of acetic acid (100 μ l TFAA / 20 min / 60 °C). For the identification and quantification, gas chromatography with an electron catching detector (GC/ECD) was used under the conditions: column HP-35 (30 m 0.25 mm 0.15 m), feed 1 μ l (splitless), carrying gas He – discharge 1 ml/min, make-up gas N₂ – discharge 50 ml/min, temperature programme – 80 °C detention 2 min, increase 5 °C/min to 150 °C, increase 3 °C/min to 207 °C, increase 1,5 °C/min to 250 °C, 250 °C detention 5 min, detector temperature 300 °C, feed temperature 250 °C.

2.3 Malting technology

Barley samples were malted by the adopted technology determined for the production of malts subjected to the gushing test, it means two-day steeping, 3 – 5 hours under water, germination for 6 days, kilning 1 x 22 hours at the kilning temperature 80 °C for the period of 4 hours.

2.4 Gushing

The three-day Carlsberg test was used for determination of gushing in malt [11]. The method is based on the presumption that markers of overfoaming are soluble in water, active and soluble after boiling, and active under the conditions prevailing in beer. The procedure includes replacement of 50 ml of a finished non-overfoaming beer with malt extract, three-day shaking and then opening.

2.5 Oxalates and other basic qualitative parameters of barley and malt

The content of the oxalate acid was assessed by the method of capillary izotachophoresis [12]. The basic parameters of barley and malt were assessed pursuant to Brewing and Malting Analytics [13] and Analytica EBC [14]. Moisture and the protein content were assessed in barley. EBC colour, viscosity, extract, difference of the DLFU, relative extract, diastatic power, protein content, soluble Nitrogen, Kolbach index, friability and β -glucan content were assessed in samples produced from malts.

3 RESULTS AND DISCUSSION

In field experiments in years 2000 – 2001, **sugar beet** was chosen foregoing crop, sugar beet along with rape or cereals are classified as foregoing crops convenient for growing as cereals. Conversely to maize they do not provide enough organic crop residues which are a suitable substrate for transmission of fungal mycelium. Next, based on long-term tests with barley malting varieties and knowledge of the varieties grown

rezistentní (**Forum**). Aby byl co nejvíce eliminován vliv klimatických podmínek, byly tytéž pokusy opakovány v průběhu let 2000–2001. V roce 2002 pak stejné odrůdy po předplodině cukrovka nebyly infikovány, aby mohla být porovnána produkce DON při přirozeném výskytu fusarií. Pro cílenou infekci fusarií v roce 2002 byla zvolena předplodina pšenice, aby bylo možné porovnat vliv předplodiny na produkci DON.

Pro cílenou inokulaci rostlin ječmene byly použity v jednotlivých letech různé izoláty mikroskopické vláknité houby *Fusarium culmorum*, jednoho z největších producentů trichothecenů typu B, u kterých byla předem ověřena tvorba deoxynivalenolu.

V roce 2000 byla produkce deoxynivalenolu u všech tří testovaných odrůd sladovnického ječmene (především však u Akcentu, náchylné odrůdy vůči fusariové infekci) několikanásobně vyšší než v následujících letech (2001–2002). Zatímco u odrůdy Akcent obsah DON po sladování zůstal téměř beze změny na stejné koncentrační hladině (okolo 1200 $\mu\text{g/kg}$), v případě středně odolné odrůdy Kompakt po zesladování došlo k přibližně desetinásobnému nárůstu koncentrace DON (obr. 1). Rezistentní odrůda Forum obsahovala velmi nízké koncentrace DON (pod 100 $\mu\text{g/kg}$) před i po zesladování. Hodnoty gushingu byly u odrůd Forum a Kompakt nulové, vyšší hodnota byla nalezena pro náchylnou odrůdu Akcent (12 ml), což je možné označit za velmi dobrou korelaci obsahu DON a gushingu. Co se týče obsahu šťavelanů, hodnoty se pohybovaly nad 20 mg/100 g sušiny. Nejvyšší obsah šťavelanů byl naměřen u odrůdy Kompakt (25,38 mg/100g suš.), nejnižší u odrůdy Forum (21,01 mg/100 g suš.). Kvalita ječmene nevyhovovala sladařským požadavkům, tj. do 11,5 % obsahu bílkovin. V důsledku této skutečnosti byla i špatná chemická kvalita sladu (tab. 1). Dosažené výsledky plně korelovaly s výsledky získanými v úkolu VÚPS [15].

