

EFFECT OF INULIN ADDITION ON TECHNOLOGICAL AND BAKING QUALITY OF WHEAT BREAD.

Marián Tokár, Tatiana Bojňanská, Eva Ivanišová, Štefan Dráb

ABSTRACT

The aim of this study was the assessment of technological and bakery quality of wheat bread with different additions of inulin. The standard analytical parameters of flour (dry matter, ash, amount of raw protein, starch, wet gluten properties, falling number, titratable acidity and Zeleny index), were evaluated as well as the rheological properties of doughs (farinograph, amylograph, extensograph). Further to this, the bakery test and sensory analysis of loaf bread has been provided. We found that the addition of inulin decreased analytical parameters of the flour except for the dry matter. With the addition of inulin the significant changes in rheological properties of dough have been found, and we can conclude that doughs with addition of more than 10% of inulin had less desirable characteristics for bakery processing from a technological point of view. Based on the bakery test and its subsequent evaluation the highest volume of loaves were observed in the control sample (wheat flour T-650 without additives), whereby with the increasing addition of inulin, volume of loaves was gradually decreased. In terms of sensory evaluation the most points were gained by the control loaf and a loaf bread with 5 % addition of inulin.

Keywords: inulin, flours mixtures, rheological properties of dough, sensory analysis of bread

ÚVOD

Obilniny patria k najstarším zdrojom potravy už po tisícročia. Vhodne spracované sú v celosvetovom meradle najvýznamnejším donátorom energie prostredníctvom sacharidov, bielkovín a tukov. Okrem týchto majoritných zložiek obsahujú aj významné minoritné zložky, medzi ktoré patria vitamíny, minerálne látky a ďalšie biologicky účinné zložky (Jemal et al., 2005, Prugar et al., 2008). Najviac týchto látok obsiahnutých v obilninách prijímame prostredníctvom konzumácie pekárskeho výrobku (chlieb, pečivo), ktorých skonzumované množstvo sa pohybuje okolo 70 kg na osobu a rok (Bojňanská et al., 2009). Základnými surovinami na výrobu chleba a pečiva je voda a pšeničná múka, ktorá musí vyhovovať stanoveným požiadavkám. Technologické správanie múk je výsledkom zložitých interakcií, ktoré musia byť analyzované s ohľadom na niektoré špecifické kvalitatívne parametre (Popa, 2007). V zmysle štandardov SR (zväz mlynárov PN01/93 : 2006) sú povinnými akostnými znakmi: mokrý lepok v sušine (minimálne 24 % pre múku 00 Extra špeciál a minimálne 26 % pre múku T 650), číslo poklesu (najmenej 170 s), obsah popolovín (T 650 najviac 0,78 %, 00 Extra špeciál najviac 0,60 %) a vlhkosť (maximálne 15 %). V praxi sa zohľadňujú ešte doplnkové ukazovatele: Zelenyho index, obsah dusíkatých látok, prípadne ďalšie. Najlepšie charakteristiky kvality múk poskytujú reologické analýzy cesta ako viskoelastického materiálu, ktorý má zložitú fyzikálno-chemické vlastnosti (Muchová et al., 2009). Tieto sú kľúčové v mnohých mechanických krokoch spracovania (miesenie, vyvalovanie, tvarovanie), ale aj počas kysnutia a pečenia (Launay a Michon, 2006). Okrem základných surovín sa na výrobu pekárskeho výrobku môžu použiť aj rôzne prídavné látky alebo suroviny na zlepšenie nutričných a technologických vlastností. Vzťah medzi potravinami a zdravím je neodiskutovateľný a má na potravinársku inováciu významný vplyv, predovšetkým kvôli snahe vylepšiť nutričnú kvalitu potravín (Peressini a Sensidoni, 2009). Cieľom týchto inovatívnych snáh je pripraviť

potravinárske produkty, napr. chlieb alebo pečivo, s požadovanými fyziologickými účinkami a zároveň so senzorickej stránke akceptované spotrebiteľmi (Siro et al., 2008).

