Komplexní hodnocení vybraných mlýnských meziproduktů a výrobků průmyslového mlýna

(Complex evaluation of selected milling intermediates and products in an industrial mill)

Marie Hrušková, Ivan Švec, Michala Biolková
VŠCHT Praha

Souhrn

Technologie tzv. druhového mletí pšenice využívá rozložení chemických složek obilky a postupné desintegrace zrna s cílem získat co největší množství čistého endospermu v požadované kvalitě a granulaci. Výrobní schéma mlýna je členěno do čtyř základních úseků charakteristických meziprodukty s odlišnými technologickými parametry, které tvoří komerční mlýnské výrobky. Cílem práce bylo porovnání jakostních znaků vybraných vzorků mlýnských meziproduktů a hodnocení závislostí mezi nimi korelační analýzou. Množství bílkovin pro šrotové mouky z předních šrotů se pohybovalo v rozmezí 12,8–14,9 %, zatímco meziprodukty z pátých chodů měly obsah nad 15 %. Vaznost vody těchto mouk koresponduje s obsahem bílkovin (rozsah 54,1–56,3 %). Pro posouzení tzv. pekařské síly pšeničné mouky slouží hodnoty extenzografické energie, kde šrotové mouky lze označit za pekařsky silné s převládají pružností lepkové sítě (energie 148–202 cm^2, poměr 1,83–3,30 při zkoušce 60 min. odležení těsta). Pekařským pokusem byla potvrzena rozdílná kvalita mlýnských meziproduktů a měrný objem pečiva průkazně závisí na místě odběru.

Klíčová slova: mlýnské meziprodukty, analytické a reologické znaky, korelační analýza

Summary

The method of traditional wheat flour milling (the break and reduction system) uses decomposition of kernel chemical components and gradual disintegration of grain aiming at obtaining the highest amount of pure endosperm at required quality and granulation. A production diagram of the mill is divided into four basic sections that are characterized by intermediates with distinct technological parameters used for final milling products. The objectives of the present work were to compare quality characteristics of selected samples of milling intermediate products and to evaluate relationships between them using correlation analysis. The protein content for break flour from the first breaks ranged from 12.8 to 14.9 %, whereas intermediates from the fifth passages contained more than 15 % of protein. Water absorption of these flours corresponds to the protein content (range of 54.1–56.3 %). So-called baking strength of wheat flour is determined using values of extensigraph energy, where break flours can be considered strong with prevailing elasticity of gluten network (energy 148–202 cm^2, ratio 1.83–3.30 testing at 60-min rest time). A baking test confirmed different quality of intermediate products and specific loaf volume is significantly related to a sampling site.

Keywords: milling intermediates, analytical and rheological characteristics, correlation analysis

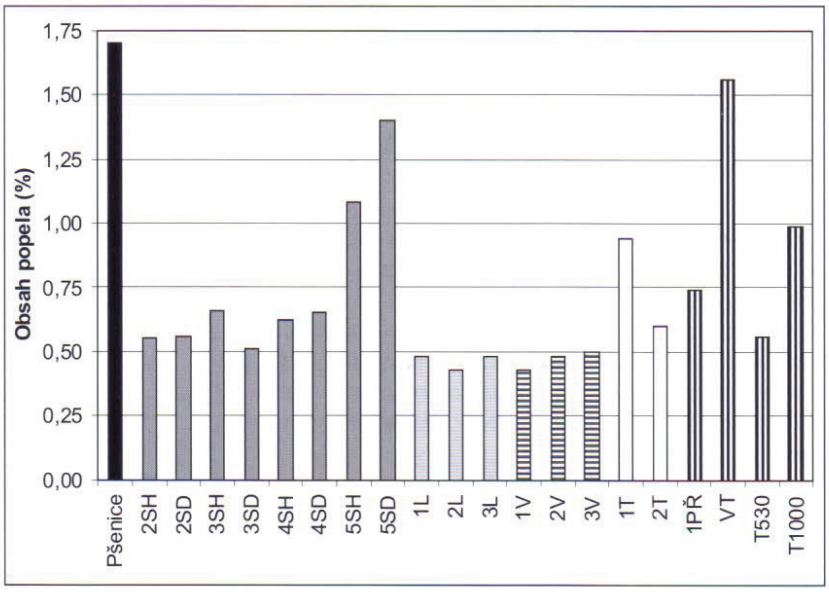
Úvod

Potravinářská pšenice jako základní chlebová obilnina a hlavní mlýnská surovina předurčuje svými charakteristikami jakost mlýnských meziproduktů a finálních výrobků. Technologie tzv. druhového mletí využívá nerovnoměrného rozložení chemických složek v obilce s cílem získat co největší množství čistého endospermu odděleně od obalových vrstev (Popper *et a.l,* 2009).