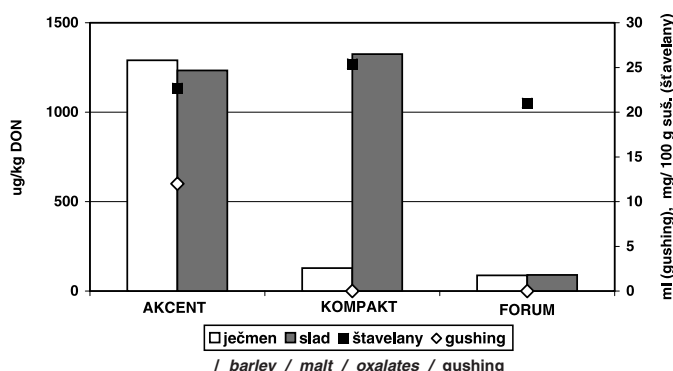
V roce 2001 byla inokulace testovaných odrůd provedena odlišným izolátem *F. culmorum*, který v porovnání s izolátem *F. culmorum* použitým v roce 2000, produkoval poměrně nízké hladiny DON. V tomto roce již bylo velmi obtížné rozdělit testované odrůdy sladovnického ječmene do jednotlivých skupin podle odolnosti vůči fusariové infekci. Neočekávaným zjištěním byla vysoká koncentrace DON ve vzorku sladu odrůdy Forum. Možným vysvětlením může být jeho dodatečná produkce v průběhu sladování nebo uvolněním vázaného DON (obvykle ve formě glukoronidů) díky enzymatickým procesům probíhajícím v průběhu sladování. U gushingu byla zachována posloupnost jako v roce 2000, ale naměřené hodnoty byly vyšší, tzn. nejvyšší hodnota byla zjištěna u náchylné odrůdy Akcent (62 ml), nižší hodnoty

in the Czech Republic, such three varieties of malting barley were specified so that the whole spectrum of varieties could be covered, from the variety susceptible to the fungal infection (**Akcent**), over varieties with medium resistance (**Kompakt**) to the varieties resistant to the fungal infection (**Forum**). To eliminate the effect of the climatic conditions as much as possible, the same trials were repeated in the course of years 2000 – 2001. In the year 2002 then, the same varieties after the foregoing crop sugar beet were not infected so that the production of DON in the natural occurrence of *Fusaria* could be compared. For the intentional infection with *Fusaria* the foregoing crop wheat was chosen in the year 2002 so that it could be possible to compare the influence of a forecrop on the DON production.

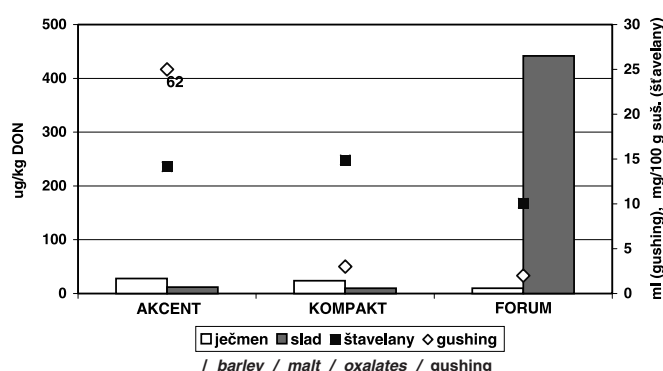
For the intentional inoculation of barley plants, various isolates of microscopic fibrous fungi *Fusarium culmorum*, one of the largest producers of trichothecenes of the type B in which generation of deoxynivalenol had been checked before, were used in single years.

