

Z výzkumu a praxe

Samovolné přepěňování piva - gushing

Doc. Ing. JAROSLAV ČEPIČKA, CSc., Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, VŠCHT, Praha, Ing. JIŘÍ ŠROGL, Plzeňské pivovary, s.p., Plzeň, Ing. JOSEF ŠKACH, CSc., Výzkumný ústav pivovarsko-sladařský, Praha

Klíčová slova: pivo, přepěňování - gushing, fyzikální faktor

663.4

Samovolné přepěňování piva neboli gushing je nezádoucí jev, nepříznivě hodnocený spotřebiteli, který může negativně ovlivnit odbyt piva. První práce o samovolném přepěňování piva uveřejnili Windisch [1, 2] a Lüers [3]. Od té doby se tomuto celosvětovému pivovarskému problému věnují odborníci z Evropy, severní Ameriky i Japonska, jak v přehledných souhrnech literárních údajů [4, 5, 6, 7, 8], tak v původních studiích [9, 10]. Přes velké množství výzkumných prací zabývajících se samovolným přepěňováním piva nebyla jeho skutečná podstata dosud zcela plně objasněna. Během posledních 20 až 25 let však byla získána řada poznatků zejména o faktorech způsobujících či ovlivňujících gushing.

DEFINICE GUSHINGU

Termín "gushing", běžný v anglicky i německy psané odborné literatuře, je používán k popsání jevu samovolného přepěňování piva, ke kterému dojde při otevření láhve nebo plechovky. Tento jev se netýká pouze piva, ale je dobré znát i z výroby nealkoholických nápojů. Za normálních okolností se oxid uhličitý při otevření láhve či plechovky uvolňuje jen pozvolna přesto, že jeho koncentrace dosahuje až 5 g/l, což odpovídá 200% přesycení za daných podmínek. V případě gushingu dochází v okamžiku otevření obalu k náhlému samovolnému uvolnění oxidu uhličitého doprovázenému tvorbou obrovského množství krátké trvajících bublinek v celém objemu nápoje, což vede k velmi rychlé expanzi s prudkým výronem vzpěněného nápoje z obalu. V krajních případech může dojít ke ztrátám více než poloviny objemu piva v obalu. Toto prudké, samovolné a nadměrné vzpěnění piva zpravidla po několika sekundách ustává.

Vedle gushingu jsou popisovány i jiné případy samovolného přepěňení, a to u piv se špatnou manipulací (např. nadměrné třepání či prudký náraz před otevřením obalu) a u tzv. divokých piv, tj. piv silně nasycených oxidem uhličitým nebo s nadměrným obsahem vzduchu. Tyto důvody lze většinou snadno odstranit tak, aby k přepěnění nedocházelo.

VZNIK GUSHINGU A JEHO TYPY

Z hlediska frekvence výskytu tohoto jevu je zmínován sporadický gushing, který je zpravidla omezen na určitý pivovar a může být potlačen odstraněním nedostatků ve výrobním procesu. Naproti tomu epidemický gushing se vyskytuje obvykle v mnohem větším prostoru, ovlivňuje více pivovarů ve stejném časovém období a zdá se, že je vyvolán sezónně určitou abnormalitou v kvalitě sladů [11].

V Japonsku se příčinám gushingu soustavně věnovali Munekata a spol. [12] a došli k názoru, že gushing lze rozdělit na tzv. "letní typ" a "zimní typ". "Letní typ" gushingu se vyskytoval pouze tehdy, když bylo lahvičkové pivo skladováno, či jinak s ním manipulováno při vyšších teplotách v rozsahu 25 až 45 °C. Na druhé straně "zimní" typ gushingu se vyskytoval pouze po třepání či skladování piva za chladu.

V Austrálii Harvey [13] popsál cyklický sezónní gushing Lahvičkového piva a zjistil, že nejvyšší sklon ke gushingu vykazovala Lahvičková piva skladovaná po dobu 3 až 4 měsíců při 20 °C a že v sledovaném období pěti let byl výskyt gushingu nejnižší na počátku léta a nejvyšší na podzim. Tento typ gushingu, který lze nazvat "skladovací gushing", byl pozorován i v Japonsku, zejména na podzim. Také jiní autoři uvádějí, že pivo v láhvích zřídka kdy vykazuje gushing ihned po naplnění a pasteraci, ale jeho sklon ke gushingu vzrůstá s dobou skladování a nejsilnější je po 2 až 10 týdnech, pak opět klesá [2, 14].