Obecně je známo, že základní výrobní jednotka mlýna, označovaná jako pasáž, je tvořena válcovou stolicí a rovinným vysévačem. Jejich počet souvisí s výrobní kapacitou a podle tzv. diagramu (výrobního postupu) mlýna mají tyto stroje odlišné statické a dynamické parametry, které odpovídají zařazení do souborů s různými výrobními cíli. Šrotování má za úkol otevření a postupné drcení zrna na hrubé části endospermu s podílem ulpěných obalových vrstev. V této fázi je požadováno získání max. podílu krupic a málo šrotové mouky s nízkým obsahem popela. Krupice se dále zpracovávají na luštících pasážích a čistí na rovinných vysévačích a reformách s výstupem kvalitní pekařské mouky. Na vymílacích chodech se také získávají pasážní hladké mouky v jakosti odpovídající po smísení druhu od světlé po chlebovou mouku. Obvyklý diagram mlýna dříve končil tzv. domílkovými pasážemi, kde se získávaly poslední části endospermu ulpělé na obalech zrna. Dnes se pro tento účel užívají doplňkové mlecí stroje, např. vytloukačky (Erling, 2008). Druhové mletí produkuje mnoho meziproduktů, označovaných jako pasážní mouky s odlišným chemickým složením (popel, bílkoviny), fyzikálními parametry (granulace, barva) a technologickým chováním při zpracování. Zatímco dříve pro hodnocení pekařské kvality mlýnských výrobků stačily znaky, které udává Vyhláška 333 MZe (popel a granulace), dnes mají pro sortiment pekařských výrobků význam technologické charakteristiky jako farinografická vaznost, pružnost a tažnost těsta nebo amylografické maximum. Tyto parametry souvisí se složením obilky pšenice a režimem mletí. Určují technologickou kvalitu a užití příslušné pasážní mouky pro komerční mlýnské výrobky nebo tzv. mouky na míru (Hrušková a Švec, 2009).

Teoreticky se předpokládá, že střed obilky a tím i střední část endospermu tvoří škrob ve formě neporušených granulí a lepkotvorné bílkoviny s nízkou tažností, tvořené převážně vysokomolekulárními gluteniny. Další část endospermu směrem k okraji má již škrob s určitým stupněm poškození a bílkoviny jsou zastoupeny jak gluteniny tak gliadiny. Získaný mokrý lepek a tím i těsto mají vyrovnané podíly pružné a tažné složky (Perry and Wrigley 2003). Další okrajová část endospermu se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin nelepkového charakteru, které mohou být příčinnou zhoršené zpracovatelnosti těsta (Slumier, 2005). Předností těchto produktů je vyšší podíl vlákniny a minerálních látek.

Cílem práce bylo porovnat jakostní znaky vybraných vzorků mlýnských meziproduktů (pasážní mouky) průmyslového mlýna, který pracuje se zařízením firmy Prokop a expeduje 2 druhy pekařské hladké mouky. Pro posouzení závislostí mezi jednotlivými analytickými a reologickými znaky byla použita korelační analýza.