In the year 2000 the deoxynivalenol production was in all three tested varieties of malting barley (but mainly in Akcent, a susceptible variety to fusarium infection) multiply higher than in the following years (2001–2002). While in the variety Akcent the content of DON after malting remained nearly without a change on the same concentration level (about 1200 $\mu\text{g/kg}$), in case of the mid-resistant variety Kompakt there was approximately a tenfold increase of the concentration of DON after malting, see Fig. 1. The resistant variety Forum contained very low concentrations of DON (below 100 $\mu\text{g/kg}$) before and also after malting. The values of gushing were zero in the varieties Forum and Kompakt, a higher value was found for a susceptible variety Akcent (12 ml), which can be identified as a very good correlation of the DON content and gushing. Regarding the oxalate content, the values varied above 20 mg/100 g of dry matter. The highest oxalate content was measured in the variety Kompakt (25.38 mg/100g d.m.), the lowest in the variety Forum (21.01 mg/100 g d.m.). The quality of barley did not meet the malting requirements, i.e. to 11.5 % of the protein content. Poor chemical quality was a consequence of this fact (Tab. 1). The achieved results correlated fully with the results acquired in the task of the RIBM [15].

In the year 2001 inoculation of the tested varieties was carried out with a different isolate *F. culmorum* which in comparison with the isolate *F. culmorum* used in the year 2000, produced relatively low values of DON. In this year it was very difficult to classify the tested varieties according to resistance to fusarium infection. The unexpected finding was a high concentration of DON in a malt sample of the variety Forum. The possible explanation can be its supplementary production in the course of malting or release of bound DON (usually in the form of gluco-



Obr. 1/ Figure 1 Porovnání obsahu DON, šťavelanů a gushingu v ječmeni a sladu po předplodině cukrovka, sklizeň 2000 – cíleně infikované vzorky/Comparison of DON content, oxalates and gushing in barley and malt after a forecrop sugar beet, harvest 2000 – intentionally infected samples



Obr. 2/ Figure 2 Porovnání obsahu DON, šťavelanů a gushingu v ječmeni a sladu po předplodině cukrovka, sklizeň 2001 – cíleně infikované vzorky/Comparison of DON content, oxalates and gushing in barley and malt after a forecrop sugar beet, harvest 2001 – intentionally infected samples

Tab. 1/ Table 1 Sledované technologické parametry/ Followed technological parameters

Odrůda/Variety	Jednotky/ Units	Akcent		Kompakt		Forum	
Rok/Year		2000	2001	2000	2001	2000	2001
Ječmen/Barley							
Obsah vláhy/Moisture content	%	13.7	13.3	13.7	13.8	13.6	13.8
Obsah bílkovin/Protein content	%	12.9	11.8	12.3	11.7	12.3	10.0
Slad/Malt							
Barva/Colour	j./u. EBC	6.6	3.2	4.5	4.0	3.8	2.7
Viskozita/Viscosity	MPa.s	1.50	1.52	1.46	1.49	1.51	1.54
pH lab. sladiny/pH of lab. wort		5.71	5.96	5.85	5.90	5.82	6.02
Extrakt v moučce/Extract in meal	%	80.8	80.9	81.8	81.5	82.8	82.4
Rozdíl extraktu DLFU/Difference of extract	%	2.0	2.3	1.6	1.4	2.5	1.4
Rel. extrakt 45 °C/Rel. extract 45 °C		49.9	40.4	46.8	37.6	44.2	33.3
Diastatická mohutnost/Diastatic power	jWK	300	384	375	374	390	326
Stupeň prokvašení/Final attenuation	%	75.7	81.1	74.3	78	80.0	79.6
Obsah bílkovin/Protein content	%	12.2	11.3	12.1	11.2	11.9	9.4
Rozpustný dusík/Soluble nitrogen	mg/100 ml	109	83	104	93	100	78
Kolbachovo číslo/Kolbach index		49.6	40.9	47.8	46.3	46.8	46.2
Friabilita/Friability	%	73	76	80	82	84	87
Obsah β -glukanů/ β -glucan content	mg/l	382	333	266	203	367	254
Gushing	ml	12	62	0	3	0	2
Šťavelany/Oxalates	ng/100g suš./d.m.	22.67	14.14	25.32	14.90	21.01	10.08