Z hlediska příčin samovolného nadměrného přepěňování piva navrhla výzkumná skupina v pivovaru Carlsberg [15] rozlišovat gushing piva dvou typů, jmenovitě tzv. "primární gushing", který se vyskytuje periodicky a zdá se být ve vztahu ke kvalitě sladu a tzv. "sekundární gushing", který je způsoben chybami během výroby nebo chybou zacházení s pivem. Primární gushing související s kvalitou sladu je s největší pravděpodobností způsoben mikrobiální kontaminací ježmene bud' polními či skladištními plísněmi. Výskyt sekundárního gushingu, způsobeného jinými příčinami než kvalitou sladu, byl zaznamenán především u piv vyrobených z isomerovaných chmelových extraktů [16, 17, 18].

TEORETIČKÉ PRINCIPY SAMOVOLNÉHO PŘEPĚŇOVÁNÍ PIVA

Koncentrace oxidu uhličitého v běžných pivech v rozsahu 4 až 5 g/l představuje více než 200% přesycení. Přesto za normálních okolností tato piva po otevření obalu a uvolnění přetlaku nevykazují gushing. Vysvětlení tohoto jevu, který je znám i u jiných sycených nápojů, podal v souladu s Gibbsovou teorií Krause svou hypotézou jader [19]. Podle jeho vysvětlení je tvorba bublinek oxidu uhličitého v pivu možná bud' při abnormálně vysokém stupni přesycení, nebo v přítomnosti nesmočených částic. Bublinky tvořící se při otevření láhve piva se musejí vyvijet ze "suchých skvrn" na stěnách nebo na částečkách vznášejících se v pivu. Tyto částečky se mohou tvořit při třepání piva a materiál pro tyto částečky pochází ze sloučenin adsorbovaných na bublinky tvořené třepáním. Krause dále

usoudil, že při nadměrném přepěňování piva se vytváří velké množství jader, která působí jako centra pro uvolňování bublinek oxidu uhličitého, když plynné bublinky, jejichž povrch obsahuje povrchově aktivní látky, jsou třepány nebo vstříknuty do piva. V zavřené láhví jsou takové bublinky nestabilní a jsou tlakem převládajícím v láhví nuceny k opětovnému rozpuštění. To způsobuje koncentraci povrchově aktivních látek, jejímž výsledkem jsou koloidní misce, které pak mohou působit jako jádra či "suché skvrny" pro náhlé uvolňování oxidu uhličitého, zmizí-li při otevření láhve přetlak.

Platnost Krausovy teorie jader byla později potvrzena Schmithem [20], který experimentoval s modelovými roztoky oxidu uhličitého ve vodě. Modernější matematické pojetí vzniku a zániku plynných bublinek v kapalinách publikoval později Keller [21], který též ukázal, že přesycený roztok je k tvorbě bublinek stabilní, když všechny dostatečně malé bublinky (s počátečním poloměrem R menším než rovnovážný poloměr R_0) se rozpustí. Uvedl, že v nasyceném roztoku oxidu uhličitého ve vodě může docházet k růstu bublin pouze tehdy, jsou-li přítomna jádra, která mohou tvořit dostatečně velké bublinky.

Krausova hypotéza jader je považována mnoha výzkumníky za nejreálnější pro vysvětlení gushingu jako fyzikálního jevu [6,22,23]. Existují různé názory na charakter těchto "jader" (zárodků), která spouštějí spontánní uvolňování oxidu uhličitého, stává-li se jeho roztok přesyceným v okamžiku uvolnění přetlaku při otevření obalu. Může se jednat o případy:

- 1)mikrobublinky tvořené z neropuštěných plynů, jež li pivo třepáno
- 2)nepravidelnosti v povrchu stěny obalu
- 3)částečky skla (úlomky) vzniklé zvětráním skla
- 4)prach z korunkových uzávěrů a prach z laku
- 5)buňky kvasnic, plísní a bakterií
- 6)částečky křemeliny
- 7)mikrokristaly oxalátu vápenatého
- 8)vysrážené komplexy těžkých kovů a bílkovin
- 9)vysokou hladinu rozpuštěného kyslíku a dusíku
- 10)koloidní částečky pocházející ze sladu

Většina z uvedených typů jader se může poměrně snadno odstranit uvedením výrobního procesu v pivovaru do normálních kolejí a tak korigovat výskyt sporadického gushingu. Na druhé straně je nutné uvést, že samotná přítomnost některých z výše uvedených typů jader ještě nemusí znamenat automatické vyvolání gushingu [24].

