ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS
SBORNÍK MENDELOVY ZEMĚDĚLSKÉ A LESNICKÉ UNIVERZITY V BRNĚ

Ročník LVI 28 Číslo 4, 2008

POSOUZENÍ KVALITY ČERSTVÉHO A SILÁŽOVANÉHO PIVOVARSKÉHO MLÁTA V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ

V. Majer

Došlo: 25. března 2008

Abstract

MAJER, V.: *Appreciation of qualities of fresh and ensiled brewers grains during storage.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 4, pp. 247–256

The main objective of this paper is to assess the changes of content of essential organic nutrients, yeasts and moulds and effect of aerobic fermentation when the fresh (untreated) and treated brewers grains (BG) is stored in the stall conditions. Both the fresh brewers grains from Radegast brewery and that treated by mixture of sodium benzoate (22.9%) sodium propionate (8.3%) and following 90 days anaerobic fermentation were mounded in the entrance of stall and tested in two tests, one during the winter period in February, the other one during the summer period in June. Influence of treatment was evident on the process of fermentation, levels of the nitrogen-free extract substances (NFES) and number of forming colony units (FCU) of moulds in the winter period. The fermentation activities in both tested masses were documented, however the decrease of intent of NFES in treated variants was highly conclusive ($P < 0.01$) lower than that of untreated variants. Stagnation of increase of formol titration in treated BG matches the same tendency. Significant ($P < 0.01$) limitation of mould growth was noted at treated BG, the number of FCU of moulds stagnated since 1st to 5th to day of testing. On the other hand the number of FCU of moulds in untreated BG was redoubled after 4 days since the start of testing. Treatment influenced monitored parameters above all in the early gout after the start of testing. NFES content in untreated BG in February statistically highly conclusive ($P < 0.01$) fell from average values 502.99 ± 8.704 in 1st day of testing on 437.533 ± 18.877 g.kg dry matter in 6th day of testing while at treated BG was fall behind the same period only conclusive ($P < 0.05$). There was ascertained highly conclusive growth ($P < 0.01$) of level of formol titration from 0.004 ± 0.001 in 1st day to 0.178 ± 0.038 in 6th day of the same testing at untreated BG, while the level of formol titration stagnated at treated BG. In June content of NFES at untreated BG statistically conclusive ($P < 0.05$) declined from 455.578 ± 9.515 in 1st day on 432.92 ± 9.515 g.kg dry mater in 5th day of testing. Near NFES content at treated BG statistically conclusive ($P < 0.05$) declined as late as 7th day. Alike formol titration level at untreated BG surged from 0.008 ± 0.001 in 1st day on 0.087 ± 0.036 in 5th day, on the contrary at treated BG come to statistically highly conclusive ($P < 0.01$) growth as late as 7th day of testing.
Both monitoring demonstrate that the treatment of BG by mixture of sodium benzoate (22.9%) and sodium propionate (8.3%) and its subsequent 90 day anaerobic fermentation will reduce activity of moulds and fall of included NFES and retarded resolution of protein on subsequent manipulation up deliver form silage bag and during a short-period storage in stall.

brewers grains, growth of moulds, formol titration, Nitrogen-free extract substances, protein

Celosvětově se zvyšující poptávka po surovinách pro výrobu potravin a stále stoupající důraz na koncentraci, degradovatelnost a využitelnost organických živin a minerálních látek krmné dávky vede chovatele k maximálně efektivnímu využívání jednak obvyklých statkových krmiv, jednak k využívání vedlejších produktů průmyslové výroby. Jedním z tradičních je čerstvé či konzervované pivovarské mláto (Daccord, R. et al., 1997). Jeho vhodné zařazení do krmné dávky má pozitivní vliv na zvýšení užitkovosti a kvality sledovaných parametrů mléka, jako je obsah mléčného tuku a bílkoviny, respektive kaseinu

(Golecky, 2004). Je považováno za levný zdroj dusíkatých látek, protože jde o vedlejší produkt pivovarské výroby, do kterého přechází až 75 % z obsahu všech dusíkatých látek ječmene. Biologická hodnota N-látek bílkovin obsažených v mlátě je vysoká, to je, mimo jiné, způsobeno přítomností odumřelých mikroorganismů, převážně kvasinek. Čerstvé pivovarské mláto má vysokou hodnotu stravitelnosti organické hmoty – 64% a degradovatelných dusíkatých látek – 65% (Daccord, R. et al., 1997) a lze jej považovat za dobrý zdroj v bachoru nedegradovatelného proteinu pro dojnice specializovaných mléčných plemen (Costa et al., 1995). Z jednoduchých sacharidů jsou v čerstvém pivovarském mlátě zastoupeny především glukóza a maltóza (Lohnert et al., 1996). Polysacharidy jsou převážně ve formě hemicelulózy – 28,4 %, celulózy – 16,8 % a 28 % ostatních polysacharidů, hlavně arabinoxylázy. Obsah ligninu se v průměru pohybuje okolo 27,8 %. Pivovarské mláto je rovněž významným zdrojem vápníku, sodíku, draslíku, hořčíku, hliníku, železa mědi, zinku, fosforu a síry (Mussatto et Roberto, 2006).

Nevýhodou, která ztěžuje využití čerstvého pivovarského mláta, je jeho nízká odolnost proti působení nežádoucí mikroflóry. Vysoký obsah dusíkatých látek a nízká sušina jsou vhodnou „živnou půdou“ pro mikroorganismy přicházející na původně sterilní hmotu jednak aerací, jednak při styku s manipulační či skladovací technologií. Cestou, jak udržet úroveň koncentrace živin a jejich stravitelnost, je konzervace čerstvého pivovarského mláta. Pokud ovšem je konzervované mláto po vyskladnění dlouhodobě vystaveno podmínkám vnějšího prostředí, dochází k jeho zahřátí (Nishino et al., 2003) v důsledku probíhající sekundární fermentace.

