

VLIV NETRADIČNÍCH SLADŮ NA BARVU SLADINY

THE EFFECT OF UNCONVENTIONAL MALTS ON THE COLOUR OF MALT WORT

Renáta Dufková¹ – Veronika Šafránková¹ – Luděk Hřivna¹
Tomáš Gregor¹ – Kateřina Čechová¹

¹ Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0052>



ABSTRAKT

Slad je základní surovinou při výrobě piva a významně ovlivňuje vlastnosti sladiny, včetně její barvy. Vedle tradičního ječného sladu jsou v pivovarské technologii zkoumány také netradiční slady z jiných obilovin a pseudocereálií. Cílem této práce bylo posoudit vliv částečné náhrady ječného sladu slady z prosa, kukuřice a quinoi na barevnou intenzitu sladin. Sladiny s různým podílem netradičních sladů byly připraveny laboratorním postupem a jejich barva byla stanovena instrumentálně v jednotkách EBC, přičemž výsledky byly statisticky vyhodnoceny. Bylo zjištěno, že částečná náhrada ječného sladu netradičními slady neměla ve většině případů statisticky průkazný ($p > 0,05$) vliv na barvu sladin. Zvýšený podíl prosného sladu vedl ke snížení barevné intenzity, zatímco u kukuřičného byl pozorován mírný nárůst barvy, nedosahoval ale úrovně kontrolní varianty, kde byl použit pouze ječný slad. Intenzivnější barvicí efekt byl pozorován u quinoového sladu. Nejvyšší barevné intenzity bylo dosaženo u varianty připravené ze směsi sladů v poměru 70 % ječný 10 % prosný, 10 % kukuřičný a 10 % z quinoi.

Klíčová slova: netradiční slad, sladina, barva, proso, kukuřice, quinoa

ABSTRACT

Malt is the basic raw material in beer production and significantly influences the properties of wort, including its colour. In addition to traditional barley malt, non-traditional malts from other cereals and pseudocereals are also being investigated in brewing technology. The aim of this work was to assess the effect of partial replacement of barley malt with millet, corn, and quinoa malts on the colour intensity of wort. Wort with varying proportions of non-traditional malts was prepared using a laboratory procedure and its colour was determined instrumentally in EBC units, with the results being statistically evaluated. It was found that in most cases, the partial replacement of barley malt with non-traditional malts had no statistically significant ($p > 0.05$) effect on the colour of the wort. An increased proportion of millet malt led to a reduction in colour intensity, while a slight increase in colour was observed with corn malt, but it did not reach the level of the control variant, where only barley malt was used. A more intense colouring effect was observed with quinoa malt. The highest colour intensity was achieved in the variant prepared from a mixture of malts in a ratio of 70 % barley, 10 % millet, 10 % corn, and 10 % quinoa.

Keywords: unconventional malt, malt extract, colour, millet, corn, quinoa

ÚVOD

Slad je jednou ze základních ingrediencí při výrobě piva a je zdrojem extraktivních látek a enzymů, kterými jsou štěpeny vysokomolekulární látky, především škrob, na látky nízkomolekulární, které jsou po rmutování využity v navazujících procesech výroby piva. Převážně jsou piva vyráběna ze základních typů sladů. V menší míře mohou být použity slady speciální, kterými je do výsledného piva přidána především barva, chuť a aroma

(Howe, 2020; Svoboda et al., 2022). Mezi netradiční suroviny, ze kterých jsou speciální slady vyráběny, lze zařadit různé druhy cereálií a pseudocereálií. Tyto suroviny mohou být do piva přidávány v různých formách úpravy například jako celé, vločky, mouka nebo krupice.

Kukuřice je řazena mezi nejvíce používané náhražky, zejména v USA, střední Americe, Mexiku a Číně (Brožová et al., 2022). Vzhledem k vysokému obsahu tuku, kterým by mohla být ovlivněna výsledná pěna a chuť piva, je používána odkličkováná, protože právě v klíčku je jeho množství nejvyšší (Goode a Arendt, 2006). Kukuřice je zpracována pro využití v pivovarech do formy vloček, krupice, mouky, anebo škrobu. Je možné ji upravit i extruzí. Velmi oblíbenými jsou i kukuřičné sirupy (Dabija et al., 2021). Obvykle je ve výsledné upravené formě do 1 % tuku (Brožová et al., 2022). Jako negativní trend byl popsán přídavek kukuřice na snižování barvy ve výsledném pivě. Podle Poreda et al. (2014) je vhodnou možností přídavek karamelového sladu k původní receptuře. Piva vyráběná s náhražkou kukuřičného produktu jsou obvykle světlejší barvy, někdy s vyšším obsahem alkoholu a dobrou stabilitou pěny. V případě nižší náhrady sladu jsou v některých případech piva hodnocena jako lépe aromatická, než ta vyrobená pouze ze sladu ječného (Brožová et al., 2022; Cadenas et al., 2021).

