

Ječný bulgur – nová možnost pro uplatnění bezpluchého ječmene?

(*Barley bulgur – a new option for the use of a hulless barley?*)

Vaculová, K., Sedláčková, I., Jirsa, O.
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Vybrané materiály ječmene jarního s bezpluchým typem zrna (odrůdy AF Cesar, AF Lucius a nová linie KM 2551 s waxy škrobem) byly studovány z hlediska vhodnosti pro výrobu bulguru. Příprava bulguru proběhla na Ústavu potravinářského inženýrství Univerzity Gaziantep v Turecku. Chemické analýzy ukázaly, že v porovnání s původním zrnem dochází u ječného bulguru k poklesu obsahu bílkovin (v průměru o cca 2 %) a v závislosti na odrůdě také zčásti obsahu škrobu, a naopak ke zvýšení obsahu rozpustné vlákniny – beta-glukanů (0,2–0,4 %), tuku, P a mikromineralů (Mn, Fe, Zn a Cu). Byl evidován pokles antioxidační aktivity o více jako 60 %, obsahu celkových polyfenolů (o 28 %) a naopak došlo ke zvýšení obsahu vitamínu B1 (až o 49 %). Pokus prokázal, že bezpluchý ječmen je vhodnou surovinou pro výrobu standardního bulguru. Změny v obsahu nutričně významných živin a dalších látek a senzorycké hodnocení konečného produktu je ovlivněno genotypem použitých materiálů ječmene.

Klíčová slova: ječmen jarní, bezpluchý typ, bulgur, výroba, nutriční hodnota

Abstract: Selected spring barley materials with a hulless grain type (varieties AF Cesar, AF Lucius and the new line KM 2551 with waxy starch) were studied for suitability for bulgur production. The bulgur was prepared at the Institute of Food Engineering of the University of Gaziantep in Turkey. Chemical analyses have shown that, compared to the original grain, barley bulgur decreases the protein content (on average by about 2 %) and, depending on the variety, also partly the starch content, and conversely, increases the soluble fibre content – beta-glucans (0.2–0.4 %), fat, P and microminerals (Mn, Fe, Zn and Cu). There was a decrease in antioxidant activity by more than 60 %, total polyphenols content (by 28 %), and on the contrary there was an increase in vitamin B1 content (by up to 49 %). An experiment has shown that hulless barley is a suitable raw material for the production of standard bulgur. Changes in the content of nutritionally important nutrients and other substances and sensory evaluation of the final product is influenced by the genotype of the barley materials used.

Key Words: spring barley, hulless grain type, bulgur, production, nutritional level

Úvod

Bulgur, oblíbená a jedna z nejstarších potravin vyráběných z pšenice, je nedílnou součástí kuchyně Středního východu po tisíce let. Původní oblastí vzniku tohoto starodávného procesu zpracování pšenice byl středomořský region, avšak biblické odkazy zmiňují, že bulgur, který je dokonce starší než samotný chléb, vyráběli již před 4000 lety starověcí Babyloňané, Chetitě a Hebrejci. V záznamech arabské, izraelské, egyptské a římské civilizace se informace o konzumaci sušené vařené pšenice objevují více než 1000 let před naším letopočtem.

Název bulguru byl v různých jazycích rozdílný, i když se v podstatě jednalo vždy o podobný produkt. Římské slovo pro bulgur bylo *cerealis*. Izraelité jej nazvali *dagan* a ostatní národy na Blízkém východě mu říkali *arisah*, o čemž se zmiňuje také Bible. Zde byl název „*aris*“ překládán jako „první z pevné stravy“ a podle biblických archeologů to byla kaše připravená z vařené a na slunci sušené pšenice. Také v současnosti se označení tohoto produktu v různých oblastech světa liší. V Evropě se jedná o bulgur, v Turecku se nazývá bulgar nebo burghoul, v Arábii burghol či borgol, Řekové mu říkají *pourgouri* a v Saudské Arábii je nejoblíbenější verze bulguru známá pod názvem *jarish*.

I v současnosti je bulgur tradiční potravinou zejména na Středním východě, v balkánských státech a asijských zemích, avšak díky své trvanlivosti, dobré skladovatelnosti, vysoké výživné hodnotě a jednoduché přípravě se setkává se stále větším zájmem v mnoha dalších částech světa. Hotový bulgur se díky procesům, které vznikají v průběhu vaření a sušení, zejména želatinaci (mazovatění) škrobu, koagulaci proteinu a jeho glykosylaci stává stravitelnějším a současně odolným vůči hmyzu, roztočům a mikroorganismům, což vede k jeho dlouhé skladovatelnosti. Předností bulguru je rovněž skutečnost, že je to produkt připravený bez použití chemických látek a jakýchkoliv přísad.