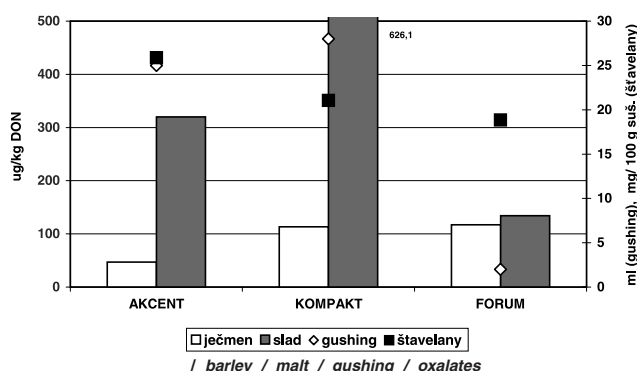
u odrůdy Kompakt (3 ml) a Forum (2 ml). Obsah šťavelanů oproti roku 2000 byl mnohem nižší, pohyboval se v mezích od 14,9 do 10,08 mg/100 g suš. Opět nejvyšší hodnota byla naměřena u odrůdy Kompakt a nejnižší u odrůdy Forum. Z výsledků hodnot parametrů, jako jsou např. obsah bílkovin, extrakt, obsah β -glukanů apod., můžeme konstatovat, že vzorky ječmene a sladu roku 2001 byly kvalitnější ve srovnání s rokem 2000 (tab. 1). Tento závěr je shodný se závěrem výzkumného úkolu VÚPS [16].

Při porovnání hladin deoxynivalenolu v ječmeni a sladu v jednotlivých letech po různých předplodinách (obr. 2 a 4) lze konstatovat, že obilovina (pšenice) je spolu s cukrovkou vhodnou předplodinou pro pěstování sladovnického ječmene. Hladiny DON se u všech testovaných vzorků pěstovaných v roce 2002 po předplodině pšenice, cíleně infikovaných izolátem *F. culmorum*, pohybovaly na nižších úrovních (u ječmene max. 260 μ g/kg), běžně detegovaných v posklizňových vzorcích ječmene v pěstebních lokalitách ČR. V případě přirozené infekce by se patrně ve všech případech nálezy DON pohybovaly tak jako u neinfikovaných vzorků (pouze přirozená kontaminace) pěstovaných po předplodině cukrovka okolo 100 μ g/kg (obr. 3).

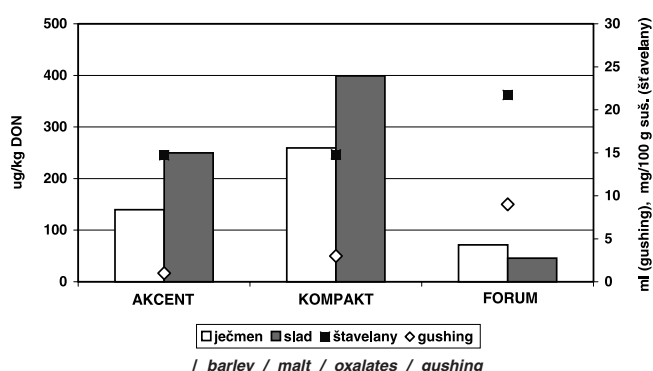
Jako nejnáchylnější odrůda vůči fusariové infekci a pro-

ronids) due to enzymatic processes ongoing during malting. In gushing, the same succession as in the year 2000 was maintained but the measured values were higher, it means the highest temperature was ascertained in the susceptible variety Akcent (62 ml), lower values in the varieties Kompakt (3 ml) and Forum (2 ml). The oxalate content versus the year 2000 was much lower. It varied in the scope from 14.9 to 10.08 mg/100 g of d.m. The highest value was again measured in the variety Kompakt and the lowest in the variety Forum. From the results of the values of parameters as for example protein content, extract, β -glucan content, etc. we can state that the samples of barley and malt of the year 2001 were of a better quality in comparison with the year 2000 (see Tab. 1). This conclusion coincides with the conclusion of the research task of the RIBM [16].

