Vliv kyselého máčení na technologické parametry sladu

The Effect of Acidic Steeping on Malt Technological Parameters

Lukáš JELÍNEK, Anton KARACHEVTSEV, Marcel KARABÍN, Blanka KOTLÍKOVÁ, Pavel DOSTÁLEK
Ústav biotechnologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, Praha 6, 166 28 /Department of Technology,
Institute of Chemical Technology in Prague, Technická 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic
e-mail: lukas.jelinek@vscht.cz

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Jelínek, L. – Karachevtsev, A. – Karabín, M. – Kotlíková, B. – Dostálek, P.: Vliv kyselého máčení na technologické parametry sladu. Kvasny Prum. 59, 2013, č. 10–11, s. 288–291

Kyselé máčení se v minulých letech ukázalo jako efektivní prostředek pro urychlení sladovacího procesu. Pro účely této práce byly v mikroskladovací zařízení VŠCHT Praha připraveny dvě šarže sladu postupem, při kterém byl ječmen máčen 8 resp. 16 hodin ve vodě s upravenou hodnotou pH (pH=5). U použitého ječmene byla sledována rychlost příjmu vody obilkou, rychlost klíčení a klíčivá energie při běžných sladovacích podmínkách. U připravených sladů pak byly provedeny analýzy nejdůležitějších kvalitativních parametrů, konkrétně extraktu, enzymové aktivity a v neposlední řadě také barvy a pH kongresní sladin. Podstatná část práce byla věnována sledování obsahu polyfenolových látek a antioxidačním vlastnostem kongresních sladin připravených ze zmíněných sladů.

Jelínek, L. – Karachevtsev, A. – Karabín, M. – Kotlíková, B. – Dostálek, P.: The effect of acidic steeping on malt technological parameters. Kvasny Prum. 59, 2013, No. 10–11, p. 288–291

Acidic steeping was confirmed to be an effective tool for acceleration of the malting process. For the purpose of this study, two batches of malt were prepared in the micromalting plant of the ICT Prague. Barley was steeped for 8/16 hours in water with the adjusted value of pH (pH=5). In the tested barley, the rate of water uptake by the caryopsis, germination rate and germination energy under the standard malting conditions were studied. In the prepared malts, the most important quality parameters, i.e. extract, enzymatic activity, color and pH of congress wort were analyzed. Principal part of the study was devoted to monitoring of content of polyphenolic substances and antioxidant characters of congress worts prepared from the malts.

Jelínek, L. – Karachevtsev, A. – Karabín, M. – Kotlíková, B. – Dostálek, P.: Der Einfluss des sauren Weichens auf die technologische Parameter des Malzes. Kvasny Prum. 59, 2013, Nr. 10–11, S. 288–291

In den letzten Jahren hat sich das saure Weichen als ein wirksames Mittel zur Beschleunigung des Malzprozesses erwiesen. Für die Zwecke dieser Arbeit in einer Mikromälzerei der VŠCHT (Chemische Universität in Prag) durch ein Verfahren (Einweichen acht bzw. sechszehn Stunde im Wasser mit aufbereiten pH Wert, pH = 5) wurden zwei Chargen Malz vorbereitet. Bei der angewandten Gerste wurde unter normalen Bedingungen die Geschwindigkeit der Wasserannahme in Grasfrucht, Keimungsrate und Keimungsenergie verfolgt. Das fertige Malz wurde analysiert, um die wichtigste qualitativen Parameter zu erhalten, d.h. Extrakt, Enzymaktivität und nicht zuletzt auch die Farbe und pH Wert der Kongresswürze. Der wesentliche Teil der Arbeit wurde der Verfolgung von Gehalt an Polyphenolstoffe und antioxidation Eigenschaften der Kongresswürze gewidmet.