V snahe zabrániť narastajúcemu trendu výskytu civilizačných chorôb je čoraz väčšia pozornosť venovaná funkčným potravinám, resp. potravinám pripraveným na mieru pre určité skupiny obyvateľstva. Jednou z možných funkčných zložiek pridávaných do potravín je inulín (Kováčiková et al., 2003, Solnicová, 2006). Očakávaný priaznivý účinok chleba s prídavkom inulínu na zdravie konzumentov spočíva v znížení glykemického indexu a energetickej hodnoty, v znížení pH, a tým vo zvýšení rozpustnosti rôznych solí, čo zlepšuje ich dostupnosť pre absorpciu (Roberfroid, 1999, Meyer, 2007, Meyer a Stasse-Wolthuis, 2006). Niektoré štúdie potvrdili aj zníženie hladiny triglyceridov (Causey et al., 2000) a cholesterolu v krvi (Davidson et al., 1998), čo potenciálne znižuje riziko kardiovaskulárnych ochorení. Cieľom prezentovaného výskumu bolo zistiť možnosti aplikácie inulínu pri klasickej výrobe chleba a sledovať vplyv jeho prídavku na zmeny jeho technologické a pekárskej kvality.

MATERIÁL A METODIKA

Na analýzy bola použitá múka T-650 zo pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.) zabezpečená z mlynu Kolárovo, firma Vitaflóra. K tejto múke bol pridávaný v množstvách 5 %, 10 %, 15 %, 20 % a 25 % komerčne vyrábaný inulín z čakanky (DERACEL CF 20) od firmy DERA FOOD TECHNOLOGY, BELGICKO.

V pokusných zmesiach boli hodnotené technologické parametre dôležité z hľadiska ich ďalšieho pekárskeho využitia: vlhkosť (% , ICC štandard 110/1, 1976) gravimetrickou metódou, obsah škrobu (% , polarimetricky metódou podľa Ewersa, prepočítací koeficient 1,898), číslo poklesu (s, ICC štandard č. 107/1, 1995, Falling Number 1500, fa Perten Instruments, AB), množstvo N-látok (% , podľa Kjeldahla, prepočítací koeficient 5,7), obsah titrovateľných kyselín (mmol.kg⁻¹, neutralizácia roztokom hydroxidu sodného), sedimentačný test (cm⁻³, Zelenyho

index, ICC štandard č. 116/1, 1994), *popoloviny* (%), STN/ISO 2171, ICC štandard č.104/1, 1990), *mokrý lepok v sušine* (%), STN 56 0512T9, ICC štandard No. 106/2, 1984), *ťažnosť lepku* (cm), *napučívanie lepku* (cm³).

Z reologických vlastností boli merané charakteristiky pomocou prístrojov Amylograph – E, Brabender OhG, Duisburg, Germany (ICC-Standard 126/1, 1992, AACC Method 22T10, 1994), hodnotené parametre boli: *začiatok želatinácie* (°C), *maximum želatinácie* (°C), *maximálna konzistencia* (AU), Farinograph – E, Brabender OhG, Duisburg, Germany (ICC-Standard 115/1, 1992, AACC Method 54T21, 1995) a Extenzograph – E, Brabender OhG, Duisburg, Germany (ICC-Standard 114/1, 1992, AACC Method 54T10, 1995).

Pokusné pečenia boli vykonané z návažky 1000 g základných surovín (pri kontrole 100 % pšeničná múka T-650, droždie 4 %, cukor 1 %, soľ 1,8 % a voda podľa väznosti), nasledovalo miesenie na laboratórnom miesiči Diosna SP12 (program – 10 sekúnd pri 20 Hz, 120 sekúnd pri 25 Hz a 300 sekúnd pri 50 Hz), rozdelenie cesta na 4 klonky, kysnutie vo formách v elektronicky regulovanej peci s kysiarňou (MIWE Condo) 35 min. pri teplote 30°C, pečenie 10 min pri počiatkovej teplote 240°C, potom 25 min. pri teplote 220°C. Pri ostatných variantoch bol dodržaný rovnaký postup, rozdiel bol vo vstupných surovinách, v ktorých bol podiel pšeničnej múky nahradený inulínom v množstve 5 – 25 %.

Pri vyhodnení pekárskeho pokusu boli sledované: hmotnosť chleba pred pečením a po upečení (g), objem výrobku (objemomer OBK-03 – fa Mezos), merný objem (cm³.100g⁻¹výrobku), objemová výťažnosť (cm³.100g⁻¹ múky), tvar výrobku (klenutie), výťažnosť hotového výrobku (%), straty pečením (%), obsah titrovateľných kyselín (mmol.kg⁻¹), hrubý proteín (N.5,7 v %), popol (%).