Obr. 1. Obsah popela sledovaných vzorků

Materiál a metody

Podle technologického uspořádání (diagram mlýna) byly vytipovány a odebrány pasážní mouky (18 vzorků) reprezentující šrotování dělených jako šrot hrubý a jemný (8 ks – **2SH-5SD**), luštění (3 ks – **1L-3L**) a vymílání (3 ks – **1V-3V**) včetně produktů ze třídičů a vytloukačky (4 ks – **1T, 2T** – třídiče, **1PŘ** – přepad a **VT** – vytloukačka) suplující domílkový chod. Souběžně byl odebrán vzorek pšenice (**P**) na prvním šrotě a po průchodu mlýnem vzorek hladké mouky světlé (**T530**) a chlebové (**T1000**). Při odběru bylo cílem kompletně hodnotit jakost vybraných pasáží a nikoliv sledovat hmotnostní zastoupení všech meziproduktů, obvyklé např. pro popelovou bilanci mlýna. Vzorky byly skladovány 1 měsíc při teplotě 20 °C pro vyrovnání biochemických procesů a následně podrobeny vybraným zkouškám podle komplexního modelu VŠCHT Praha. Všechny analytické znaky (vlhkost, popel, bílkoviny, Zelenyho test, mokrý lepek a GI – gluten index, číslo poklesu) byly stanoveny normovanými metodami (ČSN 56 0512, ČSN ISO 5529, ČSN ISO 3093). Reologické hodnocení zahrnovalo farinografický (ČSN ISO 5430-1), extenzografický (ČSN ISO 5430-2) a amylografický test (ISO 126/1). Byl proveden také pekařský pokus podle interní metodiky VŠCHT Praha.

Pro porovnání znaků pasážní mouky z různé technologické fáze mlýnského zpracování slouží grafické vyjádření reprezentativních znaků každé zkoušky. Korelační analýzou jsou potvrzeny závislosti, které mohou sloužit pro vytipování substitučních jakostních znaků.

Výsledky a diskuse

Vzorek potravinářské pšenice lze označit za standardní podle požadavků ČSN 46 1100-2. Z hlediska pekařské kvality (obsah bílkovin 13,3 %, Zelenyho test 71 ml, číslo poklesu 272 s) se jedná o nadprůměrné parametry, zaručující výrobu hladké mouky světlé a chlebové standardní jakosti. Hodnocení výsledků z laboratorního pokusu pšenice a vztahu jakosti finálních mouk není provedeno, protože se celý rozsah zkoušení bude opakovat se vzorky ze sklizně roku 2009.

Analytické znaky pasážní mouky

Komplexní hodnocení zahrnuje stanovení obsahu vlhkosti, popela, bílkovin a Zelenyho testu, mokrého lepku, GI a čísla poklesu. Z mlynářského hlediska je obvyklé provádět tzv. popelovou bilanci mlýna spojenou s hmotnostní stop-zkouškou. Pro šrotové mouky je charakteristický vyšší obsah popela ve srovnání s luštícími a vymílacími meziprodukty (**Obr. 1**). V našem souboru měl pro vzorky 2SH až 4SD obsah popela stoupající tendenci, ale rozdíl činil pouze 0,10 %. Pro 5SH a další mouky z třídičů, přepadů a vytloukačky se pohyboval v rozmezí 0,60 % do 1,56 % podle zpracované části obilky. Pro luštící a vymílací pasáže byla obdobná situace. Nejméně minerálních látek bylo zjištěno pro vzorky z 1L a 1V (0,43 %).

Množství bílkovin pro šrotové mouky z 2SH–4SD se pohybovalo v rozmezí 12,8–14,9 %, zatímco meziprodukty z pátých šrotů a vytloukačky měly obsah nad 15 %. Vyšší množství však pro pekařské užití není přínosné, neboť kvalitou se podle Zelenyho testu (pod 35 ml) nedají srovnávat s předními šrotovými chody (52–72 ml). Podobné relace platí i pro obsah mokrého lepku a hodnoty GI. Pasážní mouky z luštění a vymílání měly méně bílkovin (10,3–11,4 %) při uspokojivé kvalitě (Zelenyho test 42–59 ml). Pro číslo poklesu bylo zjištěno, že meziprodukty z SD pasáží mají nižší hodnoty než z SH, avšak rozdíly pro vzorky z dalších mlecích chodů nejsou v rámci chyby stanovení průkazné. Názornější popis stavu poškození škrobu a činnosti amyláz vyjadřuje vyhodnocení amylogramů.