V konvenčním pivovarnictví není proso jako náhražka ve velké míře využíváno. Limitujícím faktorem je jeho nízká diastatická síla a vysoká teplota mazovatení okolo 65 až 80 °C. Piva surogovaná prosem jsou charakterizována nižším obsahem extraktu, sníženým obsahem volných dusíkatých látek. Obvykle jsou piva z neupraveného prosa světlejší barvy s nižším obsahem alkoholu a jsou obvykle upravována enzymatickými preparáty, především ke zlepšení proteolýzy a zcukření várky (Cela et al., 2022). Dymchenko et al. (2024) prozkoumal možnou výrobu bezlepkového piva pouze za použití prosa, popřípadě pražené pohanky, anebo kávy. Bylo zjištěno, že piva vyrobená pouze z neupraveného prosa mají nižší intenzitu barvy, obsah alkoholu a pH. Zejména intenzita barvy byla zvýšena vlivem přídavku 30 % pohanky namísto prosa. Všechna piva neměla téměř pěnu, zřejmě kvůli vysokému obsahu tuku v zrně. Co se týče celkového dojmu, tak měla piva plochou chuť a výraznou kyselou a ovocnou chuť. Při výrobě sladu z prosa, bylo zjištěno, že například oproti čiroku jsou zrna k výrobě vhodnější. Byl zjištěn vyšší obsah redukujících cukrů, volných dusíkatých látek a enzymů oproti prosu neupravenému (Embashu a Nantaga, 2019). Posledním důvodem výroby sladu z prosa je snížení antinutričních látek v zrně jako jsou kyselina fytová, kyanidy a trísloviny (Cela et al., 2020).

Z důvodu obsahu velkého množství bioaktivní látek v zrně je quinoa známa svou vysokou funkční a nutriční hodnotou. Z minerálních látek je ve větší míře obsažen draslík, vápník, hořčík, zinek a fosfor. Zanedbatelný není ani obsah riboflavinu a vitamínu B6. Z důvodu vysokého obsahu polyfenolů a vitamínu E má dobrou antioxidační stabilitu (Kordialik-Bogacka et al., 2018; Yang a Gao, 2020). Quinoa je považována za dobrou surovinu k výrobě bezlepkového piva, je ovšem potřeba zrna oloupat, protože je v něm obsaženo velké množství saponinů, kterými je negativně ovlivněna chuť výsledného piva a piva mohou být nepříjemně hořká (Kordialik-Bogacka et al., 2018). Tyto vlastnosti v pivě za použití surogace jsou potvrzeny i ve studii Laureys et al. (2023), ve které je přidáno 40 % quinoi. Zesladováním quinoi je možné zlepšit, jak její fyzikálně mechanické vlastnosti, tak její organoleptické vlastnosti ale i celkové složení zrna (López-Rodríguez et al., 2025). V menším množství je možné použít slad z quinoi s cílem získat pivo s neobvyklou chutí a lepším nutričním složením, především vlivem obsahu antioxidačních látek, minerálů a vitamínů. V současnosti je zkoumána možnost využití černého druhu a jedlých květin za účelem získání většího množství flavonoidů a antioxidačních látek s neobvyklou chutí především vhodnou pro menší řemeslné pivovary (Mitrev, Dacheva a Tomova, 2024).

MATERIÁL A METODIKA

Použité suroviny

K výrobě všech sladin byl v základu použit český ječný slad plzeňského typu (Sladovna Bernard, Česká republika). Dále byly použity tři druhy obilovin – proso žluté (ASO Zdravý život, Česká republika), kukuřice koňský zub (Country Life, Česká republika), merlík chilský (ASO Zdravý život, Česká republika). Voda byla použita pitná z vodovodního řadu.

Výroba sladu

Speciální slady byly vyrobeny v mikrosladovně (typ M-3BX, Ravoz spol., s. r. o., Olomouc, Česká republika) Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Mikrosladovna je složena z máčecí nerezové skříně, klíčící skříně a hvozdícího boxu. Dále je napojena na počítač, kterým je celý proces ovládán. Máčení probíhalo 55 hodin, během kterých byly zařazeny vzdušné přestávky. V máčecí skříně byla po celou dobu udržována teplota vody i vzduchu 13 °C. Při stejných teplotách proběhlo klíčení, které trvalo 8 dní. Zrno bylo několikrát obráceno. Hvozdění bylo započato při 45 °C, následně byla teplota zvýšena na 57 °C (15 hodin), a nakonec na teplotu 60 °C (3 hodiny). Na konci byla zařazena dotahovací teplota 78 °C, která byla držena po dobu 2 hodin. Po vychladnutí sladu byly všechny varianty odkličkovány a byly uchovány v místnosti při teplotě 6 °C po dobu 6 týdnů.