S původním starobyklým postupem výroby bulguru se dnes ještě můžeme setkat v malých vesnicích východního středomoří, kde se pšenice několi dnů vaří v obrovských nádobách a poté se rozprostírá na plochých střeších, kde se na slunci suší. Po usušení se zrno rozdrť na hrubé kousky a prosévá dle velikosti do jednotlivých frakcí. Velkoplošná komerční produkce bulguru se vyvinula v moderní, mechanizovaný výrobní proces, avšak dodnes se stále dodržují stejné základní kroky přípravy. Zrno určené k výrobě bulguru se čistí, bulgur se vaří, suší, temperuje (nakrápí), probíhá proces odstranění obalových vrstev zrna (debranning), a poté se hotový bulgur mele, leští a třídí dle velikosti. Používají se různé typy bulguru o rozdílných velikostech frakcí v závislosti na způsobu přípravy nebo předpokládaném účelu použití.

Pro výrobu bulguru se používají různé druhy obilovin, ale hlavní surovinou je zrno pšenice, nejčastěji tvrdé pšenice (*Triticum durum*). Ve srovnání s ostatními pšeničnými produkty patří bulgur mezi nutričně nejcennější potraviny. V literatuře se uvádí (Yousif *et al* 2018), že bulgur obsahuje 9–13 % vody, 10–16 % bílkovin, 1,2–1,5 % tuku, 76–78 % sacharidů, 1,2–1,4 % popela a 1,1–1,3 % vlákniny. Bílkoviny, vápník, železo, obsah vitamínu B1 a niacinu (B3) jsou v bulguru vyšší než u jiných výrobků z pšenice, jako je chléb a těstoviny. Příprava bulguru ovšem vyžaduje, aby byly použity suroviny se známým chemickým složením, protože všechny výrobní operace ovlivňují konečný výsledek, tedy jakost a senzorycké charakteristiky bulguru, jako je například podíl frakcí po mletí, barva, doba vaření, a další. Proto se před zahájením výroby stanovuje obsah základních živin (bílkovin, škrobu, minerálních látek, popela, vitaminů), kde se rozhoduje o odpovídajícím postupu, aby byly ztráty významných živin udrženy na co nejnižší úrovni.

Bezpluchý ječmen je zdrojem mnohých nutričně významných látek, zejména vlákniny potravy, vitaminů skupiny B a makro i mikromineralních látek, ale jeho využití k přímé spotřebě v lidské výživě je omezené. Bezpluché zrno (Obr. 1) ovšem umožňuje použít

podobné postupy jako v případě pšenice a proto nás zajímala otázka, zda bude vhodné k přípravě tohoto tradičního produktu - bulguru.

Materiál a metody

Pro výrobu bulguru byly vybrány 3 materiály ječmene jarního s bezpluchým zrnem – odrůdy AF Lucius, AF Cesar a nový genetický zdroj s waxy typem škrobu – linie označená KM 2551. Zrno těchto materiálů ječmene bylo vypěstováno v lokalitě Kroměříž v roce 2018. Po sklizni a přetřídění na síť 2,2 mm byly vzorky zrna dodány na pracoviště v Turecku (Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 27310, Gaziantep), kde byly pod vedením prof. Mustafy Bayrama zpracovány a byl z nich připraven bulgur. Byla použita tzv. Antep-type metoda výroby bulguru (Yousif *et al* 2018). Po přečištění vzorků bylo zrno vařeno v podmínkách standardního atmosférického tlaku (při 97 °C) po dobu cca 40 minut, stanovenou experimentálně průběžnou kontrolou míry mazovatění škrobu (Bayram 2006). Po uvaření byl bulgur sušený v cirkulační sušičce (UF750/Plus, Memmert GmbH., Schwabach, Germany) do vlhkosti cca 13 %, přičemž sušení začínalo na teplotě 100 °C, po 3 hodinách byla teplota snížena na 70 °C a bulgur byl dosušený při teplotě 45 °C.