Předložená práce má za cíl sledovat a vyhodnotit obsahové změny vybraných organických živin a změny v obsahu kvasinek a plísní, ke kterým dochází, pokud je čerstvé a konzervované pivovarské mláto vystaveno působení podmínek vnějšího stájového prostředí v běžném provozu v různých ročních obdobích.

MATERIÁL A METODIKA

V předložené práci jsou uvedeny výsledky získané při skladování mláta z pivovaru Radegast, a to jednak čerstvého (do 12 hodin po expedici), jednak stabilizovaného konzervací směsí benzoátu sodného (22,9 %) a propionátu sodného (8,3 %) s následnou fermentací po dobu nejméně devadesáti dní. Směs byly aplikována ve formě aerosolu aplikátorem umístěným na vyskladňovaní lince v pivovaru. Sledování proběhlo v únoru 2007 a v červnu 2007. Z čerstvého a ze stabilizovaného mláta byly vytvořeny identické hromady o hmotnosti 300 kg v zastřešené uzavřené přípravně krmiva stáje. Pro zjišťování úrovně průměrné denní venkovní teploty byly použity údaje naměřené v meteorologické stanici Mošnov nacházející se do 20 km od stáje, ve které probíhal pokus. Pro výpočet průměrné venkovní teploty byly použity údaje naměřené v tzv. „Mannheimských hodinách“ tedy v 7., 14. a 21. hodině místního času. Průměrná venkovní teplota byla vypočtena ze vzorce Td = (T7 + T14 + 2T21)/4, kde Td je průměrná denní teplota a Tx teploty naměřené v jednotlivých „Mannheimských hodinách“.

Vzorky byly odebírány z hromad sondou (ocelovou trubkou), která směřovala od obvodu hromady směrem k jejímu jádru. Při odběru vzorků byla rovněž sledována teplota vnějšího prostředí v přípravně a teplota v jádru hromad sledované hmoty. Vzorky k laboratornímu vyšetření byly odebírány vždy 1. a následně 2. až 4. den v 9,00 hodin, umístěny do termoboxu a převezeny do laboratoře. Odběry byly provedeny celkem čtyřikrát během obou sledování. Pro posouzení probíhajících změn nutriční hodnoty sledovaných materií byly zjišťovány úrovně obsahu sušiny, N-látek, vlákniny, NDF, popele a škrobu jako ukazatele nutriční hodnoty. Jako ukazatele charakterizujících probíhající fermentační proces byly sledovány hodnoty pH, KVV a formolové titrace a úrovně obsahu amoniaku a kyselin mléčné, octové, propionové a máselné. V každém z odebraných vzorků byly hodnoceny úrovně obsahu kvasinek a plísní. Posuzování jednotlivých vzorků probíhalo v laboratořích firmy Nutrivet a SVÚ Jihlava. Použité analytické metody: obsah sušiny, obsah organických živin, výživná hodnota, obsah plísní a kvasinek a obsah plísňových toxinů dle ANONYM (2001) a ukazatelé fermentačního procesu dle HARTMANA (1980). Výsledky byly statisticky zpracovány metodou jednofaktorové analýzy variance podle SNEDECORA a COCHRANA (1969).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Přehled venkovních teplot v den odběru a teplot naměřených ve stáji a v jádru hromad čerstvého a konzervovaného mláta při samotném odběru je uveden v tabulce I. Z uvedených výsledků měření vyplývá, že čerstvé mláto mělo v zimním období výrazně vyšší teplotu než mláto stabilizované, jehož teplota při naskladnění odpovídala více teplotě vnějšího prostředí. Další nárůst teploty čerstvého i stabilizovaného mláta jde na vrub rozebíhajícího se fermentačního procesu. Zjištěné hodnoty nárůstu teploty stabilizovaného mláta jsou ve shodě se zjištěními NISHINO et al. (2003), kteří uvádějí nárůst teplot silážovaného mláta již po třech dnech od vyskladnění. Rozebíhající fermentační proces dokládají zjištěné nárůsty počtů plísní a kvasinek (Tab. II a Graf 1).

Z hodnot naměřených v únoru 2007 vyplývá, že obsah plísní ve stabilizovaném mlátě během prvních pěti dnů stagnoval, teprve pak došlo k jeho výraznému nárůstu. Naopak obsah plísní v čerstvém mlátě se po třech dnech zdvojnásobil (2333 KTJ.g, s_x = ±814) proti 1. dnu sledování (1400 KTJ.g, s_x = ±1824) a po sedmi dnech sledování došlo k vysoce statisticky průkaznému nárůstu ($P < 0,01$) plísní na hodnotu 6467 ± 1401 KTJ.g. Na počátku sledování rozdíl v počtu KTJ plísní v 1 g hmoty mezi neošetřenou a ošetřenou variantou nebyl statisticky prů-

I: *Přehled teplot v průběhu pokusů (t °C)*

Den	Td	Ts	Ths	Thc
16. 2. 2007	2	4	8	30
19. 2. 2007	1,5	4	12	41
21. 2. 2007	1,75	5	18	45
23. 2. 2007	–3,5	3	27	49
21. 6. 2007	15,75	15	26	31
25. 6. 2007	21,75	18	31	34
27. 6. 2007	14,75	16	41	44
29. 6. 2007	17	16	44	56

Td – průměrná denní teplota, Ts – teplota ve stáji při odběru vzorku, Ths – teplota stabilizovaného mláta v jádru hromady při odběru vzorku, Thc – teplota čerstvého mláta v jádru hromady při odběru vzorku