Výroba sladiny

V tabulce 1 je uvedena přesná skladba směsí sladů pro jednotlivé varianty sladin.

Tabulka 1: Použitá receptura pro výrobu sladin

Varianta	Slad [g]				Poměr	Voda [l]
	Prosný	Kukuřičný	Quinoový	Plzeňský		
1	-	-	-	1200	0/100	5
2	120	-	-	1080	10/90	
3	240	-	-	960	20/80	
4	360	-	-	840	30/70	
5	-	120	-	1080	10/90	
6	-	240	-	960	20/80	
7	-	360	-	840	30/70	
8	-	-	120	1080	10/90	
9	-	-	240	960	20/80	
10	-	-	360	840	30/70	
11	40	40	40	1080	10/90	
12	80	80	80	960	20/80	
13	120	120	120	840	30/70	

Slad z prosa, kukuřice a quinooy byl pomlet na laboratorním mlýnku KM 10 (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika). Slad plzeňského typu byl pošrotován na šrotovníku (Romill MS 100, Česká republika). Hmotnost sypání sladu byla pro všechny varianty 1,2 kg. Všechny varianty sladin byly připraveny stejným způsobem. Požadované množství sladu na várku bylo po šrotování smícháno vždy s 5 litry vody o teplotě 37 °C, proběhlo tedy vystírání díla po dobu 10 min. Následně bylo dílo zahřáto na teplotu 45 °C po dobu 10 min. Posléze byl celý obsah pozvolna zahříván na 52 °C a tato teplota byla držena 15 min. Následně bylo dílo zahřáto na 62 °C s teplotní prodlevou 30 min. Po uplynutí požadovaného intervalu byla teplota díla pozvolna zvýšena na 72 °C po dobu 30 min. Následovalo poslední zvýšení teploty až na 83 °C s výdrží 5 min. Dílo bylo převedeno z rmutovací nádoby na scezovací síto a po dobu 20 min probíhalo scezování. Následovalo vyslazení díla vodou o teplotě 80 °C. Ze získaných sladin byly po vychlazení odebrány vzorky, které byly dále použity k instrumentální analýze.

Měření barvy sladin

Získané sladiny byly analyticky měřeny přístrojem Anton Paar DMA 4101 (Anton Paar Group AG, Rakousko), který stanovil rozdílnou intenzitu pro jednotlivé sladiny. Výhodou je jeho snadná kalibrace za pomoci vody a binárního roztoku, bez zvláštních úprav pro různé druhy piva. Dalšími výhodami je relativní přesnost, opakovatelnost a rychlost měření. Přístroj je snadno ovladatelný a není potřebná zvláštní úprava vzorku před měřením. Barva sladin je obvykle vyjádřena v jednotkách EBC (European Brewery Convention; Novotný, 2017). Stanovení barvy sladin je orientační informace, která udává, o jaký typ sladu se jedná na základě barevné intenzity (Basařová, 1992).

Statistické zpracování dat

Získané výsledky byly zaneseny do tabulek v programu MS Excel. Statistické zpracování dat bylo vyhodnoceno v programu Statistica 14. Data byla testována neparametrickým testem (Kruskal-Wallisův test) na hladině významnosti $p < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Tabulka 2: Barva sladin [j. EBC]

Varianta	Barva
	($\bar{x} \pm SD$)
1	28,21 $\pm$ 0,05 ^{ab}
2	41,72 $\pm$ 0,17 ^{ab}
3	20,96 $\pm$ 0,16 ^{ab}
4	18,23 $\pm$ 0,03 ^{ab}
5	16,24 $\pm$ 0,06 ^{ac}
6	20,36 $\pm$ 0,16 ^{ab}
7	24,72 $\pm$ 0,04 ^{ab}
8	38,17 $\pm$ 0,07 ^{ab}
9	36,71 $\pm$ 0,07 ^{ab}
10	52,63 $\pm$ 0,13 ^{bc}
11	15,95 $\pm$ 0,09 ^a
12	37,78 $\pm$ 0,08 ^{ab}
13	55,50 $\pm$ 0,09 ^b