Klíčová slova: ječmen, slad, kvalita sladu, technologie sladování, pH

Keywords: barley, malt, malt quality, malting technology, pH

1 ÚVOD

Kvalitativní znaky sladu jsou do značné míry ovlivněny technologií sladování, přičemž významnou roli hraje celá řada faktorů. Asi nejvýznamnějšími z nich jsou teplota a přístup vzduchu, které figurují ve všech třech hlavních stádiích výroby sladu (Basařová a Čepička, 1986). Dalším, v odborné literatuře často opomíjeným, faktorem je pH. V první fázi sladování je zrna máčeno ve vodě, jejíž hodnota pH se upravuje jen minimálně a zpravidla se pohybuje kolem hodnoty 7. Přídavek kyselých či zásaditých modifikátorů (v potravinářské kvalitě) však může výrazným způsobem ovlivnit celou řadu fyziologických parametrů ječmene a kvalitativních vlastností sladu. Pro úpravu vody při zásaditém máčení se využívá téměř výhradně hydroxid sodný a hydroxid vápenatý (Lefyedi a Taylor, 2006), na rozdíl od kyselého máčení, kde lze použít množství organických i anorganických kyselin, nejčastěji však kyselinu mléčnou (Haraldsson et al., 2004). Nespornou výhodou posunu hodnoty pH máčecích vod do kyselého či zásadité oblasti je bezesporu i dezinfekce zrn. Ogundiwin a kolegové (Ogundiwin et al., 1991) prokázali, že slady máčené v zásadité vodě, jejíž hodnota pH byla upravena pomocí hydroxidu vápenatého, obsahují na svém povrchu méně koliformních bakterií a plísní než běžné slady. O několik let později Lefyedi a Taylor (Lefyedi a Taylor, 2006) dosáhli v podobné studii mnohem lepších výsledků při použití hydroxidu sodného, ovšem pouze v případech kontaminace koliformními bakteriemi. Při použití kyselého máčení je dezinfekční účinek máčecích vod zaměřen spíše na plísně. V mnoha pracích byla publikována možnost využití cílené kontaminace máčecích vod bakteriemi produkujícími kyselinu mléčnou. Hotové slady pak vykazovaly mnohem nižší úroveň kontaminace v porovnání s běžnými slady (Haikara a Laitila, 1995; Laitila et al., 1997).

Jak již bylo zmíněno, hodnota pH může mít výrazný vliv také na chemické parametry sladu. Velká pozornost byla z tohoto hlediska věnována obsahu fenolových látek a antioxidačním vlastnostem.

1 INTRODUCTION

Malt quality parameters are considerably affected by a malting technology. The temperature and access of air belong to the most important factors affecting malt quality, they play a role in all three main phases of malt production (Basařová a Čepička, 1986). Another factor, often neglected in the literature, is pH. In the first stage of malting, grain is steeped in water pH of which is adjusted only minimally, usually varying around the value of 7. However, the addition of acidic or alkaline modifiers (in food quality) can significantly affect a number of barley physiological parameters and malt quality characters. Sodium hydroxide and calcium hydroxide are frequently used to modify water at alkaline steeping (Lefyedi and Taylor, 2006), unlike acidic steeping, where various organic and inorganic acids can be applied, lactic acid being the most frequently used (Haraldsson et al., 2004). Disinfection of grains is an undisputable advantage of the shift of pH level in steeping water toward acidic or alkali. Ogundiwin and colleagues (Ogundiwin et al., 1991) have proven that malts steeped in alkaline water with the pH value modified using calcium hydroxide contain on their surface less coliform bacteria and fungi compared to common malts. A few years later, Lefyedi and Taylor (Lefyedi and Taylor, 2006) in similar study achieved much better results with the use of sodium hydroxide but only in cases of contamination with coliform bacteria. In acidic steeping, disinfection is more effective against fungi. Many studies have shown the possibility to use a targeted contamination of steeping water with bacteria producing lactic acid. The malts then exhibited a much lower level of contamination compared to common malts (Haikara and Laitila, 1995; Laitila et al., 1997).