Po vysušení byly vzorky bulguru temperovány a zbaveny povrchových obalů (otrub) v průběhu procesu „debranning“ (na přístroji Model Blg-02 DBR, BLG ARGE Co., Gaziantep, Turkey), kde byly odstraněny otruby. Po této operaci následovalo mletí na kladívkovém mlýnu (Armfield FT2 Hammer Mill, Ringwood, UK) a třídění na vibračních sítích (Endecotts Octagon 200 Series Test Sieve Shaker, London, UK). Byly získány následující frakce bulguru: hrubý (coarse) – nad 2,8 mm, střední (medium) 1,6–2,8 mm, jemný (fine) pod 0,5–1,6 mm a jako vedlejší produkt byla pod sítím 0,5 mm zachycena mouka (flour).

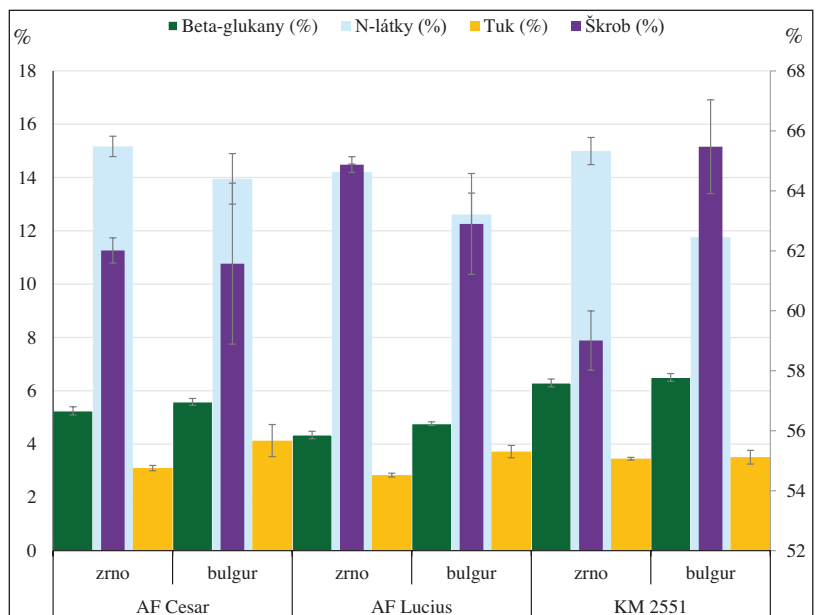
Vzorky původního zrna i vyrobeného bulguru (2 opakování) byly předány ke stanovení základních živin (N-látek, škrobu, tuku) standardními laboratorními postupy a beta-glukanů (s využitím kitu fy Megazyme – K-BGLU 04/06 - vše v % suš.). Dále byly ve vzorcích stanoveny obsahy makromineralů (P, K, Ca, Mg – v % suš.) a mikrominerálů (Cu, Mn, Fe a Zn – v mg/kg suš.). Dodavatelsky byla stanovena antioxidační aktivita (AOA - metodami DPPH a FRAP v mg Troloxu, TE/ g vzorku), dále spektrofotometricky obsah celkových polyfenolů (CP – vyjádřeno ekvivalentem kyseliny gallové GAE v mg/g suš.) a vitamínu B1 po oxidaci thiaminu na thiochrom HPLC s fluorescenční detekcí (v mg/g suš.).

Výsledky a diskuse

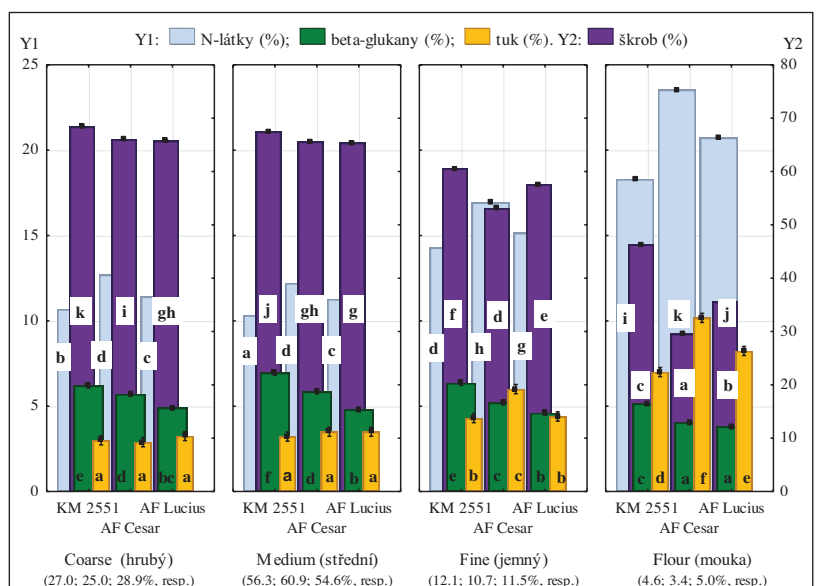
Zpracování procesem výroby bulguru mělo významný vliv jak na obsah živin, minerálních látek i ukazatele nutriční kvality. V porovnání s údaji, které jsou uváděny u pšenice nebo jiných plodin (cizrna) byly zjištěné závěry rozdílné. Nejsilněji se pokles projevil na obsahu N-látek, jejichž obsah v zrnu kolísal v průměru od 14,2 po 15,2 %. Zde bylo naměřeno snížení obsahu v průměru o 2,02 %. Obsah škrobu,