II: *Přehled výskytu plísní a kvasinek v pivovarském mlátu (únor 2007)*

Obsah kvasinek a plísní v 1 g mláta	1. 16. 2. 2007	2. 19. 2. 2007	3. 21. 2. 2007	4. 23. 2. 2007
Kvasinky v 1 g čerstvého mláta	1670	306	706	1293
Kvasinky v 1 g ošetřeného mláta	100	7	3867	4233
Plísně v 1 g čerstvého mláta	1400	2333	1900	6466
Plísně v 1 g ošetřeného mláta	200	127	163	3767

kazný ($P < 0,01$). Při odběru 4. den sledování bylo množství přítomných plísní ve výši 127 KTJ ($s_x = \pm 60$) v 1 g stabilizovaného mláta a 2333 KTJ ($s_x = \pm 814$) v 1 g mláta čerstvého. Dynamika rozdílů v obsahu plísní přítomných ve vzorcích z obou skupin byla průkazná ($P < 0,01$) v průběhu celého sledování od 1. až po 8. dne skladování. Rozdíl mezi množstvím plísní ve hmotě stabilizovaného mláta při odběru 1. den skladování (průměr 200 KTJ.g) a odběru stabilizovaného mláta 4. den (průměr = 127 KTJ.g) byl statisticky neprůkazný ($P < 0,01$). Rozdíl mezi vzorkem stabilizovaného mláta odebraným 1. den (průměr = 200 KTJ.g, $s_x = \pm 264$) a vzorkem čerstvého odebraným 4. den skladování (průměr = 2333 KTJ.g, $s_x = \pm 814$) byl statisticky průkazný ($P < 0,05$). Během sledování, které probíhalo v měsíci únoru, došlo prokazatelně k vyššímu nárůstu plísní u čerstvého mláta na rozdíl od mláta stabilizovaného. Množství kvasinek ve hmotě čerstvého mláta v průběhu pokusu stagnovalo (Graf 1), na rozdíl od množství kvasinek ve hmotě stabilizovaného mláta, kde byl zjištěn statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P < 0,01$) mezi hodnotami naměřenými 1. den (100 ± 57 KTJ) a 8. den (4233 ± 961 KTJ) skladování.

Při skladování mláta za vyšších teplot v červnu bylo zjištěno, že počet KTJ kvasinek v 1g hmoty u konzervovaného mláta měl nižší dynamiku nárůstu než jejich počet u čerstvého mláta (Tab. III) po celou dobu skladování. Průkazný rozdíl počtu KTJ kvasinek ($P < 0,05$) mezi průměrem odebraných vzorků u stabilizovaného mláta byl zjištěn až po sedmi dnech sledování, zatímco v případě čerstvého mláta vyšel průkazný rozdíl ($P < 0,05$) již mezi průměrnou hodnotou v 1. den (1170 ± 365,559 KTJ.g) a průměrnou hodnotou (3370 ± 1229,851 KTJ.g) v 5. dni sledování. Vzhledem k tomu, že rozdíl mezi množstvím kvasinek v čerstvém a ve stabilizovaném mlátě na počátku sledování byl statisticky neprůkazný ($P < 0,05$), svědčí průkazný rozdíl ($P < 0,05$) v počtu kvasinek mezi průměrným vzorkem z 1. odběru stabilizovaného mláta (870 ± 108,064 KTJ.g) a 2. odběru čerstvého mláta (3370 ± 1229,851 KTJ.g) o prokazatelně vyšším nárůstu obsahu kvasinek v čerstvém mlátě.

Konzervované mláto se v letním období ukázalo být méně vhodnou živnou půdou pro růst plísní než mláto čerstvé (Tab. III). Počet plísní v 1 g hmoty konzervovaného mláta se zvýšil v průměru z 810 KTJ.g v 1. dni na 23600 KTJ.g v 7. dni skladování. V čerstvém mlátě stoupl počet KTJ plísní během sedmi dnů skladování ze 710 ± 275 KTJ.g na 67 000 ± 12767 KTJ.g. Pokud rozdíl mezi zjištěnými počty KTJ plísní v 1 g čerstvého a v 1 g stabilizovaného mláta na počátku skladování byl statisticky neprůkazný ($P < 0,01$), pak již po sedmi dnech sledování byl vysoce průkazný ($P < 0,01$), tedy došlo k statisticky průkazně vyššímu nárůstu počtu plísní v čerstvém mlátě.

Při hodnocení nutriční hodnoty ošetřeného a neošetřeného mláta v měsíci únoru 2007 byl u výchozího materiálu zjištěn statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P < 0,01$) v obsahu sušiny a BNLV. Dokumentuje to skutečnost, že jednotlivé šarže mláta produkované pivovarem nejsou úplně identické. Tato skutečnost byla v rámci předložené práce zohledněna.

Ze statistického hodnocení naměřených hodnot během sledování (Tab. IV) vyplývá vysoce statisticky průkazné ($P < 0,01$) zvýšení obsahu sušiny

III: *Přehled výskytu plísní a kvasinek (červen 2007)*

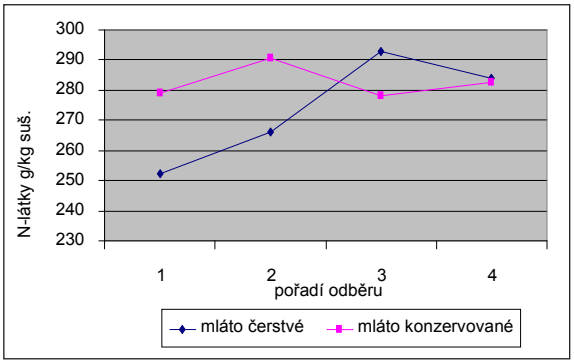
Obsah kvasinek a plísní v 1 g mláta	1. 21. 6. 2007	2. 25. 6. 2007	3. 27. 6. 2007	4. 29. 6. 2007
Kvasinky v 1g čerstvého mláta	1170	3370,00	4220	810000
Kvasinky v 1g ošetřeného mláta	870	1340,00	3040	1810000
Plísně v 1g čerstvého mláta	710	2540	67000	19610000
Plísně v 1g ošetřeného mláta	810	2460,00	23600	7200000