Reologické charateristiky pasážní mouky

Pro hodnocení kvality mlýnských výrobků pro výrobu kynutého těsta jsou obvyklé reologické zkoušky na farinografu, extenzografu a amylografu. Popisují chování moučné suspenze a těsta při zadělávání a deformaci při dělení a tvarování. Jednotlivé technologické znaky souvisí s chemickým složením mlýnských meziproduktů a místem jejich získání v mlecím postupu. Z farinografických parametrů je technologicky významná vaznost vody a stupeň změknutí těsta odpovídající toleranci vůči přehnětení. Z **Obr. 2** je zřejmé, že tyto charakteristiky souvisí s obsahem a kvalitou bílkovin. Pro šrotové mouky 2SH-4SD se vaznost vody pohybuje v rozmezí 54,1–56,2 %, zatímco meziprodukty z pátého chodu obsahující vyšší obsah nelepkových bílkovin měly vaznost průkazně vyšší (58,6–65,1 %). Pro pasážní mouky z různých luštění má vaznost stoupající tendenci (1L – 53,5 %, 3L – 57,3 %). Pro sledované mouky z vymílání je vaznost vyšší, ale vyrovnaná (cca 57,2 %). Pro stupeň změknutí těsta, který je nepřímo úměrný toleranci k přehnětení, neplatí jednoznačně vliv vyššího stupně poškození při mlýnské výrobě. Hodnoty nad 50 FJ byly zjištěny pro těsta z pasážní mouky získané na 5 SD, 2–3L a 1–2V.

Pro posouzení tzv. pekařské síly pšeničné mouky slouží hodnoty extenzografické energie (EE). Spolu s poměrovým číslem, hodnotícím vztah mezi pružností a tažností těsta, charakterizuje EE možnosti užití a zpracování v pekárně (Švec a Hrušková, 2009). Pasážní mouky z 2SH-4SD lze označit za pekařsky silné s převládající pružností lepkové sítě (energie 148–202 cm^2, poměr 1,83–3,30 při zkoušce 60 min. odležení těsta). Pro vzorky z luštění a vymílání byl zjištěn pokles

extenzografické energie (113–91 cm^2, respektive 87–98 cm^2). Při zkoušce byl zjištěn významný vliv doby odležení na extenzografické chování těsta **(Obr. 3).** Při delší době bylo zjištěno průkazné zvýšení všech extenzografických znaků sledovaných mlýnských meziproduktů i hotových výrobků.

Chování moučné suspenze, které koresponduje s hodnotami čísla poklesu, charakterizuje amylografické maximum. Pro šrotové pasážní mouky (**Obr. 4**) byl zjištěn rozdíl mezi SH a SD chody, kde meziprodukty hrubé (SH) logicky vykazovaly nižší hodnoty. Mezi luštícími a vymílacími moukami měly nejméně poškozený škrob vzorky z každé této druhé pasáže.

Znaky pekařského pokusu pasážní mouky

Samostatné pekařské užití jednotlivých vzorků pasážní mouky průmyslového mlýna se nepředpokládá a výsledky laboratorního pekařského pokusu slouží pouze pro orientaci při sestavování finálních mlýnských výrobků. Z parametrů získaných tímto testem jsou důležité znaky měrný objem a tvar pečiva, daný poměrem výšky a průměru (**Obr. 5**). Pro šrotové pasážní mouky byl zjištěn nižší měrný objem pečiva z SH pasáží a obecně výrazné kolísání (pro 2SH – 4SD hodnoty 268–440 ml/100 g) stejně jako v nevyrovnaném tvaru pečiva (poměr 0,56–0,64). Mouky z luštících chodů poskytly pečivo vyrovnanějšího měrného objemu (325–218 ml/100 g) a nejlépe klenutého tvaru (0,61–0,67). Pro pečiva z vymílací mouky byla zjištěna nepřímá závislost objemu na pořadí 1–3 V – pokles od 327 na 231 ml/100 g bez negativního vlivu na tvar.