V případě epidemického gushingu není dosud charakter jader, která ho způsobují, objasněn. Jádra skutečně vyvolávající gushing pravděpodobně vznikají z jaderných prekurzorů běžně existujících v pivu, jejich kvantita se ovšem u různých piv značně odlišuje. Prekurzory se vyvíjejí v plně vyvinutá jádra následkem různých podmínek jako je oxidace, nízká či vysoká teplota a přítomnost určitých těžkých kovů, jak uvádí Gray a Stone [25].

Gardner [6] ve své práci týkající se mechanismu samovolného přepěňování piva uvedl tři typy jader:

- Typ I - pevné hydrofóbní částice
- Typ II - zbytky plynu adsorbované na složky piva
- Typ III - stabilizované mikrobublinky

Poslední dva typy jader sestávají z embryonálních bublinek a lze je považovat za bublinová jádra. U hydrofóbních jader lze předpokládat usnadněnou tvorbu bublinek. Hydrofóbní povrch může snadno zachycovat embryonální jádra, koncentrovat je a způsobovat jejich zvětšení.

Při experimentech bylo často zjištěno, že pivo při gushingu po třepání obsahovalo velké množství značně stabilních mikrobublinek, které zůstávaly suspendovány v pivu po mnoho minut a působily jako jádra (zárodky) pro vznik gushingu [23,24]. Zjištění, že zcela naplněné láhve nikdy nevykazují gushing [24] a obchodní zkušenosti, že láhve uložené a převážené ve svislé poloze vykazují mnohem nižší gushing než láhve v horizontální poloze naznačují, že pro vznik gushingu je nezbytné vniknutí bublin z hrdlového prostoru do piva. Otázkou však stále zůstává, proč se tato jádra tvoří u piv vykazujících gushing a netvoří se u ostatních piv.

FYZIKÁLNÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ SAMOVOLNÉ PŘEPĚŇOVÁNÍ

K hlavním faktorům ovlivňujícím vznik samovolného přepěňování piva patří teplota, pohyb, geometrické uspořádání obalu, obsah oxidu uhličitého a obsah ostatních plynů v hrdlovém prostoru.

Význam teploty pro vznik gushingu naznačuje již rozlišování na letní a zimní gushing. S teplotou nepochybě souvisí i stupeň přesycení roztoku oxidu uhličitého v okamžiku otevření obalu s nápojem a vznik některých typů dříve zmíněných jader pro spontánní uvolnění oxidu uhličitého.

Rovněž mechanický pohyb v souvislosti s polohou láhve či plechovky byl již diskutován. Z tohoto důvodu i řada testů pro zjišťování sklonu piva k samovolnému přepěňování zahrnuje intenzívní třepání. Složitost tohoto problému naznačují práce japonských autorů [26], kteří zjistili, že bylo-li pasterované pivo podrobeno převraccenímu testu (třikrát obrácení vzhůru dnem během 30 sekund a pak 30 sekund odpočinek), nevykazovalo prakticky žádný gushing. Jestliže tytéž láhve byly třepány na rotační třepáčce (20 otáček za minutu) po dobu 5 až 60 minut, pak intenzita gushingu rostla s dobou třepání. V případě 60minutového třepání mizel gushing po 17 hodinovém odpočinku, zpětně se však objevoval, byly-li láhve následně podrobeny třikrát inversnímu testu.

CHEMICKÁ PODSTATA SAMOVOLNÉHO PŘEPĚŇOVÁNÍ PIVA

Většina ze zaznamenaných případů samovolného přepěňování piva způsobeného sladem byla zjištěna u ječmenů sklízených za nepříznivých klimatických podmínek a skladovaných v silech s vysokou vlhkostí. Z intenzivních studií mikroflory ječných zrn provedených v USA [27,28], ve Velké Británii [29], v Dánsku [30] a v Japonsku [26] vyplynulo, že ječná zrna jsou kontaminována půdními mikroorganismy jako jsou *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Stemphylium*, *Cladosporium*, *Microdochium* a dalšími, ale během skladování

ječmene začínají převládat "sladové mikroorganismy", jako jsou *Aspergillus*, *Penicillium* a *Rhizopus* v závislosti na vlhkosti ječmene a prostředí.