Senzorické hodnotenie pekárskeho výrobku bolo realizované 5 člennou komisiou pomocou 100 bodovej stupnice s využitím koeficientov významnosti. V upečených bochníkoch bol posudzovaný celkový vzhľad a tvar, povrch a vlastnosti kôrky, nakysnutie a vzhľad striedky, štruktúra a pružnosť striedky, vôňa a chuť.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Technologická kvalita kompozitných múk

Výsledky kvalitatívnych vlastností pokusných múčnych zmesí sú uvedené v tabuľkách 1 a 2. Vyplýva z nich, že prídavok inulínu v zmesiach zvýšil podiel sušiny, čo bolo spôsobené jeho nižšou vlhkosťou. Úmerne s výškou prídavku inulínu bolo zistené znižovanie podielu škrobu, čo v zmesiach môže zapríčiniť problémy s technologickou kvalitou finálnych výrobkov (chleba a pečiva), lebo funkcia škrobu v pekárskej technológii okrem iného súvisí aj s tvorbou štruktúry cesta (Muchová et al. 2005). Na druhej strane, takéto výrobky majú nižšiu energetickú hodnotu a sú vhodné pre racionálne stravovanie a stravovanie pre určité skupiny pacientov.

Enzymatická aktivita pokusných zmesí sa s prídavkom inulínu zvyšovala, čo dokumentujú znižujúce sa hodnoty

čísla poklesu. Pri prídavku inulínu 25 % už bola hodnota čísla poklesu neprijateľná, extrémne nízka, čo prediguje nevyhovujúce vlastnosti zmesi pre pekárske využitie z dôvodu vysokej aktivity α – amylázy. V zmysle požiadaviek PK SR (tretia časť, trinásť hlava, príloha č. 3) je kritérium čísla poklesu pre pšeničnú múku hladkú T 650 najmenej 170 sekúnd (http://www.svssr.sk/sk/pdf/legislativa/2657_2004.pdf).

Tabuľka 1 Kvalitatívne parametre múk s rozdielnym prídavkom inulínu

	Sušina, %	Obsah škrobu, % na 100 % suš.	Číslo poklesu, s	Hrubý proteín, % na 100 % suš.
múka T650 (kontrola)	86,85	82,61	311,33	11,36
T650+5% inulín	87,29	70,12	309,00	10,81
T650+10% inulín	87,57	69,25	283,67	10,49
T650+15% inulín	87,79	61,40	267,00	9,57
T650+20% inulín	88,18	53,81	236,50	8,86
T650+25% inulín	88,44	48,18	67,67	8,34

Z údajov uvedených v tabuľke 2 je zrejmé, že množstvo lepku v zmesiach s prídavkom inulínu sa znižovalo, čo je za daných okolností očakávané, rovnako ako zníženie množstva hrubého proteínu, keďže lepok je tvorený frakciami bielkovín (gliadíny a glutelíny). Najnižšia prípustná hodnota množstva lepku pre múku T 650 je 26 % (http://www.svssr.sk/sk/pdf/legislativa/2657_2004.pdf), čo znamená, že prídavok inulínu 25 % ku pšeničnej múke už nevytváral z hľadiska požiadaviek PK SR vhodnú pekársku zmes. Vlastnosti lepku (jeho ťažnosť a napučívanie) sa s prídavkom inulínu významne nezmenili.

Z hľadiska titračnej kyslosti zmesi bol pozorovaný jej pokles so zvyšovaním podielu inulínu, pričom hodnoty kyslosti by sa mali pohybovať pri danom type múky okolo 40 mmol.kg⁻¹. Podiel inulínu 25 % už dával zmes s nízkou hodnotou kyslosti, čo by sa mohlo prejavovať nepriaznivou chuťou finálnych výrobkov.

Hodnoty Zeleného indexu boli v rozmedzí od 31 cm⁻³ do 36 cm⁻³, čo je rozdiel o takmer 14 %, pričom nebola pozorovaná závislá postupnosť medzi hodnotami. Hydratačná schopnosť bielkovín pokusných zmesí nebola významne ovplyvnená prídavkom inulínu ani jeho výškou. Obsah popolovín v pokusných zmesiach s prídavkom inulínu sa pohyboval v intervale od 0,31 % do 0,45 %, pričom z hľadiska požiadaviek PK SR najvyššia prípustná hodnota popolovín pre múku T 650 je 0,78 %, takže z tohto hľadiska všetky pokusné zmesi zodpovedali požiadavke. So zvyšujúcou sa výškou prídavku inulínu sa úmerne znižoval podiel popolovín, pri výške prídavku 25 % až o 26 %.