After comparing deoxynivalenol levels in barley and malt in the individual years after various forecrops (see Fig. 2 and 4) we can state that a cereal (wheat) is together with sugar beet a suitable forecrop for growing of malting barley. The levels of DON in all tested samples grown in the year 2002 after a forecrop wheat, intentionally infected by an isolate *F. culmorum*, varied on the lower concentrations (in barley max. 260 g/kg), commonly detected in postharvest samples of barley in the growing localities of the CR. In case of a natural infection, fin-



Obr. 3/ Figure 3 Porovnání obsahu DON, šťavelanů a gushingu v ječmeni a sladu po předplodině cukrovka, sklizeň 2002 – neinfikované vzorky/Comparison of DON content, oxalates and gushing in barley and malt after a forecrop sugar beet, harvest 2002 – non-infected samples



Obr. 4/ Figure 4 Porovnání obsahu DON, šťavelanů a gushingu v ječmeni a sladu po předplodině obilovina, sklizeň 2002 – cíleně infikované vzorky/Comparison of DON content, oxalates and gushing in barley and malt after a forecrop sugar beet, harvest 2002 – intentionally infected samples

dukci DON se v roce 2002 jevila odrůda Kompakt (obr. 4) (v předchozích letech experimentu byla takto označena odrůda Akcent). Tak jako v prvních dvou letech experimentu i v roce 2002 byla zjištěna dobrá korelace mezi obsahem šťavelanů, gushingem a DON. U vzorků cíleně infikovaných fusarií v roce 2002 však měla tato korelace opačný trend. Pro rezistentní odrůdu Forum (nejnižší hladina DON) byly v roce 2002 po předplodině obilovina (cíleně infikované vzorky) naměřeny nejvyšší hodnoty obsahu šťavelanů a gushingu na rozdíl od vzorků po předplodině cukrovka (pouze přirozená kontaminace) a od cíleně infikovaných vzorků po předplodině cukrovka v letech 2000 a 2001.

4 ZÁVĚR

Výskyt fusarií nejen v cereáliích je v současnosti celosvětovým problémem. Množství, v jakém tyto mikroskopické vláknité houby produkují mykotoxiny, se meziročně velmi liší a je závislé především na typu houbového izolátu, klimatických podmínkách (především vlhkosti), rezistenci pěstovaných odrůd a technologickém ošetření půdy i skladování sklizených plodin.

Z hlediska náchylnosti k fusariové infekci můžeme na základě našich experimentů vytipovat odrůdu Forum jako vhodnou pro pěstování sladovnického ječmene a odrůdu Akcent označit jako nejméně vhodnou. Z hlediska sklonu ječmene k přepěňování pořadí odrůd ale také významně ovlivňovala předplodina. Jako předplodina se jevila nejvhodnější cukrovka.

U některých testovaných vzorků byly nalezené koncentrace DON ve sladu vyšší než v ječmeni, což zcela nepotvrdilo závěry práce publikované Schwarzem [3], který uvádí, že hladiny DON jsou ve sladech oproti ječmeni nižší. V průběhu studie nebyly měněny parametry sladování, aby nebyl vnášen další neznámý faktor. Zůstává tedy otázkou, zda a jakým způsobem změna postupu sladování ovlivňuje produkci DON a ostatní sledované kvalitativní parametry sladu. Výzkumy proto v této oblasti dále pokračují. Bude sledována změna koncentrace DON v průběhu jednotlivých kroků sladování a v případě získání dostatečného množství kontaminovaného sladu bude sledován i jeho přechod do piva.

Přítomnost a množství DON ve vzorcích ječmene a sladu nelze jednoznačně označit za přímý faktor ovlivňující gushing, ale mykotoxiny (DON atd.) patří k hlavním indikátorům výskytu houbového mycelia. Bylo by vhodné vedle DON stanovit i jiné další indikátory výskytu mikroskopických vláknitých hub, které nás informují o přítomnosti mikroorganismů v obilce ječmene a tím o možnostech problémů s nimi spojených.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, obsah DON, šťavelanů ale i další sledované parametry jsou závislé na odrůdě, předplodině, ročníku (klimatických podmínkách), což potvrdila i naše studie. Pro formulaci a potvrzení vzájemných závislostí mezi jednotlivými parametry a faktory, které je mohou ovlivňovat, je třeba provést dlouhodobější experimenty. Současně by bylo vhodné rozšířit škálu nejen sledovaných odrůd, ale i parametrů.