Přesvědčivý důkaz o vyvolání gushingu mikroorganismy rostoucími na ječných zrnech podali ve svých experimentech američtí výzkumníci, kteří přidávali do máčecí vody při mikrosladovacích pokusech izoláty 97 mikroorganismů izolovaných převážně z ječných zrn [31,32]. Výsledky ukázaly, že některé kmeny *Fusarium* a *Aspergillus* způsobovaly změny v analytických hodnotách, jako vzestup rozpustného dusíku, vzestup aktivity α -amylasy a diastatické mohutnosti a pokles stability vazby oxidu uhličitého, tedy vznik gushingu v pivu. Poté i *Gjertsen* a spol. [33] potvrdili v mnohem rozsáhlějších pokusech, že kontaminace ječných zrn některými kulturami *Fusarii* při máčení může vést ke sladům vyvolávajícím gushing. Jelikož přídavek extraktu mycelia nebo filtrátu kultury *Fusarii* nevedl ke vzniku gushingu v pivu, vyvodili z toho závěr, že gushing není způsobován Fusariemi jako takovými, ale je výsledkem interakce mezi Fusariemi a klíčícím ječmenem.

V roce 1973 se podařilo *Amahovi* a spol. [26] prokázat, že gushing piva vyvolávají určité látky produkované různými kmeny plísni *Alternaria*, *Stemphylium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Nigrospora* a *Fusarium graminearum*. Jako dominantní kmeny schopné vyvolat gushing po přidání do máčecí vody určili *Gyllang* a *Martinson* [34] kmeny *Aspergillus fumigatus* a *Aspergillus amstelodami*.

Izolaci a přečištění gushingového faktoru z neaktivnějších plísni provedli *Amaha* a spol. [26,35]. Přečištěný preparát označený NGF (Nitrogen Gushring Factor, neboli dusíkatý faktor vyvolávající gushing) vyvolával v pivu samovolné přepěňování již při koncentraci 0,05 ppm. Chemické složení ukazuje pravděpodobně na peptid hydrofóbního charakteru složeného ze 14 aminokyselin a amoniaku o molekulové hmotnosti 16 500. Obdobné pokusy o izolaci gushingového faktoru z kmenů dalších plísni ukázaly opět na přítomnost peptidových složek [21,26,33]. Gushingový faktor NGF je stabilní při laboratorní teplotě více než 12 měsíců. Je dále stabilní i proti zahřívání při pH 4 až 8. Byl-li NGF nebo preparát z ječmene infikovaného *Nigrosporou* přidán do rmutovacího kotle, vykazovalo hotové pivo zřetelný sklon ke gushingu. Z toho vyplývá, že tento gushingový faktor je schopen přečkat celý pivovarský proces včetně chmelovaru a dostat se až do piva [36]. NGF je rezistentní vůči enzymům používaným pro stabilizaci piva jako jsou papain, fycin a bromelin, ale je štěpen pepsinem, trypsinem a dalšími enzymy [26]. Chemické modifikace faktoru NGF [37] ukázaly, že pro udržení gushingové aktivity preparátu je nezbytné dodržení určité molekulární konformace a zabezpečení určitých povrchových nábojů. Bezpečně byl prokázán hydrofóbní charakter tohoto faktoru [38], přičemž o bílkovinách hydrofóbního charakteru je všeobecně známo, že ve vodních roztocích vykazují silnou tendenci k agregaci vyvolanou intramolekulárními reakcemi mezi hydrofóbními částmi molekuly [39,40]. To vše potvrzuje hypotézu [6,19] o důležité roli hydrofóbních bílkovin při tvorbě "suchých míst" či "jader" při uvolňování oxidu uhličitého z piva.