který byl v zrně bezpluchého ječmene se standardním obsahem škrobu poměrně vysoký (do 64,9 % u odrůdy AF Lucius), klesl u obou odrůd a naopak došlo k jeho nárůstu u bulguru ze zrna waxy linie KM 2551. Zde byl průměrný obsah vyšší o 6,47 %. Odrůda AF Cesar a linie KM 2551 patří k materiálům se zvýšeným obsahem vlákniny potravy v podobě rozpustných beta-glukanů. V bulguru z těchto odrůd, ale i odrůdy AF Lucius s pouze mírně zvýšenými beta-glukany došlo v průběhu zpracování ke zvýšení průměrného obsahu o 0,32 %. Rovněž obsah tuku vzrostl u produktů ze všech vzorků ječmene v průměru o 0,66 % oproti původnímu zrnu (Graf 1). Je možné, že obdobně jako v procesu extruze (Wiege *et al.* 2016) dochází k uvolňování některých vázaných nebo nerozpustných forem sledovaných živin a dalších látek.

V případě pšenice byla zjištěna modifikace obsahu škrobu mezi 50 a 52 %, ale ztráta N-látek činila pouze 3–5 %. Zatímco



Graf 1: Obsah živin v zrnu a bulguru z odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551



Graf 2: Podíl z celkové hmotnosti vyrobeného buguru a obsah živin v jednotlivých tříděných frakcích bulguru ze zrna odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551

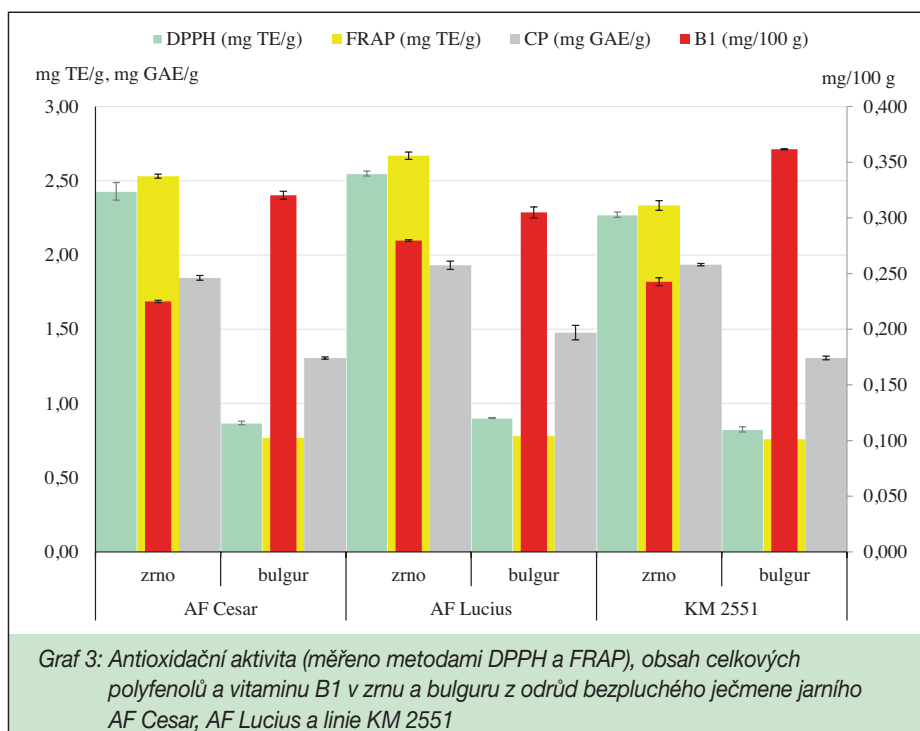
u pšenice, která se vyznačuje nízkým obsahem tuku, nebyly změny v jeho obsahu podstatné, u ječmene by mohl zvýšený obsah tuku vyústit v jeho ranější degradaci a ovlivnit sensorické ukazatele ječného bulguru. Proto bude nezbytné nejen sledovat změny čísla kyselosti v průběhu skladování, ale zaměřit se na výchozí materiály s nižším původním obsahem tuku v zrně.