IV: *Přehled změn obsahu organických živin v průběhu skladování pivovarského mláta (únor 2007)*

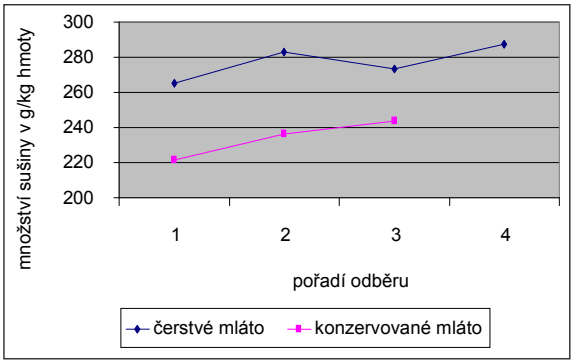
Odběr	16. 2. 2007		19. 2. 2007		21. 2. 2007		23. 2. 2007	
Ukazatel nut. hod.	čerstvé	konzerv.	čerstvé	konzerv.	čerstvé	Konzerv.	čerstvé	konzerv.
Sušina v g	265,33	221,70	283,07	235,97	273,50	249,33	287,67	243,70
N-látky v g/kg suš.	252,43	279,12	265,99	290,47	292,75	277,99	284,05	282,67
BNLV v g/kg suš	502,99	420,37	490,67	379,10	437,53	394,70	437,53	391,37
Vláknina g/kg suš.	191,41	207,53	188,46	208,01	206,85	206,58	209,23	199,20
Popel v g/kg suš.	40,79	43,00	40,04	45,86	47,97	44,05	55,97	50,06
NDF v g/kg suš.	765,73	675,19	772,14	648,73	705,55	687,03	640,42	634,57
Škrob v g/kg suš.	15,39	14,55	34,85	27,44	24,81	16,66	5,07	4,82

stabilizovaného mláta v 6. dni sledování (249,333 ± 11,086 g.kg) proti hodnotě sušiny (221,7 ± 9,193 g.kg) v prvém dni, jako důsledek odpařování vody z hromad mláta uložených v přípravně krmiv stáje a statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) nížení obsahu BNLV stabilizovaného mláta v 6.dni (394,700 ± 4,124 g.kg sušiny) a vysoce statisticky průkazný rozdíl (391,367 ± 19,477 g.kg sušiny) v 8. dni sledování způsobený rozvojem mikroflóry. Změny v obsahu ostatních organických živin byly statisticky neprůkazné ($P < 0,05$). Během pokusu byl zjištěn poměrný nárůst obsahu dusíkatých látek v sušině stabilizovaného mláta (Tab. IV; Graf 1). Vzhledem k vyššímu obsahu počáteční sušiny čerstvého mláta (265,333 ± 4,336 g.kg) bylo její zvýšení pomalejší, ke statisticky průkaznému ($P < 0,05$) zvýšení (287,667 ± 7,050 g.kg) došlo až 8. den sledování. Snížení obsahu BNLV bylo v případě čerstvého mláta rychlejší než u mláta konzervovaného, 6. den sledování byl zjištěn statisticky vysoce průkazně ($P < 0,01$) nižší obsah BNLV (437,533 ± 18,877 g.kg sušiny) oproti průměrné hodnotě obsahu BNLV v prvním dni (502,99 ± 8,704). Změny v obsahu ostatních organických živin byly statisticky neprůkazné ($P < 0,05$). Bylo zjištěno poměrného zvýšení obsahu dusíkatých látek během pokusu také v čerstvém mlátě (Tab. IV; Graf 1).

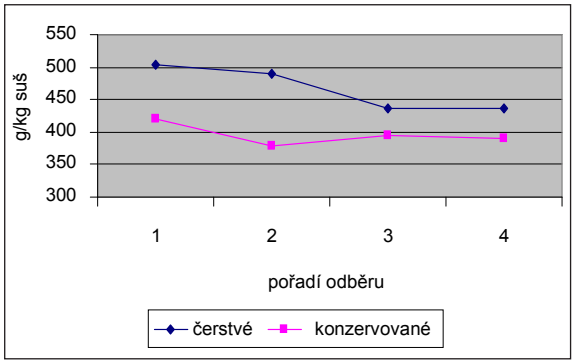
Při hodnocení nutriční hodnoty ošetřeného a neošetřeného mláta v měsíci červnu 2007 nebyl u výchozího materiálu zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,01$). Při statistickém hodnocení bylo zjištěno, že obsah sušiny konzervovaného mláta byl statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší 5. den skladování (284,2 ± 3,219 g.kg) proti obsahu sušiny v prvním dni (256,6 ± 3,378 g.kg) a obsah BNLV statisticky průkazně ($P < 0,05$) nižší v 7. dni (376,173 ± 44,131 g.kg) proti obsahu BNLV v 1. dni (440,93 ± 7,155 g.kg), hodnoty ostatních sledovaných organických živin statisticky neprůkazně kolísaly ($P < 0,01$) nebo stoupaly, vyjma



1: *Změna obsahu NL-látek (únor 2007)*



2: *Změna obsahu sušiny (únor 2007)*



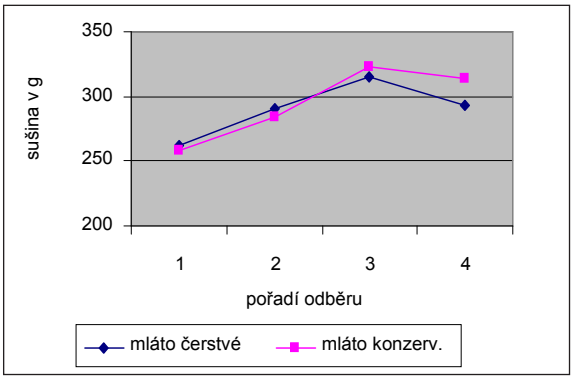
3: *Změna obsahu BNLV (únor 2007)*

obsahu vlákniny. Hodnoty obsahu vlákniny konzervovaného mláta byly statisticky průkazně vyšší ($P < 0,05$) již od 7. dne (203,170 ± 13,608 g.kg sušiny) proti hodnotě v prvním dni pokusu (177,78 ± 3,578 g.kg sušiny).