As mentioned above, the pH value also may have a significant influence on malt chemical parameters. A considerable attention has been paid to the content of phenolic compounds and antioxidant properties. In 2006 and 2007, the authors of two fundamental studies proved high antioxidant activity of malts steeped in mildly

V letech 2006 a 2007 byly zveřejněny dvě zásadní práce, ve kterých autoři prokázali vysokou antioxidantní aktivitu sladů máčených v mírně kyselé vodě o (rozmezí pH 5–5,5) (Szwajgier et al., 2006; Tubaro et al., 2007). V práci Lowe a kolegů byl pak prokázán pozitivní vliv nízkého pH na aktivitu β -glukanasy a s tím spojený úbytek β -glukanů v hotovém sladu (Lowe et al., 2005). Kyselé máčení může také přispívat ke snížení obsahu kyseliny fytové (Haraldsson et al., 2004), mykotoxinů a snížení gushingového potenciálu sladu (Lowe a Arendt, 2004). Tento výčet pozitivních vlastností sladů připravených kyselým máčením není zdaleka konečný a je více než pravděpodobné, že se v budoucnu bude dále rozšiřovat.

Cílem této práce byl výzkum vlivu kyselého máčení na vybrané fyziologické parametry sladovnického ječmene (rychlost klíčení, citlivost na vodu a energie klíčení) a chemické vlastnosti sladu (extrakt, barva, pH, celkové polyfenoly, polyfenolové monomery, antioxidantní kapacita a aktivita amylolytických enzymů). Výsledky tohoto výzkumu by v budoucnu mohly přispět k urychlení sladovnického procesu a zvýšení kvality sladu.

2 MATERIÁL A METODY

Vzorky ječmene (odrůda Bojos) a odpovídající vzorky komerčního sladu byly poskytnuty průmyslovou sladovnou.

Pro výrobu standardního sladu bylo použito mikroskladovací zařízení VŠCHT Praha (Ravoz, ČR). Na jednu vsádku bylo použito 7 kg ječmene, rozděleného do kilogramových částí, který byl máčen následujícím postupem: I. a II. namočení na 8 hodin následované 12 hodinovou vzdušnou přestávkou, III. namočení na 4 hodiny následované 4 hodinovou vzdušnou přestávkou. Namočený ječmen byl následně umístěn do klíčiho boxu, kde byl za občasného provzdušňování klíčen 48 hodin při teplotě 16 °C a relativní vlhkosti vzduchu 95 %. Naklíčený ječmen byl dále hvozďen použitím teplotního programu: 45 °C – 6 hodin, 50 °C – 6 hodin, zahřátí z 50 °C na 82 °C během 10 h a 82 °C – 2 hodiny. Obdobným způsobem byly připraveny i vzorky kyselého máčeného sladu, kdy byl ječmen máčen v první a druhé máčecí vodě, okyselené pomocí kyseliny mléčné na pH 5. Přehled zkratk výše popsaných sladů je uveden v tab. 1.

Stanovení fyziologických parametrů ječmene máčeného ve vodě s různou hodnotou pH (citlivost na vodu a klíčivá energie) bylo provedeno podle metodiky ASBC (Analytica ASBC, 2009). Pro stanovení rychlosti klíčení byla použita metoda dle Prokeše (Prokeš, 2005).

Analýza základních parametrů kongresní sladin (extrakt, barva a pH) byla provedena metodikou podle EBC (Analytica EBC, 1998). Spektrofotometrické stanovení celkových polyfenolových látek v kongresní sladině bylo provedeno metodikou podle EBC (Analytica EBC, 1998).