Podíl jednotlivých frakcí po pomletí a přetřídění vyrobeného bulguru a jejich chemické složení uvádí Graf 2. Podíl frakce nad 2,8mm tvořil 25–27 % z celkové hmotnosti vyrobeného bulguru, frakce střední, mezi 1,6 a 2,8mm činila 54,6% až 60,9% a nejmenší frakce bulguru pod 1,6mm bylo 10,7%–12,1%. Se snižováním velikosti frakcí docházelo k poklesu obsahu škrobu, nárůstu obsahu N-látek a tuku, přičemž rozdíly mezi frakcemi, a v případě škrobu a N-látek i mezi jednotlivými odrůdami použitými pro výrobu bulguru, byly statisticky významné.

Nejvyšší obsah N-látek a tuku a nejnižší obsah škrobu byl stanoven v mouce, která je při výrobě bulguru vedlejším produktem a také v našem případě tvořila pouze 3,4–5 % z celkové hmotnosti vyrobených bulgurů.

Je zajímavé, že přes zvýšený obsah tuku, který je nositelem vitamínů v něm rozpustných, byly u vzorků bulguru pozorovány velké změny v ukazatelích AOA ve smyslu jejich snížení (Graf 3). Hodnoty DPPH i FRAP klesly v průměru oproti zrně o více jako 60 % (DPPH o 64,2 %, FRAP o 69,3 %). Vzhledem k tomu, že obsah celkových polyfenolických látek, které rovněž přispívají k antioxidačnímu potenciálu ječmene, poklesl v průměru „jen“ o 28,4 %, dá se předpokládat, že došlo ke snížení aktivity dalších látek s antioxidačními účinky, jako je například vitamin E a jeho izomery. Obsah tohoto vitamínu jsme ale

neměřili. Porovnání našich výsledků obsahu celkových polyfenolů s údaji autorů Caba *et al.* (2011), naměřenými v bulguru z tvrdé pšenice ($59,5 \pm 5,2$ mg GAE/100g suš.), ukázalo, že ječný bulgur bude významným zdrojem těchto nutričně hodnotných látek, protože v průměru zde byl naměřen šestkrát vyšší obsah (1,36 mg GAE/ suš.).



Graf 3: Antioxidační aktivita (měřeno metodami DPPH a FRAP), obsah celkových polyfenolů a vitamínu B1 v zrně a bulguru z odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551

Shodně s uváděnými zdroji, které prezentují výsledky hodnocení kvality pšenice (Yousif *et al.* 2018) byl naměřen významný nárůst obsahu vitamínu B1 v bulguru z ječmene. V průměru se zvýšil obsah tohoto vitamínu o 33,49 %, přičemž nejvyšší hodnoty byly získány pro materiály s vysokým obsahem vlákniny potravy,

Tab. 1: Obsah minerálních látek v zrně a bulguru vyrobeném ze zrna odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551

Minerální látky ¹⁾	Produkt	AF Cesar		AF Lucius		KM 2551	
		Průměr	± st. chyba	Průměr	± st. chyba	Průměr	± st. chyba
P	zrno	0,37	0,00	0,34	0,02	0,34	0,02
	bulgur	0,46	0,10	0,39	0,06	0,35	0,06
K	zrno	0,37	0,00	0,36	0,00	0,39	0,00
	bulgur	0,35	0,02	0,32	0,01	0,43	0,00
Ca	zrno	0,04	0,00	0,04	0,01	0,05	0,00
	bulgur	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
Mg	zrno	0,11	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
	bulgur	0,12	0,03	0,10	0,02	0,10	0,02
Cu	zrno	4,85	0,67	4,02	0,89	4,98	1,35
	bulgur	6,21	0,42	5,74	1,40	5,57	0,92
Mn	zrno	13,75	0,05	11,25	0,05	11,15	0,25
	bulgur	17,66	8,15	12,86	5,24	14,50	5,31
Fe	zrno	37,90	3,70	52,90	9,70	37,50	6,10
	bulgur	42,35	7,35	50,20	13,90	40,75	12,05
Zn	zrno	23,00	2,20	18,35	2,65	21,70	0,60
	bulgur	33,20	11,50	23,50	7,20	24,25	6,35

¹⁾ - makrominerály (P, K, Ca, Mg) - v %; mikrominerály (Cu, Mn, Fe, Zn) v mg/kg suš.

linii KM 2551 (o 49,02 %) a odrůdu AF Cesar (o 42,41 %), bez ohledu na typ škrobu (waxy vs. standardní).