Při zjišťování původec samovolného přepěňování piv v isomerovaných chmelových extraktech byly zjištěny dva

typy gushingového faktoru [18]. Prvním je dehydratovaná kyselina humulinová, která sice není normální složkou isomerovaných extraktů, ale může být v jednotlivých případech přítomna v koncentraci až do 5 % a v komerčních pivěch je schopna vyvolat gushing při koncentraci 5 až 250 ppm. Druhý typ byl na základě frakcionace chromatografií v tenké vrstvě popsán jako oxidační a degradační produkt α -kyselin či iso- α -kyselin, podobný abeo-iso- α -kyselinám, schopný vyvolat gushing při koncentraci 5 ppm. Obsah oxidačních produktů v 6 komerčních isoextraktech se pohyboval od 2,6 do 8,8 % a čím byl vyšší, tím byla větší gushingová aktivita.

Carrington a spol. [41] při zkoumání faktorů podporujících a potlačujících gushing u velmi čistých preparátů chmelových pryskyřic zjistili mezi 16 testovanými sloučeninami tři deriváty isohumulonu se silnou gushingovou aktivitou - tetrahydro-trans-isohumulon, hexahydro-trans-isohumulon a spiro-isohumulon. Ostatní chmelové složky nevykazovaly žádnou nebo jen slabou aktivitu, spíše však potlačující gushing.

Již delší dobu je známo, že některé těžké kovy způsobují gushing v pivu [25]. Mezi 11 těžkými kovy, aktivními při vyvolávání gushingu již při koncentraci několika ppm byly mimo jiné nejaktivnější cín, vismut, nikl, železo a molybden. Přídavek malého množství chelatačního činidla EDTA (chelaton III) potlačoval gushingový efekt vyvolaný přítomností železa a ostatních aktivních kovů [56]. Dále bylo při studiu mechanismu samovolného přepěňování piv zjištěno, že praktický význam při vytváření podmínek pro vznik gushingu má tvorba uhličitanu železitého na povrchu "plynových jader". Většinou jsou však koncentrace těžkých kovů v pivěch nižší, než je nezbytné pro vyvolání gushingového jevu.

Význam oxalátu vápenatého byl zmíněn již v souvislosti s tvorbou "jader" spontánního uvolňování oxidu uhličitého [42].

Dack a *Nitschke* [43] uvedli případ sporadického gushingu, který souvisejí s použitím určitých druhů detergentů k mytí lahví. Pomocí membránové filtrace tito autoři zjistili, že v detergentu byly přítomny kondenzované nerozpustné částečky mikroskopických rozměrů, které nebyly z lahví odstraněny běžným vyplachováním.

FAKTOŘI POTLAČUJÍCÍ SAMOVOLNÉ PŘEPĚŇOVÁNÍ PIVA

Delší dobu je již známo, že gushing piva může být potlačen nebo podpořen chmelovými látkami nebo jejich deriváty. Sklon piva ke gushingu je silně ovlivňován odrůdou chmele [12]. Analýzy chmelů a hotových piv ukázaly, že iso- α -kyseliny gushing potlačovaly, kdežto polyfenoly jej podporovaly. *Curtis* a spol. [44] kromě toho zjistili, že též dávka chmele může být důležitým faktorem při kontrole gushingu.

Přečištěné preparáty α -kyselin, iso- α -kyselin a některé další produkty chemické přeměny α - a β -hořkých kyselin včetně huluponů působí též pozitivně při potlačování letního typu gushingu, jak zjistili japonskí výzkumníci [45]. Zajímavé je zjištění, že nenasycené mastné kyseliny C₆ až C₂₀ jako palmitoolejová, olejová, linoleová a linolenová, jsou aktivní v potlačování gushingu způsobeného

přídavkem látky vyvolávající gushing z chmelového isoextraktu. Naproti tomu nasycené mastné kyseliny, jako palmitová a stearová, gushing mírně podporovaly [41].

Silné účinky v potlačování gushingu mají chmelové silice dokonce i v koncentracích pod 1 ppm [46]. Mezi různými složkami chmelových silic byl obzvláště aktivní karyofylen. Tento uhlovodík byl dokonce aktivnější při potlačování gushingu než kyselina linoleová při stejně koncentraci 2 ppm.

Z výše uvedených poznatků je patrné, že pivo obsahuje jak látky podporující, tak látky potlačující samovolné přepěňování a že sklon piva ke gushingu je určen rovnováhou mezi těmito dvěma skupinami.

