

THE USE OF PSEUDO-CEREALS FLOURS IN BAKERY

UTILISATION DE FARINES DES PSEUDO-CEREALES DANS LA BOULANGERIE

**Romulus Marian Burluc*, Camelia Vizireanu, Rodica Dinica,
Felicia Dima**

*Universitățile "Dunarea de Jos" Galați, Faculté de Science et Génie
des Alimentes, 47 Rue Domneasca, 800008 Galați, Roumanie*

*Corresponding author: burluc_romeo@yahoo.com

Received: June, 16, 2011

Accepted: December, 22, 2011

Abstract: Nowadays, a special attention should be given to the nutritional properties of foods. In the bakery industry there is a tendency to develop innovative range of bakery products by using the therapeutic role of cereals that are not used at their true potential (buckwheat, millet, rice, oats). Among bioactive components present in the pseudocereal flours, flavones group is highlighted, in particular rutin, the most important ramnoglicosid with multiple beneficial effects on health.

The aims of this study were the obtention of different bakery products (bread, biscuits) from raw materials with high therapeutic potential (fiber, antioxidant capacity, minerals), the optimization of process parameters and recipes, and the characterization of finished products in terms of sensory and physico-chemical properties.

The results confirm that the use of unusual raw materials for the Romanian market led to obtaining high quality finished products with special therapeutic features.

Keywords: *bakery products, barley, buckwheat, millet, oats,
physical-chemical properties, sensory properties*

INTRODUCTION

La plupart des consommateurs sont intéressés à l'identification des aliments sains pour réduire le risque de maladie, nombreux d'entre eux optant pour une alimentation saine, naturelle, capable de maintenir l'état de bien.

Sur le marché des aliments fonctionnels il y a des tendances pour 2010, comme: des produits destinés à la santé digestive (prébiotiques, probiotiques, fibres, fruits, jus de fruits), des produits anti cholestérol (oméga-3), des produits pour la gestion du poids (produits avec des destinations spéciaux) [1 - 3].

Les produits céréaliers ont une grande importance dans notre alimentation. Ces recommandations sont basées sur les résultats de certaines études épidémiologiques qui ont démontré que la consommation de grains entiers serait reliée à un risque réduit de maladies cardiovasculaires et de diabète [4], de certains types de cancer [5, 6] et d'obésité [7, 8]. Ces effets bénéfiques seraient reliés à la synergie entre les nombreux composés contenus dans les produits céréaliers à grains entiers, tels que les fibres, les antioxydants, les vitamines et les minéraux.

Vu que la majorité de ces composés se trouvent dans le son et dans le germe [9], il serait indiqué de consommer des céréales complètes, les moins raffinées possibles.

Une étude a été réalisée sur une population habitant dans une région montagneuse de la Chine et qui consommait des quantités élevées de sarrasin et d'avoine [10]. Selon les résultats de cette étude, une consommation élevée de sarrasin serait associée à des taux de cholestérol total et de cholestérol LDL (« mauvais » cholestérol) plus faibles (deux facteurs de risque des maladies cardiovasculaires). Étant donné que la population évaluée consommait du sarrasin depuis très longtemps, ces résultats sont plutôt représentatifs pour la consommation à long terme de sarrasin et d'avoine auprès des facteurs de risque de maladies cardiovasculaires. Les auteurs considèrent que les effets observés sont reliés au contenu élevé des fibres de ces céréales.

Certains aliments peuvent être plus efficaces que d'autres pour diminuer la sensation de faim et, par conséquent, de l'apport alimentaire total. Cela peut être attribuée, entre autres, aux nutriments qu'ils contiennent. Une étude récente réalisée sur des patients humains a démontré que la consommation d'une lasagne à base de pâtes de sarrasin entraînait un degré de satiété plus élevé, comparativement à la consommation de pâtes à base de blé [11].