Pro izolaci a stanovení polyfenolových monomerů bylo 25 ml kongresní sladin extrahováno 2x25 ml ethylacetátu na třepačce (700 min⁻¹) po dobu 3 minut. Spojené extrakty byly odpařeny do sucha na vakuové rotační odpařce. Suchý podíl byl rozpuštěn v 50% methanolu, přefiltrován přes nitrocelulosový mikrofilm (velikost porů 0,45 μ m) a analyzován pomocí HPLC-DAD. Pro HPLC dělení fenolových látek byla použita kolona Luna 5 μ m Phenyl-Hexyl 1 (150 x 4,6 mm). Mobilní fáze sestávala z fáze A (0,01% roztok kyseliny fosforečné v acetonitrilu) a B (0,01% roztok kyseliny fosforečné v demineralizované vodě). Složení gradientu mobilní fáze bylo následující: V čase 0 min – 90 % B, v čase 15 min – 90 % B, v čase 45 min – 65 % B, v čase 46 min – 10 % B, v čase 52 min – 10 % B a v čase 55 min – 90 % B. Teplota HPLC analýzy byla 40 °C a hodnota průtoku 1 ml/min. Fenolové látky byly vyhodnocovány při vlnových délkách blízkých jejich absorpčnímu maximu (253, 280 a 330 nm) a jejich obsahy v matici byly stanoveny metodou vnější kalibrace. Látky takto stanovené byly kyseliny protocatechové, p-hydroxybenzoové, vanilové, ellagové, gallové, kávové, ferulové, sinapové, p-kumarové a chlorogenové, dále pak catechin, epicatechin a vanilin. V následujícím textu bude pracováno pouze se sumou těchto látek.

Stanovení antioxidantní aktivity kongresních sladin bylo provedeno metodou podle Kaneda (Kaneda et al., 1995).

Kolorimetrické stanovení aktivity α -amylasy bylo provedeno metodou podle EBC (Analytica EBC, 1998).

3 VÝSLEDKY A DISKUZE

Na obr. 1 je ilustrován vliv pH máčecí vody na základní fyziologické parametry ječmene (klíčivá energie, citlivost na vodu a rychlost klíčení). Ve všech případech bylo nejlepších výsledků dosaženo při použití

acidic water (pH ranged from 5–5.5) (Szwajgier et al., 2006; Tubaro et al., 2007). Lowe and colleagues demonstrated a positive effect of low pH on β -glucanase activity and the associated loss of β -glucans in the finished malt (Lowe et al., 2005). Acidic steeping may also contribute to the reduction of phytic acid content (Haraldsson et al., 2004), mycotoxins and gushing potential of malt (Lowe and Arendt, 2004). This list of positive qualities of malts prepared by acidic steeping is not final and more than likely, it will be extended in the future.

The aim of this was to investigate the effect of acidic steeping on the selected physiological parameters of malting barley (germination rate, sensitivity to water and germination energy) and chemical characters of malt (extract, color, pH, total polyphenols, polyphenol monomers, antioxidant capacity and activity of amylolytic enzymes). The results of this research could help accelerate the malting process and improve malt quality.

2 MATERIAL AND METHODS

Samples of barley (the variety Bojos) and corresponding samples of commercial malt were obtained from an industrial malt house.

Standard malt was made in a micromalting plant in ICT Prague (Ravoz, CR). One batch contained 7 kg of barley split per 1 kg portions and steeped using a following schedule: 1st and 2nd steeping for 8 hours followed by 12-hour air rest, 3rd steeping for 4 hours followed by 4-hour air rest. Subsequently, the steeped barley was transferred into a germination box and allowed to germinate with occasional aerating at 16 °C and relative air humidity of 95 % for 48 hours. The germinated barley was then kilned using the following thermal schedule: 45 °C – 6 hours, 50 °C – 6 hours, heating from 50 °C to 82 °C during 10 h and 82 °C – 2 hours. The samples of malt steeped with acid were prepared using the similar method: barley was steeped in the first or second steeping water with the addition of lactic acid to the pH value of 5. The list of abbreviations of malts described above is given in Tab. 1.

The determination of physiological parameters of barley steeped in water with a different pH value (sensitivity to water and germination energy) was conducted according to the ASBC method (Analytica ASBC, 2009). For the determination of germination rate the method after Prokeš was applied (Prokeš, 2005).

The basic parameters of congress wort (extract, color and pH) were analyzed by the EBC method (Analytica EBC, 1998).

The spectrophotometric determination of total polyphenolic substances in congress wort was performed with the methods after EBC (Analytica EBC, 1998).