Tabuľka 2 Kvalitatívne parametre múky s rozdielnym prídavkom inulínu – pokračovanie

	G ₃₀ , % na 100 % suš.	T ₃₀ , cm	Q ₃₀ , cm ³	Kyslosť, mmol.kg ⁻¹	Zelenýho index, cm ⁻³	Popol, % na 100 % suš.
múka T650 (kontrola)	35,7	13,0	21,5	42,6	36	0,42
T650+5% inulín	33,8	12,5	20,5	41,2	34,5	0,45
T650+10% inulín	30,8	12,0	20,0	40,0	32	0,35
T650+15% inulín	28,5	12,5	20,0	38,7	33	0,34
T650+20% inulín	26,1	12,5	21,0	36,3	33	0,37
T650+25% inulín	21,5	11,5	21,0	32,8	31	0,31

Reologické hodnotenie kompozitných múk

Meranie reologických vlastností cesta poskytuje cenné informácie o kvalite pšeničnej múky, vlastnostiach cesta a textúrnych vlastnostiach hotových výrobkov (Chang a Ferrari, 2000). Jednou z metód zisťovania reologických vlastností je amylografické hodnotenie, ktorým možno skúmať vplyv rôznych prísad do múky na schopnosť ich mazovatenia. Zmeny amylografických hodnôt v múčných suspenziách s rôznymi prídavkami inulínu sú uvedené v tabuľke 3.

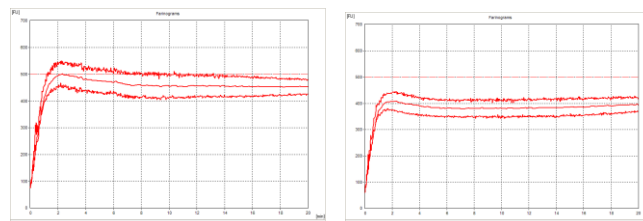
Tabuľka 3 Amylografické hodnoty s rozdielnym prídavkom inulínu

	počiatočná teplota mazovatenia, °C	začiatok mazovatenia viskozita AJ	max. teplota mazovatenia, °C	amylografické max. viskozita AJ
múka T650 kontrola	59,8	20	85,4	548
T650+5 % inulín	60,3	21	86,3	450
T650+10% inulín	60,8	21	87,3	371
T650+15% inulín	62,3	20	87,6	286
T650+20% inulín	63,1	20	88,8	247
T650+25% inulín	64,1	20	89,8	193

Z údajov uvedených v tabuľke 3, je zrejmy nárast počiatočnej teploty mazovatenia so zvyšujúcim sa prídavkom inulínu z 59,8°C (kontrola) na 64,1°C (prídavok inulínu 25 %), čo predstavuje rozdiel 4,3°C. Pri prídavku inulínu 25 % bola maximálna teplota mazovatenia 89,8°C, čo v porovnaní s kontrolou (85,4°C) predstavovalo nárast o 4,4°C. Pre výrobu kvalitných pekárskeho výrobkov nie je rozhodujúca len kvalita lepku a fyzikálne vlastnosti cesta, ale aj vlastnosti škrobu. Inulín v zmesi so pšeničnou múkou T 650 pri zvyšujúcom sa podiele prídavku výrazne znižoval viskozitu (amylografické maximum) zahrievanej suspenzie, ktorá by už pri prídavku 15 % inulínu (286 AJ) bola nevyhovujúca z technologického a sensorického hľadiska (nežiaduci tvar a objem chleba). Ako uvádza Muchová (2007), optimálne amylografické maximum je v rozmedzí 650 – 450 AJ, čo charakterizuje primeranú vlhkosť striedky. Hodnoty nad 650 AJ a nižšie

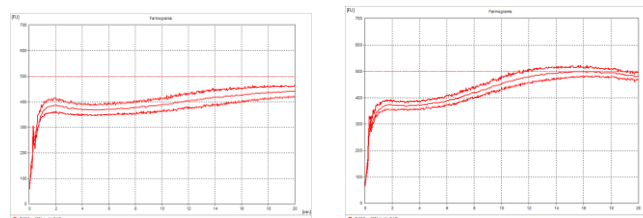
ako 450 AJ predigujú zhoršenie striedky, povrchu a iných vlastností chleba.

Farinografické vlastnosti pšeničnej múky sú silne ovplyvňované obsahom bielkovín a ich kvalitou (Skendi et al., 2009). Zmeny farinografických vlastností ciest s vybranými podielmi inulínu sú znázornené na obrázkoch 1a až 1f.