Le sarrasin est cultivé à grande échelle dans plusieurs pays d'Asie et d'Europe de l'Est. De nos études, le sarrasin se porte bien dans des produits tels que le pain, les pâtes et les biscuits. Ces aliments ont été préparés en vue d'accroître et de préserver la teneur en polyphénols et flavonoïdes.

Les gruaux et la farine de sarrasin contiennent des constituants telles que protéines, amidon, minéraux, polyphénols, flavonoïdes et fibres alimentaires dans des quantités importantes (Tableau 1).

Les gruaux entières de sarrasin (*Fagopyrum esculentum*) contiennent: amidon (55%), protéines (12%), matière grasse (4%), glucides solubles (2%), fibres (7%), cendres (2%), acides organiques, composés phénoliques, tannins, sucres phosphorylés, nucléotides, acides nucléiques (18%).

Les protéines de sarrasin contiennent tous les acides aminés essentiels [12] et possèdent ainsi une haute valeur biologique [13].

Tableau 1. Composition et valeur énergétique de gruaux et de la farine de sarrasin [1]

	Que vaut une « portion » de sarrasin?	
	Grains céréaliers (sarrasin), 20 g	Farine de sarrasin (grain entier), 20 g
Valeur énergétique (kJ)	288,89	280,52
Protéines (g)	2,7	2,5
Glucides (g)	14,3	14,1
Lipides (g)	0,7	0,6
Fibres alimentaires (g)	0,7	1,4

Le flavonoïde le plus connu du grain de sarrasin est, sans aucun doute, la rutine [14, 15]. Cet antioxydant présent dans les feuilles de la plante de sarrasin et souvent administré sous forme d'extrait d'herbe présenterait certains des effets thérapeutiques attribués au sarrasin. La rutine est aussi le principal flavonoïde de la farine et du sarrasin décortiqué, le dernier contenant la plus grande quantité [16].

Les quantités de rutine varient de 12,6 mg à 35,9 mg par 100 g de grains de sarrasin, en fonction de plusieurs facteurs, dont le lieu et les conditions environnementales de leur culture [17].

La rutine (ne provenant pas nécessairement du sarrasin) présenterait entre autres des effets anti-inflammatoires, serait un relaxant musculaire et pourrait réduire la fragilité des vaisseaux sanguins [17]. Elle est présente en plus grande quantité dans l'enveloppe du grain, comme la plupart des autres flavonoïdes du sarrasin. Puisque les farines de sarrasin plus foncées contiennent des fragments de l'enveloppe du grain, elles sont plus riches en flavonoïdes [13, 18]. Enfin, étant donné que les traitements thermiques utilisés pour décortiquer les grains diminuent les concentrations de flavonoïdes dans ceux-ci, les grains décortiqués manuellement (brun pâle plutôt que foncés) contiendraient davantage de flavonoïdes.

Leur rôle est essentiel pour empêcher la destruction de cellules dans le corps, réduisant ainsi le risque de maladies cardiovasculaires, de cancer, de la maladie d'Alzheimer, mais aussi d'autres maladies causées par le vieillissement. D'autre part, les antioxydants ont été utilisés avec succès dans l'industrie alimentaire, les processus de conservation alimentaire. D'autres effets thérapeutiques de la consommation de sarrasin sont les suivantes: les maladies du foie, l'anémie, l'obésité, le diabète sucré.

En raison de l'absence de gluten, ces produits sont très utiles pour les personnes affectées par la maladie coeliaque. Le sarrasin est un antidote à une irradiation aux rayons X ou d'autres formes de rayonnement. L'introduction dans l'alimentation de la bouillie de sarrasin au lait conduit à l'augmentation du niveau de dopamine, contribuant ainsi à l'amélioration des symptômes de la dépression nerveuse.

A part du sarrasin, nous avons étudié d'autres pseudo céréales telles que l'avoine, l'orge et le millet pour leur contenu élevé d'éléments biologiquement actifs. L'avoine est une bonne source de nutriments comme la vitamine E, le zinc, le sélénium, le cuivre, le fer, la manganèse, le magnésium et les protéines.