Legenda: 1 – sladina z ječného sladu, 2 – sladina z 10 % sladu z prosa a 90 % ječného sladu, 3 – sladina z 20 % sladu z prosa a 80 % ječného sladu, 4 – sladina z 30 % sladu z prosa a 70 % ječného sladu, 5 – sladina z 10 % sladu z kukuřice a 90 % ječného sladu, 6 – sladina z 20 % sladu z kukuřice a 80 % ječného sladu, 7 – sladina z 30 % sladu z kukuřice a 70 % ječného sladu, 8 – sladina z 10 % sladu z quinoj a 90 % ječného sladu, 9 – sladina z 20 % sladu z quinoj a 80 % ječného sladu, 10 – sladina z 30 % sladu z quinoj a 70 % ječného sladu, 11 – sladina z 10 % sladu ze směsi a 90 % ječného sladu, 12 – sladina z 20 % sladu ze směsi a 80 % ječného sladu, 13 – sladina z 30 % sladu ze směsi a 70 % ječného sladu; a, b, c – rozdílné horní indexy ukazují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$; $n = 3$).

Barva sladin se odvíjí od barvy a množství používaného sladu. Z tabulky 2 je patrné, že mezi kontrolní variantou a ostatními variantami nedošlo k průkazným rozdílům ($p > 0,05$) v hodnocení barvy sladin. Pokud bychom mezi sebou porovnávali jednotlivé druhy sladů, tak lze konstatovat, že průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl zaznamenán pouze mezi recepturou var. 11 a var. 13 tj. u variant, kde k ječnému sladu byla přidávána v paritním zastoupení směs všech speciálních sladů. Čím vyšší celkový podíl receptury směs tvořila, tím vyšší měla sladina barvu. Vyšší přídavek sladu z prosa intenzitu barvy sladin snižoval a u var. 3–4 se dostal pod

hodnotu kontrolní varianty. U var. 5–7, kde byl použit k ječnému sladu kukuřičný slad, se s jeho dávkou barva sice zvyšovala (16,24–24,72 j. EBC), ale nedosáhla úrovně kontrolní varianty. Celkově nejvyšší nárůst intenzity zbarvení byl zaznamenán při použití sladu z quinoy (var. 8–10), kde s rostoucí dávkou dosahovala intenzita zbarvení sladiny od 38,17 do 52,63 j. EBC a byla oproti kontrole výrazně vyšší. Celkově nejvyšší barevné intenzity bylo dosaženo u var. 13, vyrobené z ječného sladu s 30% přídatkem směsi všech dalších testovaných sladů (55,5 j. EBC). Brožová et al. (2022) ve své studii uvádí, že piva vyráběná s přídatkem kukuřice jsou obvykle charakteristická nižší barvou, zřejmě z důvodu nižšího množství dusíkatých látek, které se účastní Maillardových reakcí. Potvrzují to i naše výsledky, i když s růstem podílu kukuřičného sladu barva sladiny rostla. Nedosahovala ale intenzity barvy sladin kontrolní varianty, kde byl použit pouze ječný slad. Naopak Deželak et al. (2014) ve své studii, kde pracoval se sladinami vyrobenými z quinoy uvádí, že piva měla intenzivní tmavou barvu, což potvrzují i naše výsledky. Sladiny s přídatkem quinoy byly oproti kontrolní variantě výrazně tmavší.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo posoudit vliv netradičních sladů z prosa, kukuřice a quinoy na barevnou intenzitu sladin při jejich částečné náhradě za ječný slad. Výsledky ukázaly, že samotná náhrada části ječného sladu netradičními slady neměla statisticky průkazný ($p > 0,05$) vliv na barvu sladin. Přesto byly mezi jednotlivými variantami pozorovány rozdíly v intenzitě zbarvení, které souvisely zejména s druhem použitého sladu a jeho zastoupením v sypaní. Zvýšený podíl prosného sladu vedl ke snižování barevné intenzity sladin, podobně fungoval i přídatek kukuřičného sladu i když s jeho nárůstem v receptuře barva rostla. Vyšší intenzitu zbarvení oproti kontrolní sladině měly všechny sladiny s přídatkem quinoy a s jejím zastoupením v receptuře se barva zvyšovala. Získané výsledky naznačují, že netradiční slady mohou být při vhodně zvoleném poměru využity v pivovarské technologii bez výrazného ovlivnění barvy sladiny, což může být zajímavé zejména pro výrobu speciálních a řemeslných pív.

LITERATURA

Basařová, G. (1992): *Pivovarsko-sladařská analytika*. 1. Praha: Merkanta, 385 s.