Hydrotermální zpracování zrna se projevilo ve změnách obsahu minerálních látek v bulguru, bez ohledu na to, že byly povrchové vrstvy zrna odstraněny v podobě otrub v procesu debranningu. Oproti zrnu byly v ječném bulguru zjištěny vyšší hodnoty obsahu P, i když pouze v případě odrůdy AF Cesar bylo zvýšení na hranici významnosti. Zřejmý nárůst byl ale pozorován zejména u materiálů s vyšším podílem rozpustné vlákniny pro obsahy sledovaných mikroprvků. Údaje, které zjistili Ertas a Türker (2014) pro cizrnu, jsou obdobné. Ve svém pokusu uvedení autoři pozorovali u bulguru z cizrny zvýšení nejen obsahu P a Fe, ale v porovnání s původním semenem i dalších makroprvků – Ca, Mg a K. Je tedy zřejmé, že změny souvisejí nejen se způsobem přípravy bulguru, ale i původním obsahem sledovaných látek v experimentálním materiálu.

Závěr

Výsledky prokázaly, že bezpluchý ječmen je vhodnou surovinou pro výrobu bulguru, ale bude nutné v pokusech pokračovat, aby se vybraly nejvhodnější genotypy, u kterých je redukce požadovaných živin a sledovaných bioaktivních látek nejnižší a výsledné hodnoty dalších, hlavně sensorických ukazatelů, co možná nejlepší. Také v našem pokusu byla výroba bulguru zakončena sensorickými testy, kde byl hodnocen jak příjem vody v procesu výroby pilafu, tak celkový vzhled, chuť, vůně a barva hotového pokrmu. Ze zkoušených materiálů se nejlépe umístila odrůda AF Cesar (Obr. 2). V porovnání se standardním bulgurem z pšenice byly dosaženy hodnoty sensorických ukazatelů poněkud nižší, zejména barva (Obr. 3) a hotový bulgur z ječmene přijímal hůře vodu, což ukazuje na to, že zřejmě bude vyžadovat delší dobu na přípravu. V porovnání s pšeničným bulgurem měly ječné produkty významně vyšší obsah rozpustné vlákniny a celkových polyfenolů s antioxidačními účinky, a tedy očekávanou lepší nutričně-zdravotní charakteristiku. Jak jsme ale uvedli výše, byl zde zaznamenán nárůst obsahu tuku, což by mohlo mít nepříznivý vliv na kvalitu hotového produktu a jeho trvanlivost.

Dedikace

Příspěvek byl vypracovaný s podporou projektu TAČR č. TE02000177 a podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1118

Vybraná použitá literatura

(celý seznam k dispozici u autorů příspěvku)

Bayram M. (2006). Determination of the cooking degree for bulgur production using amylose/iodine, centre cutting and light scattering methods. *Food Control*. 17: 331–335.

Caba Z. T., Boyacioglu M.H., Boyacioglu D. (2011). Bioactive healthy components of bulgur. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 63 (2), 250–256.

Ertas N. Türker S. (2014). Bulgur processes increase nutrition value: possible role in in-vitro protein digestability, phytic acid, trypsin inhibitor activity and mineral bioavailability. *J Food Sci Technol*. 2014 Jul; 51 (7): 1401–1405.

Yousif S.I., Bayram M., Kesen S. (2018). Characterization of volatile compounds of bulgur (Antep type) produced from durum wheat. *J Food Qual*, 2018, 9 p. DOI: 10.1155/2018/8564086



Obr. 1: Zrno bezpluché odrůdy ječmene jarního AF Cesar



Obr. 2: Bulgur (coarse) vyrobený z odrůdy bezpluchého ječmene jarního AF Cesar



Obr. 3: Bulgur z ječmene (odrůda AF Cesar – vlevo) se barevně odlišuje od bulguru ze standardní tvrdé pšenice (vpravo). Vyniká vysokým obsahem vlákniny potravy (obsah beta-glukanů je vyšší než 5,5 % v suš.)