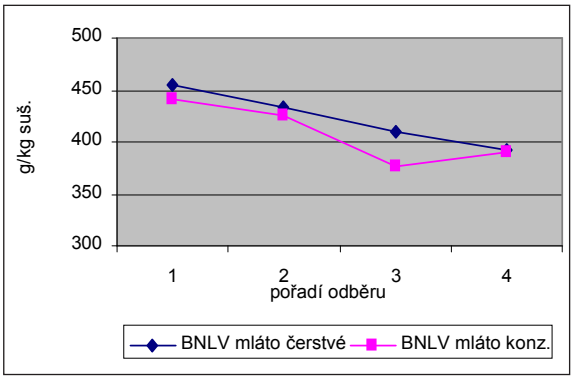
Vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) sušiny neošetřeného mláta v 5. dni sledování (290,300 ± 3,292) dokládá zvýšený odpar spojený s jeho zvýšenou teplotou během skladování. Rychlejší nárůst teploty v jádře hmoty čerstvého mláta uskladněného na hromadě v přípravně stáje v měsíci červnu byl způsoben jednak vyšší počáteční teplotou mláta na počátku skladování (Tab. I), jednak rychlejším rozvojem mikroflóry, což dokládá rychlejší nárůst počtu plísní a kvasinek ve hmotě neošetřeného mláta proti jejich počtu ve mlátě ošetřeném. Pokles obsahu BNLV neošetřeného mláta byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) v 5. dni sledování (432,92 ± 9,515 g.kg sušiny) a vysoce statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,01$) 7. den sledování.

V: *Přehled změn obsahu organických živin v průběhu skladování pivovarského mláta (červen 2007)*

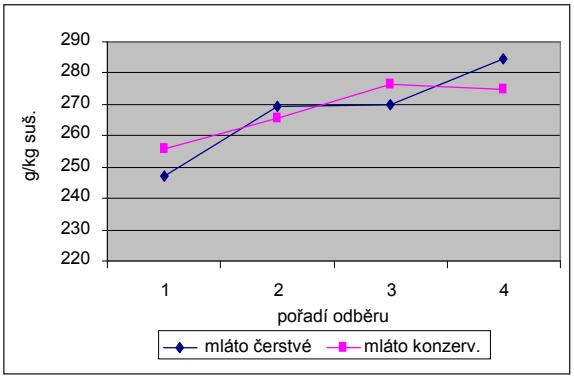
Odběr	21. 6. 2007		25. 6. 2007		27. 6. 2007		29. 6. 2007	
Ukazatel nut. hod.	čerstvé	konz.	čerstvé	konz.	čerstvé	konz.	Čerstvé	Konz.
Sušina v g	262,2	258,00	290,30	284,20	315,27	322,67	293,40	314,20
N-látky v g/kg suš.	246,99	256,6	269,27	265,80	270,18	276,52	284,62	274,90
Vláknina v g/kg suš.	169,12	177,78	178,48	185,73	191,13	203,17	197,05	208,25
Popel v g/kg suš.	82,04	49,16	43,16	45,43	47,65	66,62	48,56	50,69
NDF v g/kg suš.	686,38	696,38	649,35	650,09	639,25	650,85	710,28	687,00
Škrob v g/kg suš.	27,26	19,46	42,83	26,13	43,93	18,68	34,33	26,72
BNLV v g/kg suš.	455,59	440,93	432,92	424,60	410,04	376,17	393,02	389,26