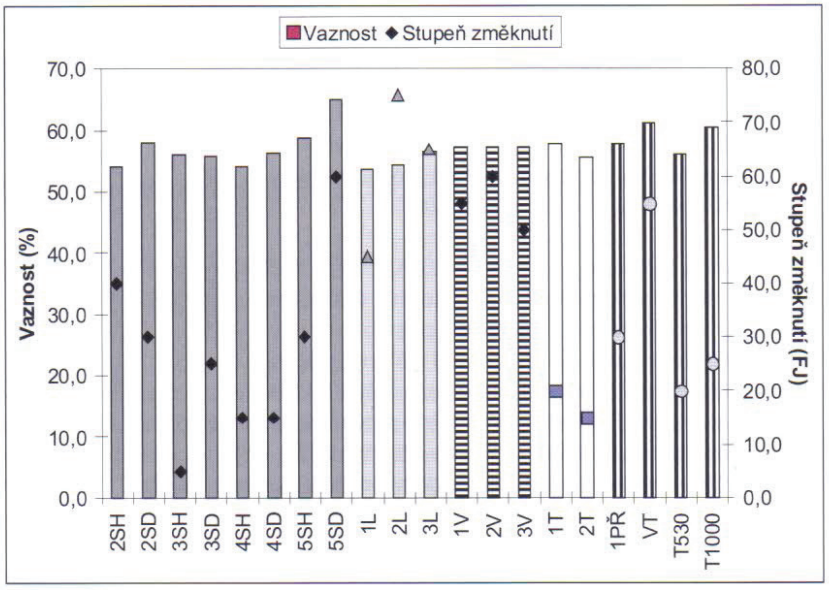
Hodnocení vztahů jakostních znaků pasážní mouky korelační analýzou

Komplexní analýza jakosti vybraných vzorků pasážní mouky zahrnuje 19 znaků z různou vypovídací úrovní. Případnou zastupitelnost naznačují výsledky korelační analýzy, kde silně průkazný vztah na hladině významnosti 99 % (**r** nad 0,8) zahrnuje **Tab. 1.**

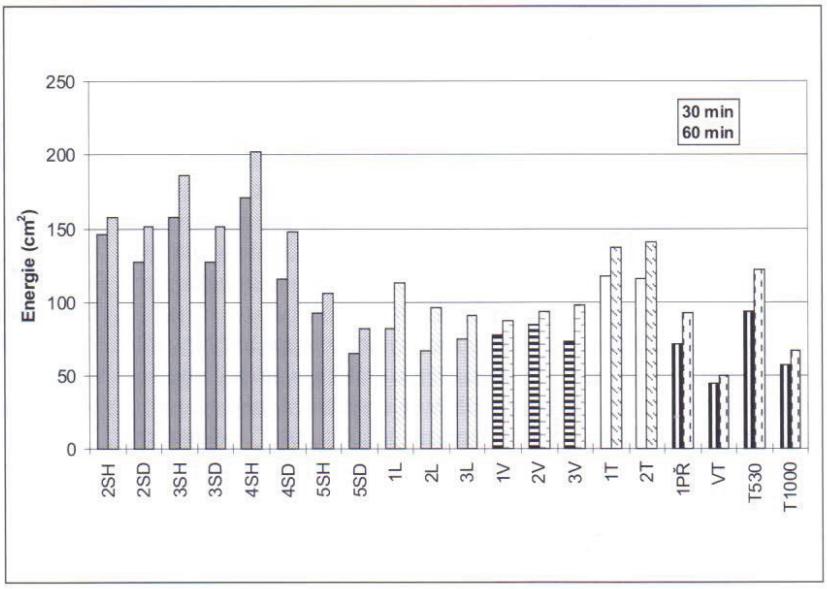
Z výsledků je zřejmé, že obsah popela průkazně koreluje s farinografickou vazností, jak uvádí také Popovská (2009). Obsah a kvalita bílkovin je stejně jako množství mokrého lepku rozhodující pro chování těsta při deformaci, popsané zkouškou na extenzografu. V daném souboru průkazně ovlivnily měrný objem pečiva hodnoty Zelenyho testu, vaznost vody a exten. maximum a energie, avšak uvedené závislosti patří podle hodnoty **r** k slabším.