For the isolation and determination of polyphenolic monomers, 25 ml of congress wort were extracted using 2x25 ml of ethyl acetate in a shaker (700 min⁻¹) for 3 minutes. Pooled extracts were evaporated to dryness in a vacuum rotary evaporator. Dry part was diluted in methanol (50%), filtered through a nitrocellulose microfilm (pore size 0.45 μ m) and analyzed using HPLC-DAD. The Luna 5 μ m Phenyl-Hexyl 1 column (150 x 4.6 mm) was used for the HPLC separation of phenolic compounds. Mobile phase consisted of phase A (0.01% solution of phosphoric acid and acetonitrile) and B (0.01% solution of phosphoric acid in demineralized water). Composition of gradient of the mobile phase was as follows: at 0 min – 90 % B, at 15 min – 90 % B, at 45 min – 65 % B, at 46 min – 10 % B, at 52 min – 10 % B, and at 55 min – 90 % B. The temperature of the HPLC analysis was 40 °C and the flow rate 1 ml/min. Phenolic substances were assessed at wavelengths near their absorption maximum (253, 280, and 330 nm) and their contents in the matrix were assessed by the external calibration method. The determined substances were protocatechuic, p-hydroxybenzoic, vanillic, ellagic, gallic, caffeic, ferulic, sinapic, p-coumaric and chlorogenic acids, catechin, epicatechin and vanillin, further summarily referred as the sum of these substances.

The determination of antioxidant activity of congress worts was conducted with the method after Kaneda (Kaneda et al., 1995).

The colorimetric determination of α -amylase activity was performed using the method after EBC (Analytica EBC, 1998).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 1 illustrates the effect of pH of steeping water on the basic physiological parameters of barley (germination energy, sensitivity to water and germination rate). In all cases, the best results were achieved with the use of mildly acidic steeping water. Alkali pH had a completely opposite effect on the grain. The most pronounced differences were found in sensitivity to water, the difference between

Obr. 1 Fyziologické vlastnosti ječmene při různých hodnotách pH /
Fig. 1 Barley physiological characters at different pH values

Obr. 2 Vliv kyselého máčení na aktivitu α-amylasy sladu /
Fig. 2 The effect of acidic steeping on α-amylase activity of malt

Tab. 1 Přehled zkratk sladů použitých v této práci / List of the abbreviations used in this study

Zkratka / Abbreviation	Charakteristika sladu / Malt characteristics
SK	Komerční slad / Commercial malt
SST	Standardní slad připravený v mikroskladovně VŠCHT Praha / Standard malt prepared in the micromalting plant of ICT
S5	Slad připravený z ječmene máčeného ve vodě o pH 5 (1x 8 h) / Malt prepared from barley steeped in water with pH 5 (1x 8 h)
S2x5	Slad připravený z ječmene 2x máčeného ve vodě o pH 5 (2x 8 h) / Malt prepared from barley steeped in water with pH 5 two times (2x 8 h)

Tab. 2 Vliv kyselého máčení na základní technologické parametry sladu / The effect of acidic steeping on malt technological parameters

Typ sladu / Malt type	Extrakt / Extract (%) / (%)	Barva / Colour (j. EBC) / (EBCU)	pH
SK	76.8	5.3	6.2
SST	77.3	4.6	6.1
S5	77.7	4.8	6.0
S2x5	75.7	5.8	6.1

Tab. 3 Vliv kyselého máčení na obsah celkových polyfenolů, fenolových monomerů a na antioxidační vlastnosti sladu / The effect of acidic steeping on total polyphenols, phenolic monomers and antioxidant capacity of malt

Typ sladu / Malt type	Celkové polyfenoly / Total polyphenols (mg/100 ml) / (mg/100 ml)	Suma monomerů / Phenolic monomers (mg/100 ml) / (mg/100 ml)	Antioxidační kapacita (% odbarvení) / Antioxidant capacity (% decolourizing)
SK	31.7	4.9	42.3
SST	32.1	4.7	41.6
S5	32.7	5.0	42.9
S2x5	27.2	5.3	35.5