TECHNOLOGICKÉ MOŽNOSTI POTLAČENÍ GUSHINGU PIVA

Pečlivý výběr kvalitních surovin, tj. ječmene, sladu a chmele, je nejlepším prostředkem prevence gushingu. Jak je z předchozího textu zřejmé, některé epidemické případy samovolného přepěňování piva byly způsobeny poškozenými ječmeny a takováto surovina by vždy měla být předběžnou kontrolou vyloučena. Je téměř jisté, že gushing způsobený špatnými slady pochází z ječmenů poškozených následkem činnosti mikroorganismů na dlouhé cestě od zrání ječmene po ukončený sladovací proces. Vzhledem k významu mikrobiálního poškození ječmene během pěstování a zpracování je nutno dbát na podmínky zrání, sklizně a dozrávání ječmene a především na vysokou úroveň hygieny ve sladovně. Vysoké teploty při klíčení mohou též podporovat růst plísní jako *Aspergillus amstelodami* a *Aspergillus fumigatus*, o nichž je známo, že produkují látky vyvolávající gushing [34]. Přídavek formaldehydu (0,14 %) k máčecí vodě se ukázal jako účinná prevence proti gushingu piv, která byla vařena ze sladu napadeného *Fusarii* [33].

Všeobecně je známo, že čím vyšší je dávka chmele, tím menší je sklon piva k samovolnému přepěňování [5,12,44]. Chmel obsahuje látky podporující i potlačující gushing a jeho protigushingové účinky závisí na odrůdě. Z tohoto hlediska též výběr chmele může být prostředkem v prevenci proti samovolnému přepěňování piva.

V průběhu technologického procesu se sklon pivovarských meziproduktů ke gushingu mění. Nakamura [15] zjistil, že normální piva lze vyrobit i ze sladů se sklonem ke gushingu úpravou rmutovacího procesu ve smyslu omezení proteolýzy. Naproti tomu Munekata a spol. [16] nedokázali úpravou rmutovacích podmínek ovlivnit letní typ gushingu u piv vyrobených z poškozených sladů. Angličtí výzkumníci zjistili značný nárůst gushingového potenciálu během kvašení a dokvašování [47], kdežto japonskí výzkumníci [16] nezjistili žádný zřetelný vliv kmene kvasnic a podmínek kvašení na gushing hotového piva.

Dosavadní názory na možnost ovlivnění gushingu během technologického procesu se značně rozcházejí a nelze z nich jednoznačně odvodit prakticky využitelná doporučení. Diskutováno je například omezení proteolýzy při rmutování, dokonalé vysrážení šťávelanu i podmínky během kvašení a zrání piva [12,44,47].

Také některé stabilizační prostředky proti zákalům piva mohou ovlivňovat sklon piva k samovolnému přepě-

něvání. Chlazení a filtrace mladiny či piva mohou mít za následek odstranění protigushingových faktorů jako jsou α -kyseliny, vyšší mastné kyseliny a fosfolipidy. Použití adsorbentů u piv vykazujících gushing může mít v některých případech vliv na jeho snížení.

Vzhledem k různosti příčin a typů gushingu je na závěr třeba uvést, že specifické preventivní úpravy mohou být účinně aplikovány pouze v konkrétních situacích. Určení jednoznačných postupů prevence proti gushingu zůstává dosud jen přání, pro jehož splnění bude nutno vynaložit ještě mnoho usilovné práce i tvůrčí invence.

ZÁVĚR

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že gushing představuje velmi složitý problém, který může mít řadu příčin. Z nich se v našich podmírkách může jednat pravděpodobně o výskyt plísní ve sladu. V tomto směru se často vyskytují nedostatky pocházející již od sklizeného ječmene.

Na domácím trhu piva nepředstavuje dosud gushing významný problém. Jak jsme uvedli výše, vyvíjí se náchylnost k samovolnému přepěňování většinou po 2 až 10 týdnech skladování. Záruční doba je podle současné platné normy většinou nižší, takže se sklon k samovolnému přepěňování nestačí projevit. Naproti tomu se u exportních pivovarů již vyskytly v některých případech reklamace piva pro zřetelný gushing. Dosud šlo o zcela ojedinělé případy, lze však předpokládat, že se zvýšením počtu exportujících pivovarů, prodloužením trvanlivosti expedovaného piva a jeho delším skladováním by se gushing mohl stát aktuálním problémem i pro české pivovarství. Pro výrobce to znamená zpřísnit kontrolu vstupních surovin, zejména při jejich výběru pro výrobu exportních, stabilních piv s několikaměsíční trvanlivostí.