Poděkování

Tato studie byla provedena v rámci projektu NAZV QC 0069 (2000 – 2003) „Mycotoxiny hub rodu *Fusarium* na ječmeni a pšenici a ochrana proti nim“.

Zvláštní poděkování patří Ing. Marii Váňové, CSc. za zajištění polních experimentů, přípravu a distribuci vzorků.

Lektoroval RNDr. František Malíř, Ph.D.

Překlad Mgr. Vladimíra Nováková

Do redakce došlo 25. 4. 2003

dings of DON would probably varied in the same way as in the non-infected samples (only the natural contamination) grown after the forecrop sugar beet around 100 µg/kg, see Fig. 3.

In the year 2002, the variety Kompakt appeared to be the most susceptible variety to the fusarium infection and DON production, see Fig. 4 (in previous years of the experiment it was the variety Akcent). As in the first two years of the experiment, in the year 2002 as well, a good correlation among the oxalate content, gushing and DON was found. In 2002, in intentionally infected fusaria, however, the correlation had an opposite trend. In 2002, for the resistant variety Forum (the lowest level of DON) the highest values of the oxalate content and gushing after the forecrop cereal (intentionally infected samples) were measured contrary to the samples after the forecrop sugar beet (only the natural contamination) and the intentionally infected samples after the forecrop sugar beet in years 2000 and 2001.

4 CONCLUSION

Today incidence of fusaria not only in cereals has been a global problem. The amounts in which these microscopic fibrous fungi produce mycotoxins differ much year from year and it depends mainly on the type of a fungal isolate, climatic conditions (mainly on moisture), resistance of growing varieties and technological treatment of soil and harvested crop storage.

Based on our experiments, from the aspect of susceptibility to a fusarium infection, we can determine the variety Forum as suitable for growing of malting barley and the variety Akcent mark as the least suitable. From the aspect of the inclination of barley to overfoaming, the order of varieties was significantly affected by a forecrop, sugar beet appeared to be the most suitable one.

In some tested samples the found concentration of DON in malt was higher than in barley, which did not completely confirmed conclusions of the study published by Schwarz [3], who states that the levels of DON are in malts conversely to barley lower. In the course of the study the malting parameters were not changed so as no new factor was brought in. Thus a question remains whether and in what manner the change of a malting procedure influences the DON production and the other followed parameters of the malt quality. For this reason researches in this field have been going on. The change of the DON concentration will be observed in the course of individual steps of malting and in case of acquiring a sufficient amount of the contaminated malt its transition to beer will be followed too.

Presence and quantity of DON in barley samples and malt cannot be unambiguously identified as a direct factor influencing gushing but mycotoxins (DON, etc.) belong to the main indicators of fungal mycelium occurrence. It would be appropriate to determine besides DON also other indicators of occurrence of microscopic fibrous fungi informing us about the presence of microorganisms in a barley caryopsis and thus about the possibilities of problems related to them.

As already mentioned in the introduction, the content of DON, oxalates but also other followed parameters depend on the variety, forecrop, year (climatic conditions), which was confirmed by our study as well. It is necessary to perform experiments in a longer period for formulation and affirmation of the mutual dependencies among the individual parameters and factors that can influence them. At the same time it would be suitable to enlarge the scale not only of the followed varieties but of the parameters as well.

Acknowledgement

This study was accomplished in the scope of the project of NAZV QC 0069 (2000 – 2003) „Mycotoxins of Fungi of the Species *Fusarium* on Barley and Wheat and Protection against them“.

Special acknowledgement belongs to Marie Váňová, PhD. for securing field experiments, sample preparation and distribution.