Brožová, M., Matoulková, D., Mikyška, A., Kyselová, L. (2022): Barley malt substitutes – their role today and in near future. Part 1 – Sugar adjuncts and barley, corn and rice as cereal adjuncts. *Kvasný průmysl*, 68(2), 602–618. Dostupné z: <https://doi.org/10.18832/kp2021.68.602>

Cadenas, R., Caballero, I., Nimubona, D., Blanco C. A. (2021): Brewing with Starchy Adjuncts: Its Influence on the Sensory and Nutritional Properties of Beer. *Foods*, 10(8), 1726. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods10081726>

Cela, N., Condeli, N., Caruso, M. C., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Galgano, F. (2020): Gluten-Free Brewing: Issues and Perspectives. *Fermentation*, 6(2), 53. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/fermentation6020053>

Cela, N., Galgano, F., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Condeli, N. (2022): Assessment of brewing attitude of unmalted cereals and pseudo cereals for gluten free beer production. *Food Chemistry*, 384, 132621. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132621>

Dabija, A., Ciocan, M. E., Chetratu, A., Codină, G. G. (2021): Maize and Sorghum as Raw Materials for Brewing, a Review. *Applied Sciences*. 11(7), 3139. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app11073139>

Deželak, M., Zarnakow, M., Becker, T., Košir, I. J. (2014): Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), 360–370. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jib.166>

Dymchenko, A., Kurilenko, Y., Ochkolyas, O., Bal-Prylypko, L. (2024): Gluten-free beer with unmalted millet. *European Food Research and Technology*, 250(4), 999–1005. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04405-8>

Embashu, W., Nantanga, K. K. M. (2019): Malts: Quality and phenolic content of pearl millet and sorghum varieties for brewing nonalcoholic beverages and opaque beers. *Cereal Chemistry*, 96(4), 765–774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/cche.10178>

Goode, D. L., Arendt, E. K. (2006): Chapter 3 - Developments in the supply of adjunct materials for brewing. In: Charles W. Bamforth ed. *Brewing*. Elsevier, s. 30–67. ISBN 978-1-84569-003-8

Howe, S. (2020): Chapter 1 - Raw materials. In: Chris Smart, ed. *The Craft Brewing Handbook*. Elsevier, s. 1–46. ISBN 978-0-08-102079-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102079-1.00001-1>

Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., Pielech-Przybylska, K., Michałowska, D. (2018): Suitability of unmalted quinoa for beer production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13), 5027–5036. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9037>

Laureys, D., Baillière, J., Vermier, P., Vanderputten, D., De Clippeleer, J. (2023): The Impact of 10 Unmalted Alternative Adjuncts on Wort Characteristics. *Foods*, 12(23), 4206. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12234206>

López-Rodríguez, W. E., Ramirez-Gutierrez, J., Morales Valdiviezo, M. D., Muñoz-Agreda, J. E., Paredes-Barrios, K. S., Ponce-Ramirez, J. A., Barco-Jara M. S., de Fatima Arevalo-Oliva, M., Carbajal-Romero, G. P., Domínguez, J., Rodríguez, G., Aguirre, E. (2025): Evaluation of *Chenopodium quinoa* (Willdenow) malting parameters on the quality of a red Ale craft beer supplemented with Pilsen base malt and caramel malt. *Journal of Cereal Science*, 121, 104085. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.104085>

Mitreva, A., Dacheva, Y., Tomova, I. (2024): Effect of Three Quinoa Varieties and Edible Flowers on Antioxidant Properties of Ale Beer. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 59(5), 1131–1138. Dostupné z: <https://doi.org/10.59957/jctm.v59.i5.2024.15>

Novotný, P. (2017): Pivařka: tajemství domácího pivovarství. V Brně: Jota. 326 s. ISBN 978-80-7565-108-2.

Poreda, A., Czarnik, A., Zdaniewicz, M., Jakubowski, M., Antkiewicz, P. (2014): Corn grist adjunct-application and influence on the brewing process and beer quality. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(1), 77–81. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jib.115>

Svoboda, Z., Hartman, I., Běláková, S., Pernica, M., Boško, R., Benešová K. (2022): Sensory analysis of malt. *Kvasný průmysl*, 68(3+4), 628–636. Dostupné z: <https://doi.org/10.18832/kp2022.68.628>

Yang, D., Gao, X. (2020): Progress of the use of alternatives to malt in the production of gluten-free beer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(10), 2820–2835. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1859458>

Kontaktní adresa: Ing. Renáta Dufková, Ph.D., Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, e-mail: renata.dufkova@mendelu.cz