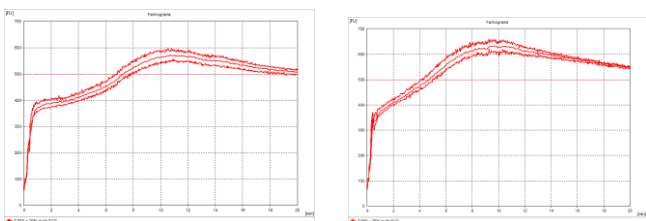
1a (pšeničná múka)

1b (5 % inulínu)



1c (10 % inulínu)

1d (15 % inulínu)



1e (20 % inulínu)

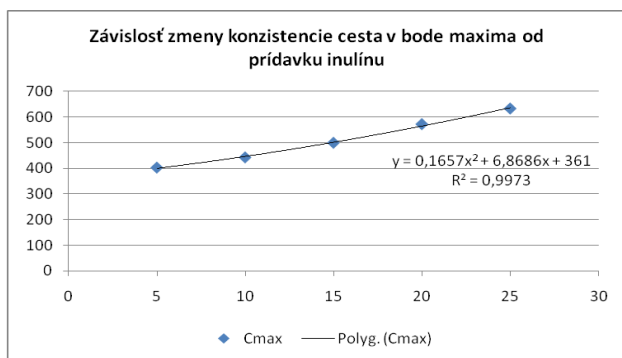
1f (25 % inulínu)

Obrázok 1a - f Farinogramy múk s prídavkom inulínu

Z uvedených farinogramov je zrejme, že so zvyšujúcim sa podielom inulínu sa zvyšovala väznosť a predlžovala doba vývinu cesta, pričom najkratší vývin cesta bol zaznamenaný pri kontrole. S narastajúcim prídavkom inulínu bolo zaznamenané aj zrýchlenie hydratácie a pokles konzistencie na začiatku miesenia v porovnaní s kontrolou. Na farinogramoch je možné sledovať dva konzistenčné píky pri vzorkách s podielom inulínu. Prvý pík je na začiatku spracovania zmesi a je spôsobený primárnou hydratáciou

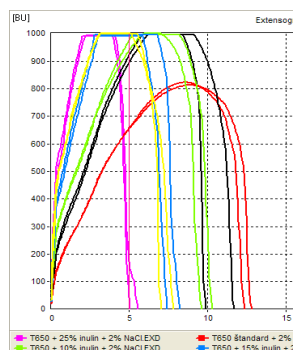
a druhý pík predstavuje maximum konzistencie. Pri kontrole bol priebeh farinogramu iný, zaznamenaný bol len jeden pík (obrázok 1a), čiže pri kontrole bola dosiahnutá maximálna konzistencia už na začiatku spracovávaní a s narastajúcim časom miesenia klesala. V súvislosti so zaznamenaným priebehom kriviek vzoriek s prídavkom inulínu je zrejme, že došlo k zmenám glykoproteínovej štruktúry matrice, pričom na intenzitu týchto zmien vplýval zvyšujúci sa podiel inulínu v múke. Toto tvrdenie podporili aj výsledky extenzografických meraní.

Ako uvádza Larsson et al. (2005), tvorbu makropolymérov cesta ovplyvňuje režim miesenia, a to najmä vo fáze vývoja 3D molekulárnej štruktúry. V dôsledku zvyšujúceho podielu inulínu vo vzorkách bol zistený nárast odporu cesta voči deformáciám, čo sa prejavilo zvyšovaním maximálnej konzistencie týchto ciest (obrázok 2). Z regresnej priamky je možné vypočítať maximálnu konzistenciu pri rôznom podiele inulínu, pričom $R^2 = 0,9973$.

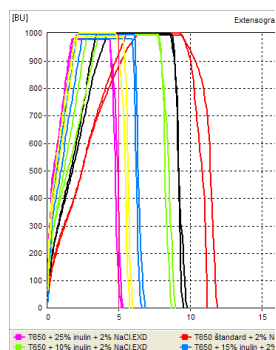


Obrázok 2 Zmena konzistencie cesta

Pri analyzovaní extenzografických vlastností ciest boli hodnotené len vybrané parametre, pretože prístroj nemá dostatočný merací rozsah na cestá s extrémnymi vlastnosťami, ktoré vznikli vyšším podielom inulínu pridaného ku pšeničnej múke. Namerané extenzografické krivky sú uvedené na obrázkoch 3a a 3b.