Les fibres insolubles d'avoine luttent contre le cancer, en diluant les substances cancérogènes dans l'intestin. L'orge a un effet émollient, anti-diarrhéique, anti-inflammatoire et tonique.

Le millet est considéré comme la céréale contenant la plupart des éléments nutritifs du monde, un aliment complet, riche en protéines et pauvre en amidon. Il contient de la silicone, une substance vitale pour les cheveux, les dents, la peau et les ongles.

Aussi, le régime qui inclue le millet est adapté pour les personnes souffrant de la maladie cœliaque, car il ne contient pas de gluten.

L'étude de ces pseudo-céréales visait à enrichir le potentiel nutritionnel des produits de boulangerie avec des éléments biologiquement actifs, en principal avec des antioxydants. Pour atteindre ce but, dans le pain et les biscuits ont été inclus des différentes concentrations de farine de pseudo céréales (sarrasin, orge, avoine, millet) en combinaison avec de la farine de blé, ce qui a conduit à la supplémentation en antioxydants (tels que les poly phénols et les flavonoïdes) des produits de boulangerie.

En outre, nous avons cherché à diversifier aussi les caractéristiques sensorielles.

MATERIELS ET METHODES

Au cours de cette étude nous avons utilisé comme matières premières :

- La farine de blé et de pseudo céréales (sarrasin, avoine, orge, millet) achetées du marché;
- autres matériaux : lait en poudre, cacao, margarine, bois, levure, enzymes, sel, levure chimique.

Cinq échantillons de pâte ont été préparés en utilisant 200 g de farine, 6 g de levure, 240 mL d'eau, 0,06 g α hémi cellulases, 5 g de sel.

Pour la préparation de l'échantillon témoin a été utilisé la farine de blé, alors que pour les échantillons 2-5 ont utilisé un mélange des farines (80 g de farine de pseudo céréale et 120 g de farine de blé) comme dans le Tableau 2.

Tableau 2. Compositions des épreuves de pâtes (pain)

Essais	Blé	Sarrasin	Orge	Avoine	Millet
P1	X				
P2	X	X			
P3	X		X		
P4	X			X	
P5	X				X

La pâte a été fermentée à 30 – 32°C pendant 80 minutes et cuite au four à 240°C pour 30 – 35 minutes.

Pour la recette des biscuits nous avons employé 100 g farine, 33 g sucre, 33 g margarine, 0,08 g sel, 18 mL eau, 0,3 g améliorants de panifications, 0,2 mL essence de cappuccino, 3 g cacao et 3 g lait en poudre.

Huit échantillons de biscuits ont été préparés avec les suivantes proportions de farine de blé, farine de sarrasin et farine d'avoine (Tableau 3).

La pâte obtenue après le pétrissage a été façonnée à l'aide des formes, chaque échantillon ayant une forme spécifique. La cuisson des biscuits a été faite à une température de 240°C, pendant 7 minutes.

Pour tous les échantillons nous avons effectué:

- analyse sensorielle;
- déterminations physico-chimiques : volume spécifique, élasticité, porosité et acidité ;
- déterminations de la concentration de flavines, ayant comme substances étalons la

quercétine et la rutine (Merck), par spectrophotométrie UV-VIS à une longueur d'onde de 420 nm ;

- détermination de la concentration des polyphénols, ayant comme référence l'acide gallique et l'acide tannique (Merck), selon la méthode de Folin – Ciocalteu ($\lambda = 765$ nm).

Tableau 3. *Compositions des épreuves de pâtes (biscuits)*

Essais	Blé	Sarrasin	Avoine
P1	100%	-	-
P2	75%	25%	-
P3	50%	50%	-
P4	25%	75%	-
P5	75%	-	25%
P6	50%	-	50%
P7	25%	-	75%
P8	50%	25%	25%

RESULTATS ET DISCUSSION

Les échantillons de pain (Figure 1) obtenus ont été analysés de point de vue sensoriel et physico-chimique.