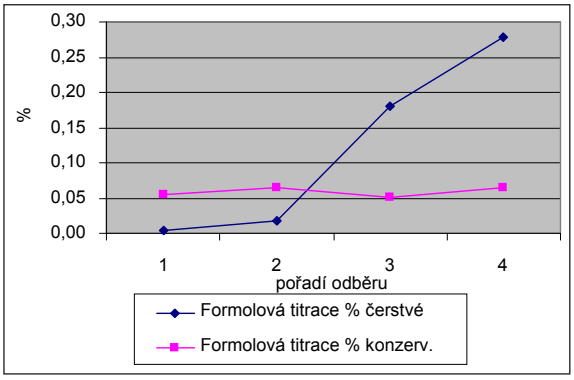
4: *Změna obsahu sušiny (červen 2007)*



5: *Změna obsahu BNLV (červen 2007)*



6: *Změna obsahu NL (červen 2007)*

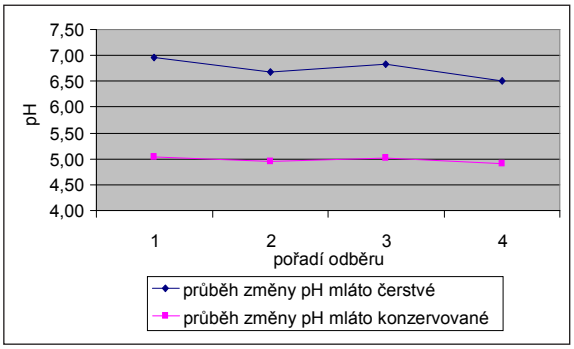


7: *Změna formolové titrace (únor 2007)*

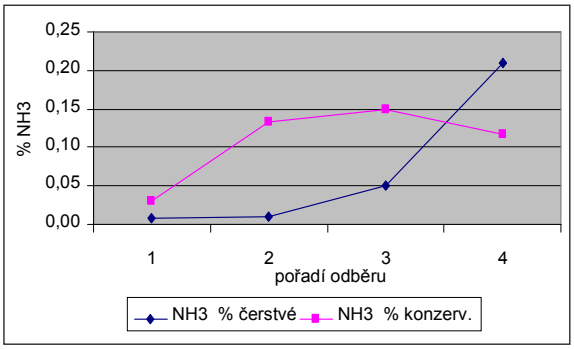
Při posuzování ukazatelů dokládajících stabilitu mláta před jeho zkrmováním v zemědělském provozu (Tab. VI a VII) u obou variant skladování je nutno vzít v úvahu, že v případě kyseliny mléčné (KM), octové (KO) a máselné (KMa) u čerstvého, respektive u ošetřeného mláta byly jejich hodnoty nižší proti hodnotám uváděných BUCHGRABEREM a RESCHEM (čerstvé mláto: KM = 0,31 %, KO = 0,7 %, KMa = 0,28 %, 1997). V průběhu skladování v únoru 2007 hodnota pH čerstvého mláta klesala (Tab. VI) tak, že rozdíl mezi jeho hodnotou v 1. dni sledování (6,970 ± 0,078) a v 6. dni (6,177 ± 0,303) byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) a přítomnost kyselin ve hmotě rovněž dokládá statisticky vysoce průkazný ($P < 0,01$) nárůst kyselosti vodního výluhu (516,193 ± 189,508 g KOH) v 6. dni sledování. O tom, že se proces fermentace za přístupu vzduchu ubíral nežádoucím směrem, svědčí v podstatě stagnující úroveň obsahu kyseliny mléčné a vysoce průkazný vzestup obsahu kyseliny octové 6. den sledování (0,633 ± 0,057) a zároveň byla 8. den sledování zjištěna přítomnost kyseliny máselné (0,103 ± 0,015 %), kterou produkují bakterie rodu Clostridia. O rozkladu bílkovin ke konci pokusu svědčí jednak průkazný nárůst ($P < 0,05$) přítomnosti amoniaku v 6. dni sledování (0,053 ± 0,005) a vysoce průkazný ($P < 0,01$) nárůst amoniaku ve hmotě (0,21 ± 0,036 %) 8. den sledování, jednak vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) úrovně formolové titrace 6. den (0,178 ± 0,038 %) svědčící o nárůstu přítomnosti volných aminokyselin.

Hodnota pH ošetřeného mláta se během skladování jen mírně snížila, na rozdíl od zjištění NISHINO a kol. (2003), kteří popisují prudký pokles hodnoty pH. Podobně kyselost vodního výluhu v podstatě stagnovala (Tab. VI). O postupném nástupu sekundární fermentace svědčí to, že obsah kyseliny mléčné se mírně snižoval, naopak obsah kyseliny octové se zvyšoval, což je v souladu se zjištěními NISHINO a kol. (2003). Ke statisticky vysoce průkaznému zvýšení došlo v případě obsahu kyseliny máselné 4. den sledování (0,303 ± 0,045 %). O vyšší stabilitě obsahu bílkovin ve hmotě ošetřeného mláta uloženého na hromadu v přípravně stáje v měsíci únoru svědčí v podstatě stagnující úroveň formolové titrace po celou dobu sledování a statisticky vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) obsahu amoniaku až v 8. dni sledování (0,063 ± 0,004%).

Hodnota pH neošetřeného mláta skladovaného v červnu 2007 klesala především v prvních dnech po naskladnění. Sledováním byl zjištěn statisticky vysoce významný ($P < 0,01$) pokles z hodnoty 6,01 na hodnotu 4,99 od 1. dne do 5. dne sledování. Hodnoty pH od 5. dne postupně rostly v souladu se zjištěným poklesem obsahu sledovaných mastných kyselin, vyjma kyseliny máselné, jejíž obsah v poslední fázi skladování stagnoval. Také vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) kyselosti vodního výluhu v 5. dni (710,700 ± 174,328), následná stagnace, a později pokles na 488,140 ± 146,203 9. den sledování svědčí o tom, že mastné kyseliny vytvořené na počátku fer-