3a



3b

Obrázok 3a, b Extenzogramy s rozdielnym prídavkom inulínu po odležaní 15 minút (3a) a 30 minút (3b)

So zvyšujúcim podielom inulínu sa zvyšovala elasticita cesta a znižovala jeho ťažnosť a extenzografická energia. Cestá s prídavkom nad 15 % inulínu boli „krátke“ a menej vhodné na výrobu chleba. Podiel elastickej zložky, ktorú charakterizuje výška extenzografickej krivky, ku plastickej zložke cesta, ktorú charakterizuje šírka krivky, vyjadruje pomerové číslo. Ako uvádza Muchová (2007) extrémne vysoké krivky majú tuhé cestá, v ktorých CO₂ nemá dostatočný pretlak pre zväčšovanie pórov v ceste.

Technologická a senzorická kvalita chlebov s prídavkom inulínu

Z výsledkov pekárskeho pokusu vyplýva, že postupne narastajúci podiel inulínu negatívne vplýval na kvalitatívne parametre upečených chlebov, čo sa prejavilo znížením ich objemu, merného objemu a objemovej výťažnosti (tabuľka 4). Významné zníženie objemu bolo zrejme už pri prídavku inulínu v množstve 5 %, čo spôsobilo rozdiel v objeme v porovnaní s kontrolou až 1075 cm³. Pri vyšších prídavkoch boli rozdiely ešte významnejšie – v bochníkoch s prídavkom inulínu 15 % bol objem menší až o 40,8 % v porovnaní s kontrolou. Znižovala sa aj hodnota klenutia (pomeru medzi výškou a šírkou bochníkov), pričom jeho vyššia hodnota je žiaduca a predikuje výrobok s lepším tvarom (Bonafaccia et al., 2003).

Prídavok inulínu spôsobil aj zníženie obsahu hrubého proteínu a obsahu titračných kyselín v striedke chlebov, čo bolo spôsobené nižším podielom múky s obsahom bielkovín a minerálnych látok k inulínu bez bielkovinových a ďalších zložiek. Práve absencia lepkotvorných bielkovín bola v najväčšej miere zodpovedná za zníženie objemu pripravených výrobkov. Obsah pšeničného proteínu a mokrého lepku významne koreluje so špecifickým objemom pečiva (Příhoda 1980; Ohm et al. 1998).

Z výsledkov senzorickeho hodnotenia pripravených chlebov vyplynulo zhoršenie väčšiny hodnotených znakov v závislosti od výšky prídavku inulínu. Najvyšší celkový počet bodov získal kontrolný chlieb a chlieb s prídavkom inulínu vo výške 5 % (86 bodov zo 100). Chleby s vyšším podielom inulínu mali senzoricke vlastnosti hodnotené podstatne horšie, klesali v nasledovnom poradí:

86 (kontrola, 5 % inulín) > 51 (10 % inulín) > 43 (15 % inulín) > 32 (20 % inulín) > 27 (25 % inulín).

Chleby s počtom bodov pod 50 už boli vyhodnotených po senzorickej stránke ako nevyhovujúce. Najvyšším akceptovateľným prídavkom inulínu, ktorého výška významne negatívne neovplyvnila vzhľad povrchu, vzhľad striedky, vôňu, chuť ani celkovú prijateľnosť, bol podiel 10 %.

Tabuľka 4 Kvalitatívne parametre upečených chlebov

Parameter	vzorky					
	múka T650	T650+5% inulín	T650+10% inulín	T650+15% inulín	T650+20% inulín	T650+25% inulín
Hmotnosť pred upečením 1 bochníka(g)	410	399,7	398,5	403,3	409,3	406,5
Hmotnosť cesta spolu (g)	1640	1598,7	1594,1	1613,2	1637,1	1626
Hmotnosť po upečení 1 bochníka (g)	375,7	361,2	367,9	371,7	381,0	378,5
Hmotnosť výrobku(4 bochníkov) spolu (g)	1502,9	1444,6	1471,6	1486,9	1524	1514
Objem výrobku spolu (cm ³)	5025	3950	2975	2950	2750	2575
Merný objem (cm ³ /100g výrobku)	334	273	202	198	180	170
Objemová výdatnosť (cm ³ /100g múky)	502,5	395	297,5	295	275	257,5
Klenutie (výška/šírka)	1,09	0,99	0,96	0,93	0,92	0,81
Výťažnosť pečiva (%)	150,3	144,5	147,2	148,7	152,4	151,4
Straty pečením (%)	8,4	9,6	7,7	7,8	6,9	6,9
Kyslosť striedky (mmol/kg)	27	27	27	25	25	24
Hrubý proteín N x 5,7 (%)	10,79	10,31	9,54	8,54	7,9	7,59
Popol (%)	1,17	0,77	0,74	0,91	0,73	0,9