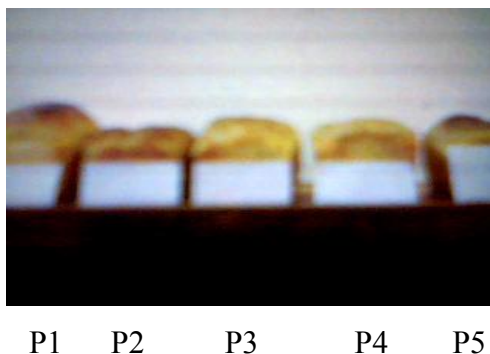


Figure 1. *Épreuves de pain*

La teneur en cendres des variétés de farines utilisées a été déterminée conformément au SR 877/96, ce qui nous a permis d'inclure les échantillons de pain dans les suivantes catégories:

- pain blanc (0,48 à 0,65% cendre rapporté à la matière sèche conformément au standard professionnel SP 3232/97) : P1 (pain à farine de blé) et P5 (pain avec 20% farine de millet et 80% farine de blé) ;
- pain semi blanc (0,8% à 0,9% cendres rapporté à la matière sèche conformément au standard professionnel SP 2507/97) : P3 (pain avec 20% farine d'avoine et 80% farine de blé) et P4 (pain avec 20% farine d'orge et 80% farine de blé) ;
- pain noir (1,25% à 1,35% cendres rapporté à la matière sèche conformément au standard professionnel SP 2499/97) : P2 (pain avec 20% farine de sarrasin et 80% farine de blé).

Du point de vue sensoriel aucune différence significative n'a été pas observée, à l'exception de l'échantillon P2 (pain avec farine de sarrasin), qui a présenté un goût particulier. Les indicateurs physico-chimiques enregistrés pour les échantillons de pain sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Indicateurs physico-chimiques des échantillons de pain

Indicateur	UM	Valeurs									
		S*	P1	S*	P2	S*	P3	S*	P4	S*	P5
Volume spécifique	cm ³ /100 g	280	420	220	330	275	365	275	330	280	350
Élasticité	%	92	93	80	93	88	90	88	86	92	87
Porosité	%	73	86	60	75	65	80	65	79	73	84
Acidité	degrés	3	2	6	2,2	4	2,1	4	2,1	3	2

*S - standard professionnel

Après avoir examiné les échantillons de pains obtenus nous avons constaté certaines différences pour les indicateurs physiques (Tableau 5).

Tableau 5. Variation des indicateurs physiques des échantillons de pain

Indicateur	P1	P2	P3	P4	P5
Volume spécifique	+140	+110	+90	+55	+70
Élasticité	+1	+13	+2	-2	-5
Porosité	+13	+15	+15	+14	+11

Les valeurs d'acidité ont été inférieures au maximum autorisé.

Les échantillons de biscuits (Figure 2) obtenus par cuisson ont été analysés de point de vue sensoriel et physico-chimique.

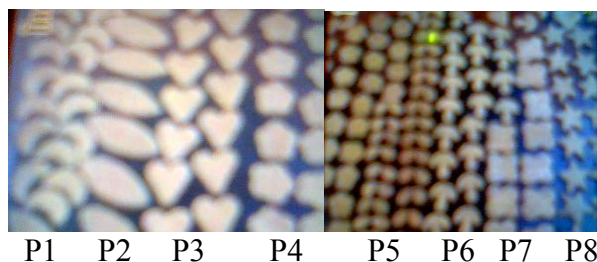


Figure 2. Echantillons de biscuits

L'analyse sensorielle a été réalisée par 10 sujets, qui ont évalué chaque élément séparément, en accordant des notes de 1 à 5 (1 - je n'aime pas, 5 - j'aime beaucoup).

En tenant compte des valeurs moyennes obtenues pour chaque caractéristique (aspect extérieur, aspect en section, odeur, goût et saveur, comportement à mastication) nous avons réalisé le diagramme radar (Figure 3), d'où on peut constater que chaque caractéristique a obtenu un pontage presque maximum.