Literatura/References

- [1] Mathre, D.E. Ed.: Scab or Head Blight, American Phytopathological Society Compendium of Barley Diseases (APS Press, St. Paul, Minnesota, 1982), pp. 42-43.
- [2] Niessen, L., Bohm-Schrami, M., Vogel, H., Donhauser, S.: Deoxynivalenol in Commercial Beer – Screening for toxin with an indirect competitive ELISA, *Mycotoxin Research* **9**, 1993, pp. 99-109.
- [3] Schwarz, P.B., Casper, H.H., Beattie, S.: Fate and development of naturally occurring *Fusarium* mycotoxins during malting and brewing, *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **53**, 1995, pp. 121-127.
- [4] Gudmestad, N., Taylor, R., Schwarz, P.: How Healthy Is Your Malt? What You Should Know about a Disease that Could Affect Your Beer, *The Brewers' Market Guide*, 02/2003.
- [5] Scott, P.M.: Mycotoxins transmitted into beer from contaminated grains during brewing, *J. Ass. Off. Anal. Chem. Int.* **79**, 1996, pp. 875-882.
- [6] Axcell, B., Van Nierop, S., Vundla, W.: Malt Induced Premature Yeast Flocculation, *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* **37**, 2000, pp. 501-504.
- [7] Pellaud, J.: Gushing: State of the Art, *Cerevisia* **27**, 2002, pp. 189-205.
- [8] Müller, J.: Diss. VLB Berlin, 1982.
- [9] Schur, F., et al.: Schw. Br. Rdsch. **91**, 1980.
- [10] Radová, Z., Holadová, K., Hajšlová, J.: Comparison of two clean-up principles for determination of trichothecenes in grain extract, *J. Chromatogr., A*, **829** (1998), pp. 259-267.
- [11] Vaag, P. et al.: A simple and rapid test for gushing tendency in brewing materials, *Proc. Eur. Brew. Congr. Oslo*, 1993, **24**, pp. 155-162.
- [12] Havlová, P.: Stanovení kyseliny šťavelové ve sladu a pivu, *Kvasny Prum.* **43**, 1997, pp. 37-38.
- [13] Basařová, G. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta, Praha, 1993.
- [14] Analytika EBC, IV-th edition, Zurich, 1997.
- [15] Prokeš, J.: Hodnocení jakosti sklizně 2000, zpráva VÚPS, a.s., Sladařský ústav Brno, 2000.
- [16] Prokeš, J.: Hodnocení jakosti ječmene v České republice ze sklizně 2001, zpráva VÚPS, a.s., Sladařský ústav Brno, 2001.

Sypecká, Z. – Havlová, P. – Nevřklová, M.: Stanovení deoxynivalenolu (DON) ve sladu vyrobeném z ječmene cíleně infikovaných izoláty *Fusarium* spp. 1. Sledování vlivu DON na gushing a další kvalitativní parametry sladu. *Kvasny Prum.* **49**, 2003, č.6, s. 146-153.

Trichotheceny, produkty sekundárního metabolismu mikroskopických vláknitých hub rodu *Fusarium*, patří mezi jednu z nejsledovanějších skupin mykotoxinů. Z obilnin jsou fusarii nejčastěji napadány ozimá pšenice, žito, tritikale a ječmen, ale setkáváme se s nimi i na jarních ječmenech, pšenicích a ovsu. Nejfrekventovanějším příznakem patogenního stavu zemědělských plodin napadených vláknitými houbami rodu *Fusarium* je plesnivění semenáčků, listů a hlaviček nebo hníloba kořenů a klasů. Trichotheceny jsou odolné vůči tepelnému ošetření a mohou tedy přecházet až do finálních potravinářských produktů, např. mouky a pekařských výrobků nebo piva. Cílem studie (2000-2002) bylo na základě polních pokusů s cíleně inokulovanými vhodně vytipovanými odrůdami ječmene sledovat změny obsahu DON v ječmeni a sladu a dále se zaměřit, popř. definovat, na vztah mezi obsahem DON, gushingem a změnou technologických parametrů sladu.

Sypecká, Z. – Havlová, P. – Nevřklová, M.: Levels of Deoxynivalenol (DON) in Malt Prepared from Barley Artificially Inoculated with *Fusarium* spp. 1. Influence of DON on Gushing and Other Technological Parameters of Malt. *Kvasny Prum.* **49**, 2003, No.6, p. 146-153.