Shrnutí

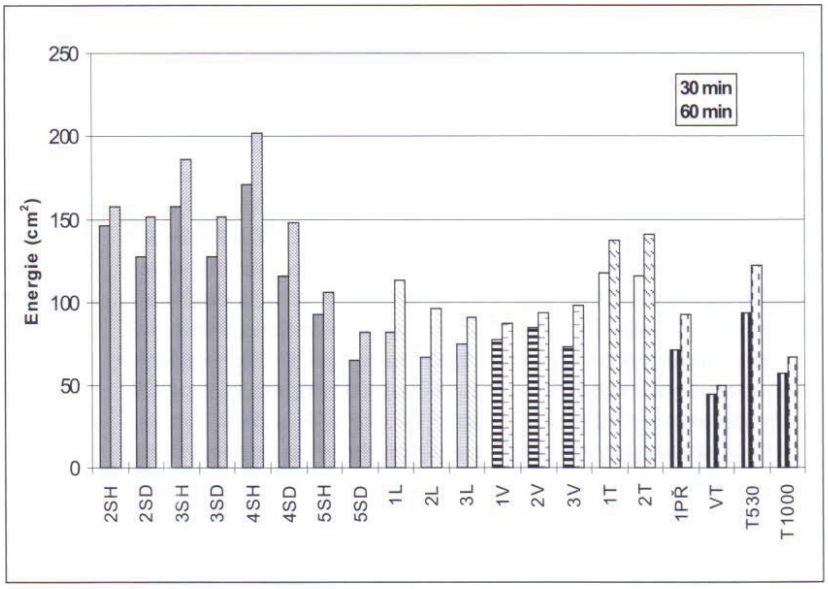
Hodnocení mlýnského procesu je již historicky předmětem různých výzkumných i provozních modelů, neboť má využití pro posouzení efektivnosti mletí a při sestavování finálních mlýnských výrobků pro konkrétní pekařské užití. Mezi klasické patří sestavování popelového diagramu ve vazbě na hodnocení výtěžnosti podle



Obr. 1. Obsah popela sledovaných vzorků



Obr. 2. Farinografické znaky (vaznost, stupeň změknutí) sledovaných vzorků



Obr. 3. Extenzografické energie sledovaných vzorků

Mohsovy tabulky nebo čísla AWZ, které vychází z prověřených vztahů mezi obsahem popela a výtěžností. Další dříve využívanou možností bylo sledování obsahu mokrého lepku mlýnských frakcí, kde byla srovnatelnost výsledků omezena chybou stanovení tohoto znaku. Při současné úrovni zkoušení mlýnských výrobků je naopak hodnocení roztříštěno do mnoha parametrů, které mají vypovídací schopnost třeba pouze pro dílčí proces či chemickou složku a mohou dávat celkově i protichůdné informace. Navíc ekonomický zájem mlýna může při nutnosti zajištění odbytu kolidovat s požadavky pekáren z hlediska úrovně některých znaků.

Hodnocení vybraných vzorků pasážní mouky z potravinářské pšenice ze sklizně 2008 je vázáno na mlecí postup konkrétního mlýna, jehož mlecí diagram odpovídá stanovenému vymílacímu klíči. Výsledky potvrzují některé známé závislosti mezi analytickými a reologickými parametry mlýnských meziproduktů. Pro obsah popela byl zjištěna statisticky středně silný vztah k vaznosti vody. Obsah bílkovin a Zelenyho test průkazně korelují s extenzografickými parametry stejně jako mokrý lepek. Překvapivě nebyly takto průkazně silné vztahy k analytickým znakům zjištěny pro měrný objem pečiva.

Poděkování

Autoři děkuji majiteli firmy Delta s.r.o. Praha za poskytnutí vzorků mlýnských meziproduktů.

Práce byla zpracována s podporou výzkumného záměru MŠMT 60 64 13 73.

doc. Ing. Marie Hrušková, CSc., Ing. Ivan Švec, PhD., Bc. Michala Biolková
VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6,
e-mail: Marie.Hruskova@vscht.cz

Seznam použité literatury

Erling P. (2008): Hanbuch Mehl und Schalmullerei, AgriMedia, SRN

Hrušková M., Švec I. (2009): Vztahy jakostních znaků potravinářské pšenice, pšeničné mouky, těsta a pečiva, Ročenka MN 2009, str. 152–183.

Perry K. W., Wrigley C. W. (2003): Wheat Quality Elucidation, AACC, St. Paul. Minnesota, U.S.A.