Les résultats obtenus en ce qui concerne la fragilité et le goût des échantillons des biscuits, sont présentés dans le Tableau 6.

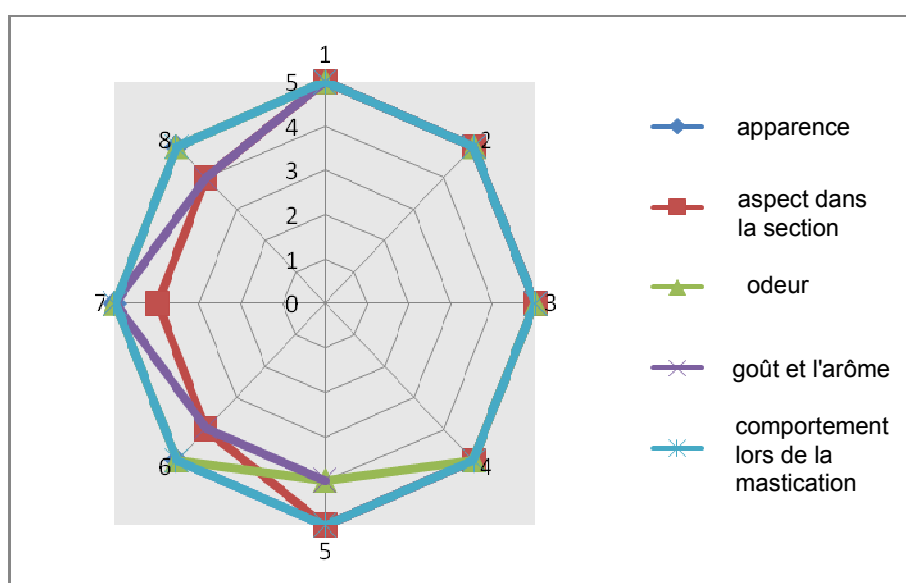


Figure 3. Diagramme des caractéristiques sensoriales de biscuits

En termes de fragilité, les biscuits de sarrasin présentent une certaine rigidité à la mastication qui est due à la présence de la farine intégrale de sarrasin. On peut donc supposer qu'une quantité de farine de sarrasin plus élevée, conduira à l'obtention des biscuits plus croquants. Cette situation pourrait changer plus tard, après la continuation des recherches, après l'optimisation de la méthode d'obtention.

Tableau 6. Appréciation de la fragilité et le goût des biscuits dans l'ordre de préférence au croissant

Indicateur	Biscuits avec sarrasin	Biscuits avec d'avoine
Fragilité	Biscuits avec 75% farine de blé et 25% farine de sarrasin > biscuits avec 50% farine de blé et 50% farine de sarrasin > biscuits avec 25% farine de blé et 75% farine de sarrasin	Biscuits avec 25% farine de blé et 75% farine d'avoine > biscuits avec 75% farine de blé et 25% farine d'avoine > biscuits avec 50% farine de blé et 50% farine d'avoine
Goût	Biscuits avec 25% farine de blé et 75% farine de sarrasin > biscuits avec 75% farine de blé et 25% farine de sarrasin > biscuits avec 50% farine de blé et 50% farine de sarrasin	Biscuits avec 50% farine de blé et 50% farine d'avoine > biscuits avec 75% farine de blé et 25% farine d'avoine > biscuits avec 50% farine de blé et 50% farine d'avoine

Le goût et l'arôme différent de l'échantillon témoin (P1), étant plus agréables et plus intenses si les quantités de pseudo céréales utilisées lors de la préparation sont plus élevées.

L'analyse sensorielle de biscuits nous a permis de conclure que :

- la surface supérieure est lisse, brillante, non brûlée ;
- la forme caractéristique se maintient lors du processus de cuisson;
- la porosité et la structure sont uniformes;
- la couleur est brune (due au contenu de cacao) et uniforme ;
- les biscuits sont croquants et légèrement friables ;

- l'odeur et le goût sont agréables, caractéristiques aux arômes utilisés, sans odeur ou saveur étrangers.