8: *Změna hodnoty pH (únor 2007)*



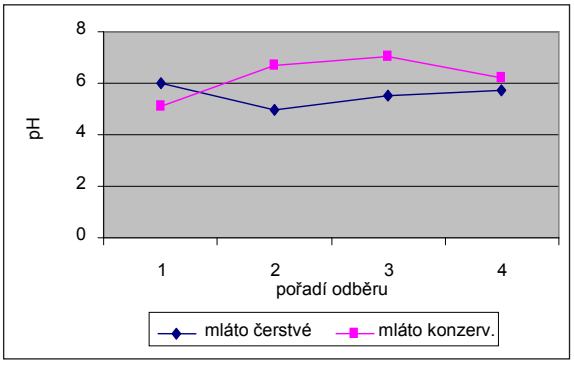
9: *Změna obsahu amoniaku (únor 2007)*

VI: *Ukazatele průběhu fermentačního procesu (únor 2007)*

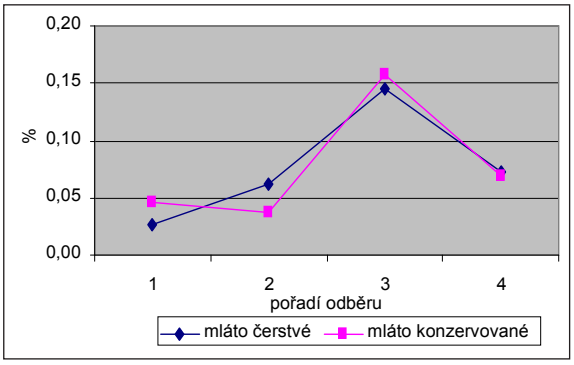
Ukazatele fermentačního procesu	jednotky	skupina	termín odběru			
			16. 2. 2007	19. 2. 2007	21. 2. 2007	23. 2. 2007
pH		čerstvé	6,97	6,67	6,82	6,5
		konzerv.	5,05	4,96	5,02	4,91
KVV	g KOH	čerstvé	44,9	99,12	72,01	317,93
		konzerv.	871,42	1182,03	725,67	813,57
Kys. mléčná	%	čerstvé	0,11	0,13	0,12	0,12
		konzerv.	0,24	0,16	0,17	0,15
Kys. octová	%	čerstvé	0,44	0,34	0,39	0,67
		konzerv.	0,52	0,79	0,64	0,76
Kys. prop.	%	čerstvé	0,03	0,05	0,04	0,05
		konzerv.	0,12	0,16	0,18	0,2
Kys. máselná	%	čerstvé	0	0	0	0,1
		konzerv.	0,04	0,3	0,29	0,34
Suma TMK	%	čerstvé	0,47	0,39	0,43	0,82
		konzerv.	0,68	1,25	1,11	1,3
KM/TMK		čerstvé	0,25	0,25	0,25	0,13
		konzerv.	0,72	0,13	0,15	0,12
NH3	%	čerstvé	0,01	0,01	0,05	0,21
		konzerv.	0,03	0,13	0,15	0,12
Formolová titrace	%	čerstvé	0	0,02	0,18	0,28
		konzerv.	0,05	0,06	0,05	0,06

mentace posloužily ke konci pokusu jako zdroj energie rozvíjející se mikroflóře. O postupném rozkladu bílkovin v druhé polovině sledování svědčí vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) obsahu amoniaku v čerstvém mlátě v 7. dni (0,145 ± 0,023) a vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) procenta formolové titrace v 5. dni (0,087 ± 0,036).

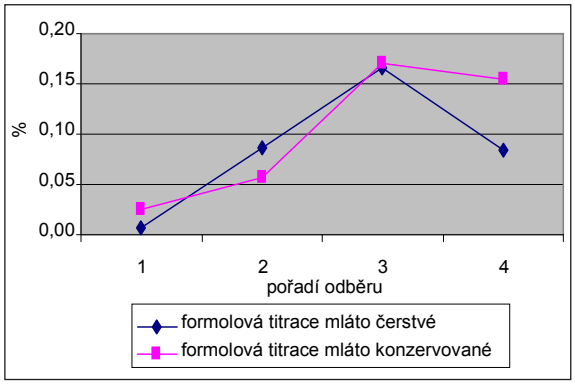
Na rozdíl od uvedených zjištění ze sledování v únoru 2007 hodnota pH ošetřeného mláta naskladněného v červnu 2007 nestagnovala, ale narůstala tak, že rozdíl její hodnoty v 5. dni po naskladnění (6,663 ± 0,100) byl vysoce průkazně ($P < 0,01$) vyšší než na jeho počátku (5,127 ± 0,367), také hodnota kyselosti vodního výluhu postupně klesala tak, že při 7. den sledování byl její pokles na hodnotu 239,393 ± 65,026 statisticky průkazný ($P < 0,05$). Statisticky vysoce průkazný pokles ($P < 0,01$) byl zjištěn pouze u kyseliny octové v 5. dni po naskladnění (0,267 ± 0,045 %), jinak pokles sumy těkavých mastných kyselin nebyl v průběhu červnového sledování statisticky průkazný ($P < 0,05$). Také u stabilizovaného mláta došlo během sledování k rozkladu bílkovin, nicméně ten byl na rozdíl od rozkladu bílkovin v čerstvém mlátě pomalejší, vysoce průkazný nárůst ($P < 0,01$) procenta formolové titrace byl zjištěn až v 7. dni po naskladnění (0,169 ± 0,028).



10: *Změna hodnoty pH (červen 2007)*



11: *Změna konc. amoniaku (červen 2007)*



12: *Změna formolové titrace (červen 2007)*

VII: *Ukazatele průběhu fermentačního procesu (červen 2007)*

Ukazatele fermentačního procesu	jednotky	skupina	termín odběru			
			21. 6. 2007	25. 6. 2007	27. 6. 2007	29. 6. 2007
pH		čerstvé	6,01	4,99	5,52	5,72
		konzerv.	5,13	6,66	7,06	6,24
KVV	g KOH	čerstvé	164,58	710,7	701,35	488,14
		konzerv.	538,53	282,41	239,39	437,64
Kys. mléčná	%	čerstvé	0,18	0,23	0,24	0,11
		konzerv.	0,17	0	0	0,02
Kys. octová	%	čerstvé	0,25	0,48	0,51	0,34
		konzerv.	0,57	0,27	0,36	0,38
Kys. prop.	%	čerstvé	0,03	0,04	0,06	0,04
		konzerv.	0,12	0,11	0,07	0,14
Kys. máselná	%	čerstvé	0,05	0,02	0,09	0,09
		konzerv.	0,05	0,09	0,08	0,14
Suma TMK	%	čerstvé	0,33	0,54	0,66	0,48
		konzerv.	0,74	0,47	0,5	0,66
KM/TMK		čerstvé	0,58	0,4	0,36	0,26
		konzerv.	0,84	0	0	0,12
NH3	%	čerstvé	0,03	0,06	0,15	0,07
		konzerv.	0,05	0,04	0,16	0,07
Formolová titrace	%	čerstvé	0,01	0,09	0,17	0,08
		konzerv.	0,02	0,06	0,17	0,15