mírně kyselé máčecí vody. Zásaditá oblast pH měla na zrno vliv zcela opačný. Nejmarkantnější rozdíly byly sledovány v případě citlivosti na vodu, kdy difference mezi nejvyšší (pH 5) a nejnižší (pH 9) hodnotou činila 12,5 % relativních. Co se rychlosti klíčení týče, ječmen máčený v mírně kyselé vodě dosahoval jen o málo lepších výsledků (1,3 % rel.) než ječmen máčený ve vodě s neutrální hodnotou pH. Při analýze výsledků klíčivé energie byly zjištěny jen minimální rozdíly. Z fyziologického hlediska tedy rozhodně nelze ke sladování doporučit zásaditou máčecí vodu, naopak mírně kyselé prostředí (pH 5) urychluje klíčení a zvyšuje hodnotu klíčivé energie a citlivosti na vodu. V následujícím textu bude proto probírán pouze vliv kyselého máčení.

Základní parametry kongresních sladin (extrakt, barva, pH) jsou uvedeny v tab. 2. Zatímco hodnoty extraktu a pH se u jednotlivých vzorků výrazně nelišily, hodnota barvy byla kyselým máčením ovlivněna značně. Zejména slad připravený dvojnásobným kyselým máčením vykazoval značně vysoké hodnoty barvy. Pravděpodobnou příčinou tohoto jevu je vyšší obsah fenolových monomerů uvolněných vlivem kyselého pH z glykosidických a esterových vazeb (viz dále). Je obecně známo, že sladiny s vyšším obsahem těchto látek poskytují i vyšší hodnotu barvy (Basařová et al., 2010).

Při analýze fenolových látek sladů (tab. 3) bylo zjištěno, že slad S2x5 obsahoval jednoznačně nejnižší množství celkových polyfenolů, což by mohlo ovlivňovat koloidní stabilitu piva, která s obsahem polyfenolů bezprostředně souvisí. Je pochopitelné, že nižší hodnota pH bude přispívat k uvolňování polyfenolů vázaných například na cukry. Tato skutečnost byla potvrzena analýzou fenolových monomerů (tab. 3), kde zvýšené koncentrace těchto látek vykazovaly kyselé máčené slady. Z hlediska antioxidační kapacity (tab. 3) byla

the highest (pH 5) and lowest (pH 9) value was 12.5% rel. In terms of germination rate, barley steeped in mildly acidic water achieved only slightly better results (1.3% rel.) than barley steeped in water with the neutral pH value. The analysis of the results of germination energy showed only minimal differences. From a physiological point of view, alkaline steeping water cannot be recommended for malting, while mildly acidic pH (5) accelerates germination and increases the value of germinating energy and sensitivity to water. Therefore, only the effect of the acid steeping will be discussed in the following text.

The basic parameters of congress worts (extract, color, pH) are given in Tab. 2. While the values of extract and pH did not differ markedly in the individual samples, acid steeping altered the value of color significantly. Namely the malt prepared with double acid steeping exhibited considerably high values of color, probably as a result of a higher content of phenolic monomers released from glycosidic and ester bonds due to acidic pH (see further). It is generally known that worts with a higher content of these substances also provide a higher value of color (Basařová et al., 2010).

The analysis of phenolic substances of malts (Tab. 3) showed that S2x5 malt contained the lowest content of total polyphenols, this might affect colloid stability of beer as it is directly related to polyphenol content. It is evident that a lower pH value contributes to releasing the polyphenols linked for example to sugars. This fact was confirmed by the analysis of phenolic monomers (Table 3), increased concentration of these substances was exhibited by malts prepared by acidic steeping. The highest value of antioxidant capacity (Tab. 3) was measured in malt prepared only with one acidic steeping. On the contrary, S2x5 malt exhibited very low antioxidant properties.

nejvyšší hodnota naměřena u sladu připraveného pouze jedním kyselým máčením. Slad S2x5 naopak vykazoval velmi nízké antioxidační vlastnosti.