LITERATURA

- [1] WINDISCH,W.: Wschr.Brau., **40**, 1923, s.70
- [2] WINDISCH,W.: Wschr.Brau., **40**, 1923, s.121
- [3] LÜERS,H.: Wschr.Brau., **41**, 1924, s.49
- [4] THORNE,R.S.W., HELM.E.: J.Inst.Brew., **63**, 1957, s.415
- [5] GJERSTEN.P., TROLLE.B., ANDERSEN.K.: Proc.EBC Congr., Brussels 1963, s.320
- [6] GARDNER.R.J.: J.Inst.Brew., **79**, 1973, s.275
- [7] KIENINGER.H.: Brauwelt, **116**, 1976, s.1600, 1603, 1633
- [8] AMAHA.M., KITABATAKE.K. in Pollock, J.R.A.: REWING SCIENCE, VOLUME II. ACADEMIC PRESS, LONDON 1981
- [9] SCHILDBACH.R.: Brauwelt, **127**, 1987, s.1559
- [10] DONHAUSER.S., a kol.: Brauwelt, **129**, 1989, s.1658
- [11] BEATTIE,G.B.: Wall.Lab.Commun., **14**, 1951, s.89
- [12] MUNEKATA.H. a kol.: Bull. Brew. Sci. Tokyo, **6**, 1961, s.11
- [13] HARVEY,J.V.: Proc. 3rd Conv.Inst.Brew.Australia and New Zealand Section, 1955, s.10, 16
- [14] GRAY,P.P., STONE,I.: Wall.Lab.Commun., **19**, 1956, s.335
- [15] BRENNER,M.W.: Proc.EBC Congr., Copenhagen 1957, s.89
- [16] WIITEAR,A.L., BUTTON,A.H.: Proc.EBC Congr., Estoril 1971, s.129
- [17] SCHIRF., PFENNINGER.H.B.: Proc.EBC Congr., Estoril 1971, s.107
- [18] LAWS,D.R.J., McGUINNESS,J.D.: J.Inst.Brew., **78**, 1972, s.302
- [19] KRAUSE,B.: Svenska Bryggareforen Manadsbl., **51**, (1936), s.221
- [20] SCHIMMEL,T.: Acta Chem.Scand., **6**, 1952, s.223

- [21] KELLER,J.B.: in Davies,R. a kol.: Cavitation in Real Liquids, Elsevier, Amsterdam 1964, s.19
- [22] THORNER,R.S.W.: Brewer's Digest, 39, 1964, s.50, 65
- [23] GJERSTEN,P.: Brewer's Digest, 42, 1967, s.80
- [24] CURTIS,N.S., MARTINDALE,L.: J.Inst.Brew., 67, 1961, s.422
- [25] GRAY,P., STONE,Y.: Proc.Ann.Meet.ASBC, 1956, s.83
- [26] AMAHA,M., a kol.: Proc.EBC Congr., Salzburg 1973, s.182, 350
- [27] TUITE,J.F., CHRISTENSEN,C.M.: Cereal Chem., 32, 1955, s.1
- [28] KOTHEIMER,J.B., CHRISTENSEN,C.M.: Wall.Lab.Commun., 24, 1961, s.1
- [29] FLANNIGAN,B.: Trans.Br.Mycol.Soc., 55, 1970, s.267
- [30] LUND,A., PEDERSEN,H., SIGSGAARD,J.: J.Sci.Food Agric., 22, 1971, s.458
- [31] PRENTICE,N., SLOEY,W.: Proc.Ann.Meet.ASBC, 1960, s.28
- [32] SLOEY,W., PRENTICE,N.: Proc.Ann.Meet.ASBC, 1962, s.24
- [33] GJERTSEN,P., TROLLE,B., ANDERSEN,K.: Proc.EBC Congr.Stockholm 1965, s.428
- [34] GYL LANG,H., MARTINSON,E.: J.Inst.Brew., 82, 1976, s.182, 350
- [35] KITABATAKE,K., AMAHA,M.: Bull.Brew. Sci., Tokyo, 20, 1974, s.1
- [36] KITABATAKE,K., AMAHA,M.: Bull.Brew. Sci., Tokyo, 22, 1976, s.9
- [37] KITABATAKE,K., AMAHA,M.: Agric.Biol.Chem., 41, 1977, s.1011
- [38] CAPALDI,R.A., VANDERKOOI,G.: Proc.Nat.Acad.Sci., USA, 69, 1972, s.930
- [39] HAUROWITZ,F.: The Chemistry and Function of Proteins, Academic Press, New York and London, 1963, s.149
- [40] MORRISETT,J.D., JAKSON,R.L., GOTTO,A.M.Jr.: Ann. Rev.Biochem., 44, 1975, s.183
- [41] CARRINGTON,R., COLLETT,R.C., HALEK,G.: J.Inst.Brew., 78, 1972, s.243
- [42] BRENNER,M.W.: Proc.Ann.Meet.ASBC, 1957, s.5
- [43] DACKS,E., NITSCHKE,R.: Brauwelt, 117, 1977, s.129
- [44] CURTIS,N.S., OGIE,P.J., CARPENTER,P.M.: J.Inst.Brew., 67, 1961, s.422
- [45] MUNEKATA,H., KOSHINO,S., YADA,H.: Bull.Brew. Sci., Tokyo, 11, 1965, s.25
- [46] GARDNER,R.J., LAWS,D.R.J., McGUINNESS,J.D.: J.Inst.Brew., 79, 1973, s.209
- [47] NARIZZI,L. a kol.: Mschr.Brauwiss, 43, 1990, s.296