D'autres analyses chimiques et spectrophotométriques ont été effectués sur les farines et les échantillons de pains pour déterminer la concentration en composés actifs (flavones, phénols total), résultats qui sont présentés dans les Tableaux 6 et 7.

Tableau 6. Concentration en composé actifs des farines

Épreuve de farine	Flavones (mg rutine/100 g MS**)	Phénols total (mg EAG*/100 g MS**)
Blé	0	72,05
Sarrasin	16,11	162,4
Avoine	1,219	11,47
Orge	0	8,79
Millet	0	13,87

* - équivalent acide gallique

** - matière sèche

Tableau 7. Concentration en composé actifs des pains

Echantillon	Farine	Flavones (mg/100 g MS**)		Phénols total (mg EAG*/100 g MS**)
		Quercétine	Rutine	Acide gallique
P1	Blé	0	0	25,30
P2	Sarrasin 20%, Blé 80%	15,01	5,12	42,22
P3	Avoine 20%, Blé 80%	-	-	20,70
P4	Orge 20%, Blé 80%	-	-	-
P5	Millet 20%, Blé 80%	-	-	-

* - équivalent acide gallique

** - matière sèche

Les résultats des analyses chimiques et spectrophotométriques des biscuits concernant les concentrations en principes actifs sont présentés dans le Tableau 8.

Tableau 8. Concentration en composé actifs des biscuits

Echantillon	Farine	Flavones (mg/100 g MS**)		Phénols total (mg EAG*/100 g MS**)
		Quercétine	Rutine	Acide gallique
P1	Blé	0	0	18,63
P2	Sarrasin 25%, Blé 75%	3,08	11,11	14,54
P3	Sarrasin 50%, Blé 50%	3,52	14,68	18,76
P4	Sarrasin 75%, Blé 25%	3,87	17,23	26,77
P5	Avoine 25%, Blé 25%	0	0	8,97
P6	Avoine 50%, Blé 50%	0	0	10,08
P7	Avoine 75%, Blé 25%	0	0	11,07
P8	Sarrasin 25%, Avoine 25%, Blé 50%	4,44	11,34	22,65

* - équivalent acide gallique

** - matière sèche

Après l'analyse des résultats, nous avons constaté que de tous les pseudo céréales étudiées, la farine de sarrasin contient les plus importantes quantités des flavones (spécialement rutine). Pendant que dans la farine de blé nous n'avons pas trouvé de la rutine, 16,11 mg de ce composé ont été quantifiées dans la farine de sarrasin (rapporté au 100 g matière sèche). Etant donné que la rutine est constituée d'une molécule de quercétine liée à une molécule de rutinose, les traitements thermiques ultérieurs peuvent conduire à la libération de la quercétine.

Selon les résultats, l'enrichissement des échantillons de pain avec pseudo céréales (sarrasin, en particulier) peut conduire à l'augmentation de la quantité de flavones. En ce qui concerne les biscuits contenant de la farine de sarrasin nous avons observé une augmentation significative du taux de rutine et de quercétine.

Les polyphénols (composés aromatiques présents dans les produits végétaux, responsables pour la couleur des aliments et reconnus pour leurs effet antioxydant) se trouvent dans tous les grains dans des concentrations assez élevées.

CONCLUSIONS

L'utilisation des différentes types de farine (sarrasin, avoine, orge, millet) en combinaison avec la farine de blé type 650 pour la fabrication de pain a conduit, généralement, à l'obtention des produits ayant des indicateurs de qualité supérieurs aux normes professionnelles. Les meilleurs indicateurs physiques ont été remarqués pour l'échantillon P2 (25% farine de sarrasin). Des exceptions négligeables ont été constatées dans le cas de l'élasticité des échantillons contenant de la farine d'orge et de millet.