Aktivita amylolytických enzymů je jedním ze základních měřítek kvality sladu. V této práci byla věnována pozornost výhradně aktivitě α -amylasy, jejíž závislost na podmínkách sladování je graficky vyjádřena na obr. 2. Komerčně vyráběný slad dosahoval téměř stejné enzymatické aktivity jako standardní slad. To ovšem nelze konstatovat o obou kyselé máčených sladech, u nichž byl zaznamenán podobný trend jako v případě antioxidační aktivity. Vzorek připravený pouze jedním kyselým máčením měl mnohem vyšší aktivitu α -amylasy než kontrolní vzorky SK a SST. Naproti tomu dvojnásobné kyselé máčení ječmene způsobilo pokles enzymatické aktivity o 4 D. U., v porovnání se sladem SK a o 5 D. U. v porovnání se standardním sladem SST. Tento pokles je s největší pravděpodobností způsoben proteolytickými enzymy, které mají pH optimum blízké hodnotě 5 a které mohou amylasy degradovat (Schmitt a Marinac, 2008).

Je zřejmé, že kyselé máčení sladu výrazně ovlivňuje jak rychlost sladovacího procesu, tak kvalitu hotového sladu. Z výše prezentovaných dat vyplývá, že pro sladovnické účely je vhodné využít pouze jedno kyselé máčení. Ječmen by měl okyselenou vodu přijímat rychleji a lze předpokládat také mírné zrychlení procesu klíčení. Většina kvalitativních parametrů sladu jako pH a extrakt upraveným postupem máčení ovlivněna není. Úpravu pH (pouze první) máčecí vody lze doporučit pro výrobu enzymaticky aktivních sladů se zvýšenými antioxidačními vlastnostmi. Je však nutné počítat se skutečností, že kyselé máčené slady mohou způsobit zvýšení barvy sladiny.

4 ZÁVĚR

Předmětem této práce byl výzkum vlivu kyselého máčení (pH máčecí vody 5) na fyziologické vlastnosti ječmene a kvalitativní parametry sladu. Slady připravené pomocí jednoho respektive dvou kyselých máčení byly porovnávány s komerčně dostupným a standardním sladem. Bylo zjištěno, že kyselé pH mírně zvyšuje rychlost klíčení, citlivost na vodu a klíčivou energii. Analýza hotových sladů a kongresních sladin z nich připravených prokázala, že dvoustupňové kyselé máčení výraznou měrou zvyšuje barvu sladů. Hodnoty extraktu a pH kongresní sladin byly u sladů S5 a S2x5 takřka identické s kontrolními vzorky. Slad připravený dvojnásobným máčením obsahoval výrazně méně celkových polyfenolů, naopak koncentrace fenolových monomerů byla u tohoto vzorku nejvyšší. Jednostupňové kyselé máčení příznivě ovlivňovalo aktivitu α -amylasy a antioxidační vlastnosti hotového sladu.

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla finančně podpořena projektem MŠMT ČR KON-TAKT ME10110.

LITERATURA / REFERENCES

- Analytica ASBC, American Society of Brewing Chemists, 2009: Methods of analysis [on line]. Barley 5A, 3C. <http://www.asbcnet.org/moa/toc.aspx>.
- Analytica EBC, European Brewery Convention, 1998: Hans Carl Gertranke Fachverlag, Nürnberg, 4.5.1; 4.13; 8.5; 8.12; 8.17.
- Basařová, G., Čepička, J., 1986: Sladařství a pivovarství, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek T., 2010: Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva. VŠCHT v Praze. ISBN 978-80-7080-734-7.
- Haikara, A., Laitila, A., 1995: Influence of lactic acid starter culture on the quality of malt and beer. Proc. 25th EBC Congr., Brussels. IRL Press: Oxford, 249–256.
- Haraldsson, A. K., Rimsten, L., Alminger, M. L., Andersson, R., Andlid, T., Aman, P., Sandberg, A. S., 2004: Phytate content is reduced and β -glucanase activity suppressed in malted barley steeped with lactic acid at high temperature. J. Sci. Food Agric. 84: 653–662.
- Kaneda, H., Kobayashi, N., Furusho, S., Hirohisa, S., Koshino, S., 1995: Reducing activity and flavor stability of beer. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. 32(2): 90–94.
- Laitila, A., Trapani, K. M., Haikara, A., 1997: Lactic acid starter cultures for the prevention of the formation of Fusarium mycotoxins during malting. Proc. 26th EBC Congr., Maastricht. IRL Press: Oxford, 137–144.
- Lefyedi, M. L., Taylor, J. R. N., 2006: Effect of dilute alkaline steeping on the microbial contamination, toxicity and diastatic power of sorghum malt. J. Inst. Brew. 112(2): 108–116.