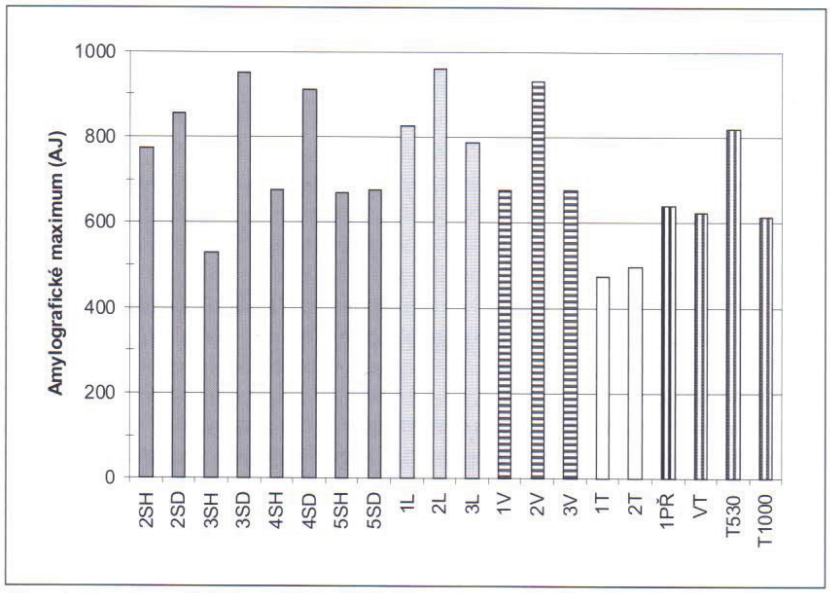
Popovská E. (2009): Charakteristiky pasážních mouk, Mlynářské noviny 2 (130), 6–7.

Popper L., Schafer W., Freund W. (2009): Future of Flour, AgriMedia, SRN

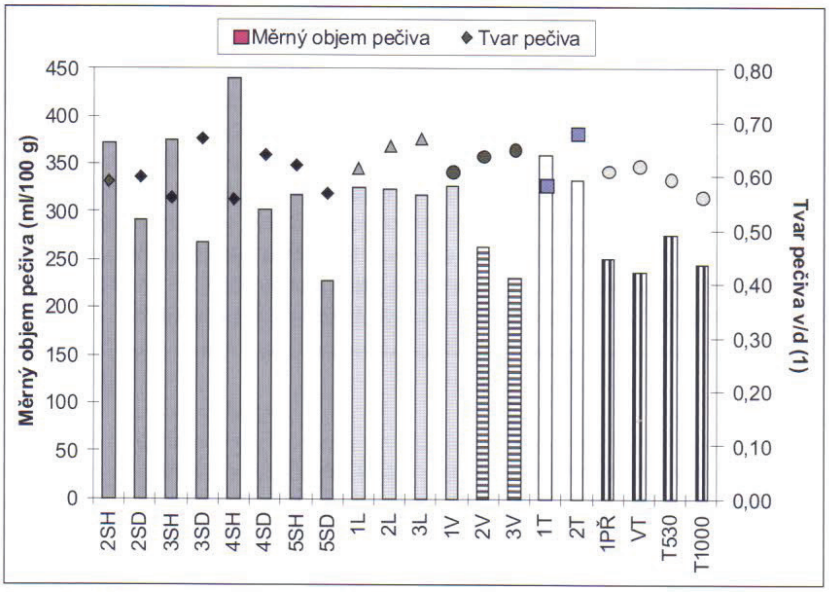
Slumier P. (2005): Principles of Breadmaking, AACC, St Paul. Minnesota, U.S.A.

Švec I., Hrušková M. (2009): Modelling of Wheat, Flour and Bread Quality Parameters, Scientia Agriculturae Bohemica 2(40) 78–66

Recenzováno



Obr. 4. Amylografické maximum sledovaných vzorků



Obr. 5. Měrný objem (sloupce) a tvar pečiva (body) ze sledovaných vzorů

Tab. 1 Korelace vybraných jakostních znaků pasážní mouky

Znak	Penetrace střídy	Ext. energie	Ext. poměr	Ext. tažnost	Ext. maximum	Vaznost FAR	Mokrý lepek
Popel						0,80	
Bílkoviny			-0,82	0,87			0,84
Zelenyho test		0,82			0,82		
Mokrý lepek			-0,81	0,87			
Měrný objem pečiva	0,84						