ZÁVER

Na základe výsledkov získaných analyzovaním kompozitných zmesí múk s prídavkom inulínu je možné konštatovať, že ich technologická kvalita posudzovaná na základe požiadaviek pre múky určené na pekársku použitie sa v závislosti od výšky prídavku inulínu zhoršila, predovšetkým v dôsledku absencie lepkotvorných bielkovín. Enzymatická aktivita pokusných zmesí sa s prídavkom inulínu zvyšovala a pri prídavku inulínu 25 % už bola hodnota čísla poklesu neprijateľná, extrémne nízka, čím sa tieto múky stali na pekársku účely nepoužiteľnými.

Amylografické hodnotenie potvrdilo zhoršujúcu sa kvalitu kompozitných múk, predovšetkým v dôsledku zvyšujúcej sa teploty mazovatenia a znižujúcej sa viskozity zahrievanej suspenzie, ktorá už v množstve 15 % inulínu a viac bola nevyhovujúca. Pri farinografickom hodnotení bolo zistené nežiaduce predlžovanie doby vývinu cesta v súvislosti s výškou prídavku inulínu a farinogramy mali neštandardný priebeh. Extenzografické hodnotenie bolo obmedzené tým, že vzniknuté cestá mali extrémne vlastnosti, vysokú elasticitu a nízku plasticitu. Cestá s prídavkom inulínu 15 % a viac neboli vhodné na výrobu chleba.

Z pekárskych pokusov vyplynulo, že postupne narastajúci podiel inulínu negatívne vplýval na kvalitatívne parametre upečených chlebov, čo sa prejavilo znížením ich objemu, merného objemu a objemovej výťažnosti. Na základe senzorickeho hodnotenia bol akceptovateľným prídavkom inulín v množstve 10 %, pri ktorom nebol významne negatívne neovplyvnený vzhľad povrchu, vzhľad striedky, vôňa, chuť ani celková prijateľnosť chlebov.

Na základe komplexného vyhodnotenia výsledkov odporúčame pri výrobe chleba prídavok inulínu vo výške 5 %, čo je z technologického, pekárskeho a senzorickeho hľadiska primeraný podiel.

LITERATÚRA

- BOJŇANSKÁ, T. – FRANČÁKOVÁ, H. – GAŽAR, R. 2009. Vplyv prídavku pohánky na technologickú a nutričnú kvalitu chleba. In: *Acta fytotechnica et zootechnica – Mimoriadne číslo z IV. Vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou Bezpečnosť a kvalita surovín a potravín*, Nitra: SPU, roč. 12, 2009, s. 191 – 196, ISSN 1335T258X.
- BONAFACCIA, G., MAROCCHINI, M., KREFT, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran common and tartary buckwheat. In *Food Chemistry*, vol. 80, 2003, p. 9 - 15.
- CAUSEY, J. L., FEIRTAG, J. M., GALLAHER, D. D., TUNGLAND, B. C. and SLAVIN, J. L. 2000. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. In *Nutrition Research*. roč. 20, 2000, č. 3, s. 191 - 201.
- DAVIDSON, M. H., MAKI, K. C., SYNECKI, C., TORRI, S. A. and DRENNAN, K. B. 1998. Effects of dietary inulin on serum lipids in men and women with hypercholesterolemia. In *Nutrition Research*. roč.18, 1998, č. 3, s. 503 - 517.
- CHANG, Y. K., FERRARI, M. C. 2000. A new apparatus for the evaluation of rheological properties of wheat gluten. In *Acta Alimentaria*. vol. 29, 2000, p. 169 – 180, ISSN 1588-2535
- JEMAL, A., WARD, E., HAO, Y., THUN, M. 2005. Trends in the leading causes of death in the United States, 1970 – 2002. In *Journal of the American Medical Association*. roč. 294, 2005, č. 10, s.1255 – 1259.
- KOVÁČIKOVÁ, E. et al. 2003. Potravinová vláknina v potravinách: Odborná príručka. Nitra: ÚVTIP, 2003. 30 s. ISBN 80-89088-27-9
- LARSSON H., KUKTAITE R., MARTILA S., JOHANSSON E. 2005. Effect of mixing time on gluten recovered by ultracentrifugation studied by microscopy and