Activity of amylolytic enzymes is one of basic standards of malt quality. This study paid attention exclusively to α -amylase activity, its dependence on the malting conditions is graphically illustrated in Fig. 2. The malt produced commercially achieved nearly the same enzymatic activity as the standard malt. However, this was not the case of both malts prepared with acidic steeping, here the same trend was recorded as in antioxidant activity. The sample prepared with only one acidic steeping had much higher α -amylase activity than the control samples SK and SST. Conversely, double acidic steeping of barley caused the decline in enzymatic activity by 4 D. U. compared to the SK malt, and by 5 D. U. compared to the standard SST malt. This decrease is most likely caused by proteolytic enzymes with pH optimum nearing the value of 5, which can degrade amylases (Schmitt and Marinac, 2008).

It is evident that acidic steeping of malt affects markedly both the rate and quality of the final malt. The above stated data suggest that the use of only one acidic steeping is suitable for the malting purposes. Barley should take up acidified water faster thus a slight acceleration of the germination process may be expected. Most of the malt quality parameters such as pH and extract are not affected by the modified steeping procedure. PH adjustment of (only one) steeping water can be recommended for the production of enzymatically active malts with increased antioxidant properties. However, it is necessary to take into account that malts prepared by acid steeping can cause the increase in wort color.

4 CONCLUSIONS

Subject of this study was the affect of acidic steeping (steeping water pH 5) on the physiological characters of barley and quality parameters of malt. Malts prepared using single or double acidic steeping were compared with commercially available and standard malt. It was determined that acidic pH mildly increases germination rate, sensitivity to water and germination energy. The analysis of finished malts and congress worts prepared from them proved that that two-stage acidic steeping significantly increased color of malt. The extract values and congress wort pH in malts S5 and S2x5 were nearly identical with the pH values of controls. Malt prepared with two-stage steeping contained a significantly lower content of total polyphenols, on the contrary, concentration of phenolic monomers in this sample was the highest. Single acidic steeping favorably affected α -amylase activity and antioxidant properties of the final malt.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by the project of the MEYS CR KON-TAKT ME10110.

Translated by Vladimíra Nováková

- Lowe, D. P., Arendt, E. K., 2004: The use and effects of lactic acid bacteria in malting and brewing with their relationship to antifungal activity, mycotoxins and gushing: A review. J. Inst. Brew. 110(3): 163–180.
- Lowe, D. P., Arendt, E. K., Soriano, A. M., Ulmer, H. M., 2005: The influence of lactic acid bacteria on the quality of malt. J. Inst. Brew. 111(1): 42–50.
- Ogundiwin, J. O., Ilori, M. O., Fessehazion, B., Babalola, G. O., Olajuyigbe, A. O., 1991: Effect of chemical treatments on the micro-organism associated with malting of sorghum grains and sorghum malt. J. Appl. Microbiol. 71(2): 139–143.
- Prokeš, J., 2005: Dormance vybraných odrůd sladovnického ječmene v letech 2001–2004. Kvasný Prum. 51(10): 334–341.
- Schmitt, M. R., Marinac, L., 2008: Beta-amylase degradation by serine endoproteases from green barley malt. J. Cereal Sci. 47(3): 480–488.
- Szwajgier, D., Waško, A., Targoński, Z., 2006: Influence of pH and temperature on ferulic acid esterase and acetic acid esterase activities during malting and mashing. Pol. J. Food Nutr. Sci. 15(2): 183–191.
- Tubaro, F., Fontana, M., Buiatti, S., 2007: Evaluation of the influence of steeping condition on the antioxidant activity from barley to malt, Proc. 31st EBC Congr., Venice. Fachverlag Hans Carl., Nürnberg, CD-ROM. 685–692.