Trichothecenes, products of the secondary metabolism of microscopical fibrous fungi of the species *Fusarium*, belong to one of the most followed mycotoxin groups. Winter wheat, rye, tritikale and barley are the cereals most frequently attacked by *Fusaria* but we meet them on spring barleys, wheats and oats as well. Rot of seedlings, leaves and head blight or rot of roots and ears are the most frequent signs of the pathogenic state of agricultural crops attacked by the fibrous fungi of the species *Fusarium*. Trichothecenes are resistant to heat treatment and thus can pass to final food products, for example flour and bakery products or beer. The objective of our study (2000-2002), based on the field trials with intentionally inoculated suitably determined barley varieties, was to follow changes of the DON content in barley and malt and further to focus on or to define the relation among the content of DON, gushing and the change of the technological malt parameters.

Sypecká, Z. – Havlová, P. – Nevřklová, M.: Bestimmung des Deoxynivalenols (DON) im Malz, das aus Gersten, die zielgemäss

durch *Fusarium* spp. Isolate infiziert wurden. 1. Einfluss des DON auf das Gushing und weitere Parameter der Malzqualität. *Kvasny Prum.* **49**, 2003, Nr. 6, S. 146-153.

Die Trichothecene, Produkte des sekundären Metabolismus mikroskopischer faseriger Pilze vom Genus *Fusarium*, gehören zu den am intensivsten verfolgten Mykotoxinen. Aus den Getreidearten werden von *Fusaria* am öftesten Winterweizen, Roggen, Triticale und Gerste befallen, sie kommen jedoch auch in Sommergersten und Weizen und Hafer vor. Das frequentierteste Merkmal des pathogenen Zustandes der von Pilzen des Genus *Fusarium* befallenen landwirtschaftlichen Produkte ist das Schimmeln der Samenträger, Blätter und Köpfchen oder das Verfaulen der Wurzel und Ähren. Die Trichothecene sind gegenüber thermischer Behandlung beständig und können daher bis in die Finalprodukte der Lebensmittelindustrie übergehen, z.B. in Mehl, Backwaren oder Bier. Die Studie der Autoren (2000-2002) war – aufgrund von Feldversuchen mit ausgewählten gezielt inokulierten Gerstensorten – die Verfolgung der Änderungen in dem DON-Gehalt in Gerste und Malz und weiter auch auf die Klärung, bzw. Definition der Beziehungen zwischen dem DON-Gehalt, dem Gushing und den Änderungen der technologischen Parameter der Malze.

Сыпецка, З. – Гавлова, П. – Неврклова, М.: Определение дезоксиниваленола (DON) в солоде пригготовленном из ячменей намеренно зараженных изолатами *Fusarium* spp. 1-ая часть: Исследование влияния DON на gushing пива и на другие качественные параметры солода. *Kvasny Prum.* **49**, 2003, No. 6, стр. 146-153.

Трихотецены, продукты вторичного метаболизма микроскопических грибов *Fusarium* принадлежат к одной из самых исследуемых групп микотоксинов. Настоящим патогеном чаще всего заражены озимая пшеница, рожь, тритикале и ячмень. Однако можно с ними встретиться также на яровых ячменях, пшенице и овсе. Самым частейшим признаком патогенного состояния сельскохозяйственных культур, зараженных этими грибами, является плесневение сеянцев, листьев, или гниль корней и колосьев. Трихотецены устойчивы от термической обработки, в следствие чего они могут появиться в готовых продовольственных продуктах, напр. муке или булочных продуктах или в пиве. Целью экспериментов, проводимых на полях в 2000–2002 гг., при которых были использованы намеренно инокулированные подходящим образом избранные сорта ячменя, было исследование изменения содержания DON в ячмене и солоде, как и объяснение отношений между содержанием DON, фонтанированием (gushing) пива и изменением технологических параметров солода.

VÚPS, a.s. připravuje vydání barevného plakátu

„Poškození a vady obilek ječmene (*Hordeum vulgare* L.)“.

Laminovaný plakát o rozměrech přibližně 1220 mm (základna) x 860 mm (výška) uvádí detailní fotografie většiny závad, které se na obilce ječmene mohou objevit.

Bližší informace: Ing. Vratislav Psota, CSc., tel.: 545 214 110 1.27, E-mail: psota@brno.beerresearch.cz