Les résultats obtenus montrent que le pain avec 20% farine d'avoine et ce avec 20% farine de sarrasin sont les plus riches en polyphénols totaux vu qu'ils contiennent 42,22 mg EAG/100 g MS et 20,7 mg EAG/100 g MS respectivement. La farine de sarrasin est responsable de l'augmentation avec 70% du contenu en polyphénols totaux par rapport à celui enregistré dans le cas du pain préparé exclusivement avec de la farine de blé.

Les biscuits contenant 75% farine de sarrasin et ceux préparés avec 25% farine de sarrasin et 25% farine d'avoine ont présenté une augmentation du contenu en polyphénols totaux d'environ 30%.

En conclusion, nous avons constaté que le rajout de farine de sarrasin dans le pain et dans les biscuits contribue significativement à l'accroissement du contenu en polyphénols totaux et implicitement à celui de l'effet antioxydant de ces produits.

REFERENCES

1. * * *: Recommandations alimentaires pour la santé des Canadiens, *Santé Canada*, **2002** (consulté le 20 mars 2006);
2. * * *: Guide alimentaire canadien pour manger sainement, *Santé Canada*, **2005** (consulté le 20 février 2006);
3. * * *: Dietary Guidelines for Americans - Chapter 5: Food Groups to Encourage, *Department of Health and Human Services (HHS) and the Department of Agriculture (USDA)* **2005** (consulté le 20 mars 2006);
4. Jacobs, D.R. Jr., Gallaher, D.D.: Whole grain intake and cardiovascular disease: a review, *Curr. Atheroscler. Rep.*, **2004**, 6 (6), 415-423;
5. Williams, M.T., Hord, N.G.: The role of dietary factors in cancer prevention: beyond fruits and vegetables, *Nutr. Clin. Pract.*, **2005**, 20 (4), 451-459;

6. Campos, F.G., Logullo Waitzberg, A.G., Kiss, D.R., Waitzberg, D.L., Habr-Gama, A., Gama-Rodrigues, J.: Diet and colorectal cancer: current evidence for etiology and prevention, *Nutr. Hosp.*, 2005, **20** (1), 18-25;
7. Bazzano, L.A., Song, Y., Bubes, V., Good, C.K., Manson, J.E., Liu, S.: Dietary intake of whole and refined grain breakfast cereals and weight gain in men. *Obes. Res.*, 2005, **13** (11), 1952-1960;
8. Slavin, J.L.: Dietary fiber and body weight, *Nutrition*, 2005, **21**(3), 411-418;
9. Slavin, J.L.: Why whole grains are protective: biological mechanisms, *Proc. Nutr. Soc.*, 2003, **62** (1), 129-134;
10. He, J., Klag, M.J., Whelton, P.K., Mo, J.P., Chen, J.Y., Qian, M.C., Mo, P.S., He, G.Q.: Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority of China, *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, **61**(2), 366-372;
11. Li, S.Q., Zhang, Q.H.: Advances in the development of functional foods from buckwheat, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2001, **41**(6), 451-464;
12. Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., Obendorf, R.L.: Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre, *Journal of Cereal Science*, 2001, **33**, 271-278;
13. Mazza, G., Oomah, B.D.: *Buckwheat as a food and feed. Specialty grains for food and feed*, American Association of Cereal Chemists ed., USA, 2005, p. 375-93;
14. Tian, Q., Li, D., Patil, B.S.: Identification and determination of flavonoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench, Polygonaceae) by high-performance liquid chromatography with electrospray ionisation mass spectrometry and photodiode array ultraviolet detection, *Phytochem. Anal.*, 2002, **13** (5), 251-256;
15. Fabjan, N., Rode, J., Kosir, I.J., Wang, Z., Zhang, Z., Kreft, I.: Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin, *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51** (22), 6452-6455;
16. Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M., Cazin, M., Cazin, J.C., Bailleul, F., Trotin, F.: Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour, *J. Ethnopharmacol.*, 2000, **72** (1-2), 35-42;
17. Oomah, B.D., Mazza, G.: Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat, *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 1746-1750;
18. Dietrych-Szostak, D., Oleszek, W.: Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain, *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47** (10), 4384-4387.