SOUHRN

Cílem práce bylo posouzení změn nutriční hodnoty pivovarského mláta v průběhu jeho osmidenního, respektive devítidenního skladování (dusíkaté látky, vláknina, NDF, škrob, BNLV a popel), změn jeho stability (dynamika rozvoje kvasinek a plísní) a průběhu fermentačních procesů (pH, TKM, NH_3, formolová titrace) ve skladované hmotě. Změny byly hodnoceny při skladování čerstvého neošetřeného mláta (získaného do 12 hodin po expedici z pivovaru) a konzervovaného mláta ošetřeného směsí benzoanu sodného (22,9 %) a propionanu sodného (8,3 %) po jeho 90denní anaerobní fermentaci a jeho odebrání ze silážního vaku. Obě varianty byly uskladněny v zastřešeném stájovém objektu. Sledování proběhlo v zimním a letním období (únor a červen) roku 2007. V zimním období, kdy se průměrná denní teplota (Td) pohybovala od +2 °C do –3,5 °C, byl prokázán vliv ošetření jak na průběh fermentačního procesu, tak i na nutriční hodnotu mláta a jeho zaplísnění. U obou variant byla

doložena fermentační aktivita ve skladované hmotě (úbytek BNLV), ale u ošetřené varianty bylo snížení obsahu BNLV významně (P < 0,01) nižší než v neošetřené. Tomuto trendu odpovídá i stagnace formolové titrace u ošetřené varianty (P < 0,01). U ošetřeného mláta došlo k signifikantnímu omezení růstu plísní (P < 0,01), počet KTJ do pěti dnů po naskladnění stagnoval. Naproti tomu u neošetřené varianty se počet KTJ po třech dnech od naskladnění zdvojnásobil. Ošetření ovlivnilo sledované parametry především v prvních dnech po naskladnění. Obsah BNLV v neošetřeném mlátě v měsíci únoru statisticky vysoce průkazně (P < 0,01) klesl z průměrné hodnoty 502,99 ± 8,704 v 1. dni sledování na 437,533 ± 18,877 g.kg sušiny v 6. dni, zatímco u ošetřeného mláta byl pokles za stejné období pouze průkazný (P < 0,05). Při stejném sledování byl zjištěn u neošetřeného mláta vysoce průkazný nárůst (P < 0,01) úrovně formolové titrace z 0,004 ± 0,001 v 1. dni sledování na 0,178 ± 0,038 v 6. dni sledování, zatímco u ošetřeného úroveň formolové titrace stagnovala. V letním období, kdy se Td pohybovala od 14,75 °C do 21,75 °C byl rovněž prokázán vliv ošetření na průběh fermentačního procesu a na úroveň nutriční hodnoty. Obsah BNLV neošetřeného mláta statisticky průkazně (P < 0,05) poklesl ze 455,578 ± 9,515 v 1. dni sledování na 432,92 ± 9,515 g.kg sušiny v 5. dni. U ošetřeného mláta obsah BNLV statisticky průkazně (P < 0,05) poklesl až v 7. dni sledování. Podobně úroveň formolové titrace u neošetřeného mláta vysoce průkazně (P < 0,01) narostla z 0,008 ± 0,001 v 1. dni sledování na 0,087 ± 0,036 v 5. dni, naopak u ošetřeného mláta došlo k statisticky vysoce průkaznému nárůstu (P < 0,01) až v 7. dni. Obě sledování prokázala, že ošetření pivovarského mláta směsí benzoanu sodného (22,9 %) a propionanu sodného (8,3 %) a jeho následná 90denní anaerobní fermentace sníží aktivitu plísní a pokles obsažených BNLV a zpomalí rozklad bílkovin při následné manipulaci po vyskladnění a během krátkodobého skladování ve stáje.

pivovarské mláto, posouzení změn, plísně, kvasinky, obsah organických živin, ukazatelé fermentačního procesu

LITERATURA

ANONYM. Příloha k vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 124/2001 Sb. Praha, 2001

BUCHGRABER, K., RESCH, R.: Konservierung von Presstrebern Sofie deren Einsatz in der Rinderfuterung 1. Mitteilung: Konservierung von abgepresster Biertreber. *Bodenkultur,* 1997, 48: 1. 33–41

COSTA, J. M. B., MATTOS, W. R. S., BIONDI, P., DE CARVALLO, D. D.: Ruminal degredability of wet brewer´s grains, *Boletim de Industria Animal*, 1995, 52: 1, 87–94

DACCORD, R., ARRIGO, Y., AMRHYN, P.: Nutritive value of brewers´ grains for ruminants, *Revue Suisse d´Agriculture*, 1997 29: 3, 111–113.

GOLECKY, J.: Using draff in nutrition of grazed dairy cows, Land use systems in grassland dominated regions Proceedings of the 20th General meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, 21.–24. June, 2004, 1083–1085.

HARTMAN, M.: Stanovení neutrálních těkavých látek v silážích a senážích plynovou chromatografií, *Živočišná výroba*, č. 4, 1974, s. 209–216.

LOHNERT, H. J., RICHTER, G. H., OCHRIMENKO, W. I. et al: Investigations on the storage and feeding value of fresh and preserved brewers´ grains. Braunscheig–Volkenrode (FAL), 10.–11. April, 1996, *Landbauforschung–Volkenrode, Sonderhef*t, 1996, No. 169: 275–279.

MUSSATTO, S. I., ROBERTO, I. C.: Chemical characterization and liberation of pentose sugars from brewer's spent grain, *Journal of chemical technology and biotechnology*, 2006, No. 3, 268–274.

MUSSATTO, S. I., DRAGONE, G., ROBERTO, I. C.: Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of cereal science*, 2006, No. 1, 1–14.

NISHINO, N., HARADA, H., SAKAGUCHI, E.: Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers´ grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003, 83(6): 557–563

SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G.: Statistical Methods, 1967, 6th ed., Iowa State University Press, 579 pp.

Adresa

Ing. Vladimír Majer, Victus LA, s. r. o., Těšínská 551/329, 716 00 Ostrava, Česká republika