Lektorovala Prof.Ing.Gabriela Basařová,DrSc.
Do redakce došlo 20.1.1993

Čepička,J.-Šrogl,J.-Škach,J.: Samovolné přepěňování piva - gushing. Kvas.prům., 39, 1993, č.4, s. 98 - 102

Formou literárního přehledu je diskutována definice gushingu a jeho typy, dále teoretické principy tohoto jevu, fyzikální faktory

ovlivňující gushing, chemická podstata, význam surovin i technologické možnosti potlačení gushingu u piva.

Gushing představuje velmi složitý fenomén, který může mít řadu příčin. Určení jednoznačných postupů prevence proti gushingu, eventuálně jeho odstranění zůstává dosud jen přáním.

Чепичка, Я. - Шрогл, И. - Шках, Й.: Самопроизвольное перепенообразование пива. Квас. прум., 39, 1993, № 4, стр.98 -102

В форме литературного обзора обсуждается определение гашинга и его типы, далее теоретические принципы этого явления, физические факторы, оказывающие действие на гашинг, химическая сущность, значение типов сырья и технологические возможности подавления гашинга в пиве. Гашинг представляет собой весьма сложное явление, которое может иметь ряд причин. Установление однозначных способов предотвращения гашинга, или его устранения пока остается только желанием.

Čepička,J.-Šrogl,J.-Škach,J.: Beer Gushing. Kvas.prům. 39, 1993, No. 4, pp 98 - 102

The definition of gushing, its types and theoretical principles, physical factors affecting gushing, chemical principles, the significance of raw-materials and technological possibilities of its suppression in beer are discussed. Gushing means the very complex phenomenon which can be initiated by many reasons. The estimation of treatments resulting in a prevention of gushing or its elimination remains still unsolved.

Čepička, J. - Šrogl, J. - Škach, J.: Das eigenmächtige Überschäumen des Bieres - Gushing. Kvas. prům. 39, 1993, Nr. 4, S. 98 - 102

In der Form einer Literaturübersicht wird die Definition und die Typen des Gushing diskutiert, sowie auch die theoretischen Grundlagen dieser Erscheinung, weiter die physikalischen Faktoren, die sie beeinflussen, das chemische Wesen, die Bedeutung der Rohstoffe und die technologischen Möglichkeiten der Verhinderung des Überschäumens beim Bier.

Das Gushing stellt eine sehr komplizierte Erscheinung dar, das eine Reihe von Ursachen haben kann. Die Bestimmung der eindeutigen Maßnahmen zur Verhinderung des Gushing bzw. die Methoden seiner Beseitigung gehören bisher in den Bereich der Wünsche.