- rheological measurements. In *Cereal Chemistry*, vol. 82, 2005, p. 375 - 384
- LAUNAY, B. L. and MICHON, C. 2006. Rheology of Wheat Flour Doughs: Measurement. In *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*, 2006, doi: 10.1081/E-EAFE-120041501
- MEYER, D. 2007. Inulins for product development of low GI products to support weightmanagement. In *Dietary Fibre Components and Functions*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2007. s. 257 - 270. ISBN 978-90-8686-019-7
- MEYER, D. and STASSE-WOLTHUIS, M. 2006. Inulin and bone health. In *Current Topics in Nutraceutical Research*. roč. 4, 2006, č. 3/4, s. 211 - 226.
- MUCHOVÁ, Z. et al. 2005. Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu. 3. nezmenené vyd. Nitra: SPU. 2005. 215 s. ISBN 80-8069-483-4
- MUCHOVÁ, Z. 2007. Technológia spracovania cereálií. 2. nezmenené vyd. Nitra: SPU. 2007. 192 s. ISBN 978-80-8069-980-2
- MUCHOVÁ, Z., ŽITNÝ, B., FRANČÁKOVÁ, H. 2009. Variabilita kvalitatívnych parametrov pšeničných múk a modifikácia vlastností ciest miesením. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, roč. 12, mimoriadne č. na CD (2009), s. 486 - 498. ISSN 1335-58X
- OHM, J. B., CHUNG, O. K., DEYOE, C. W. 1998. Single-Kernel Characteristics of Hard Winter Wheats in Relation to Milling and Baking Quality. In *Cereal chemistry*, vol. 75, 1998, no. 1, p. 151 - 161
- PERESSINI, D. and SENSIDONI, A. 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. In *Journal of Cereal Science*, vol. 49, no. 2, 2009, p. 190 - 201.
- POPA, N.C. 2007. *Influența unor amelioratori de origine vegetală și microbială asupra parametrilor de calitate ale făinurilor din grâu*, PhD Thesys, The Faculty of Horticulture, the University of Agronomical Sciences and Veterinary Medicine, Bucharest.
- PŘÍHODA, J. 1980. *Víceleté sledování korelací mezi vlastnostmi zrna, mouky a pečených výrobků*. [Research report.] VÚMPP, Praha: 1980, s. 26-85.
- PRUGAR, J. et al. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: 2008, 330 s., ISBN 978-80-86576-28-2.
- ROBERFROID, M.B. 1999. Caloric value of inulin and oligofructose. In *Journal of Nutrition*. roč. 129, 1999, s. 1436 - 1437
- SIRÓ, I., KÁPOLNA, E., KÁPOLNA, B. and LUGASI, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance- a review, In *Appetite*, vol. 51, no. 3, 2008, p. 456 - 467
- SKENDI, A., BILIADERIS, C. G., PAPAGEORGIOU, M., IZYDORCZYK, M. S. 2009. Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. In *Journal of Food Engineering*, vol. 91, no. 4, 2009, p. 594 - 601
- SOLNICOVÁ, S. 2006. *Transformácia funkčných zložiek cereálií v potravinách nového typu*: Autoreferát dizertačnej práce. Nitra: SPU, 2006, 19 s.
Dostupné na internete:
http://www.svssr.sk/sk/pdf/legislativa/2657_2004.pdf [cit. 2010-10-07]
- PodĎakovanie:** Práca bola riešená vďaka podpore projektu VEGA 1/0282/10 Využitie polysacharidov pri výrobe potravín s definovanými vlastnosťami a VEGA 1/0661/09 Reologické modely správania sa pekárskeho polotovaru a ich vzťah ku kvalite finálnych výrobkov.
- Kontaktná adresa:**
Ing. Marián Tokár, Department of Storing and Processing Plant Products, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Trieda A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. e-mail: marian.tokar@uniag.sk
- doc. Ing. Tatiana Bojňanská, Department of Storing and Processing Plant Products, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Trieda A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. e-mail: tatiana.bojnanska@uniag.sk
- Ing. Eva Ivanišová, Department of Storing and Processing Plant Products, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Trieda A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. e-mail: eva.ivanisova@post.sk
- Ing. Štefan Dráb, Department of Storing and Processing Plant Products, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Trieda A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. e-mail: stefan.drab@uniag.sk