

Pilngraudu makaronu ekstrūzijas temperatūru noteikšana Determination of Whole-grain Pasta Extrusion Temperature

Solvīta Kalniņa^{1;2}, *Tatjana Ķince*¹, *Daiga Kunkulberga*¹
¹LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, ²A/S Jelgavas dzirnavas

Abstract. The main purpose of current experiments was to investigate extrusion temperature in whole-grain pasta production. Conventional rye (*Secale cereale*, cultivar ‘Kaupo’), triticale (*×Triticosecale* line 9405-23), organic hull-less barley (*Hordeum vulgare* line PR 3808.21) cultivated at Institute of Agro resources and Economics (Latvia) in 2014, and conventional winter wheat (*Triticum aestivum* cultivar ‘Zentos’) grain cultivated at LLU Research and Study farm „Peterlauki” (Latvia) in 2014 were used in the experiments. Wheat flour type 405 from JSC „Dobeles dzirnavnieks” (Latvia) was used for the flour blend obtaining. Wheat, rye, hull-less barley and triticale grain was grounded in the laboratory mill PLM3100/B (Perten, Sweden) obtaining fine whole-grain flour. In pasta production wheat flour type 405 was replaced with: (1) 30% of whole-triticale flour; (2) 20% of whole-rye flour; (3) 20% whole-hull-less barley flour; (4) 50% of whole-wheat flour. Pasta structure-mechanical properties showed that the extrusion temperature has a major influence on starch grain gelatinization process. Since the extruder temperature zones are divided into three parts, it is important to determine its proper distribution.

Key words: grain, extrusion, pasta.

Ievads

Graudaugi ir svarīgi cilvēku uzturā jau tūkstošiem gadu. Graudaugi satur makroelementus, olbaltumvielas, taukus un ogļhidrātus, kas nepieciešami cilvēku dzīvības procesiem. Tie piegādā arī svarīgās minerālvielas, vitamīnus un mikroelementus, kas ir būtiski veselības nodrošināšanai (Topping, 2007).

Ciete ir lielākais ogļhidrātu komponents graudā. Svarīga tehnoloģiskā vērtība cietei – tā nodrošina struktūru dažādiem pārtikas produktiem: vārītiem rīsiem, pudiņu sarecēšanai un gaļas mērču sabiezēšanai (Bothast, Schlicher, 2005). Cietes graudi satur amilozi un amilopektīnu. Ja kāda produkta gatavošanas temperatūra ir virs 60 °C vai augstāka – notiek neatgriezeniskas cietes izmaiņas. Šajā temperatūrā ciete uzbriest straujāk, notiek cietes klīsterizēšanās (Tester et al., 2006). Pēc cietes klīsterizēšanās amilozes un amilopektīna molekulas ir izšķīdušas. Atdziestot tās veido gēlu (Delcour, Hosney, 2010). Lai nodrošinātu augstvērtīgu makaronu ražošanu, nepieciešams jau izejvielās nodrošināt augstu olbaltumvielu saturu un tā kvalitāti, kā arī labas cietes īpašības (Delcour et al., 2000; Cubadda et al., 2007). Graudi satur līdz pat 80% cietes un 2–3% polisaharīdus (Lintas, 1988). Cietes graudi aukstā ūdenī daļēji uzbriest, bet saglabā savu formu un neizšķīst.

Temperatūrā 20–30 °C cietes graudi par 50% palielinās tilpumā, absorbējot lielu daļu ūdens. Savukārt 40–60 °C palielinās apjomā, saraujot savu struktūru. Aptuveni Pie 62.5 °C notiek klīsterizēšanās process, kur 4–5 reizes absorbē ūdens daudzumu. Cietes graudi veido viskozu šķidrumu (Осипова, 2009). Ciete ir būtiska, lai noteiktu makaronu gatavošanas kvalitāti (Delcour et al., 2000). Gatavošanas laikā makaronos esošais proteīna tīkls ierobežo ūdens difūziju un ierobežo cietes graudu uzbriešanu centrālajā makaronu zonā. Ekstrūzijas process izraisa bojājumus olbaltumvielas matricā, kā rezultātā makaronos nav kompakto un nepārtraukto olbaltumvielu tīklu. Zinātniskajā literatūrā ir aprakstīts pētījums, kur ekstrudētie makaronu paraugi gatavošanas laikā uzņem vairāk ūdens, atbrīvojot vairāk sausas, kas pāriet gatavošanas ūdenī (Stefano, Marco, 2009). Makaronu vārīšanas laikā aptuveni 4–7% cietes satura pāriet ūdenī (Осипова, 2009).

Pētījumu mērķis bija noteikt ekstrūzijas temperatūras pilngraudu makaronos.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes zinātniskajās laboratorijās. Pētījumā izmantoti Agroresursu un Ekonomikas institūtā 2014. gadā novāktie konvencionālā lauksaimniecībā audzēti rudzu šķirnes ‘Kaupo’, tritikāles līnijas 9405-23 un bioloģiskā lauksaimniecībā audzētu kailgraudu miežu līnijas PR 3808.21 graudi, kā arī Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” 2014. gadā novāktie konvencionālā lauksaimniecībā audzēti ziemas kviešu šķirnes ‘Zentos’ graudi. Iepriekšējos pētījumos izstrādāti miltu maisījumi tika izmantoti makaronu gatavošanai, kur 405. tipa kviešu milti tika aizstāti ar: (1) 30% pilngraudu tritikāles miltiem, (2) 20% pilngraudu rudzu miltiem (3) 20% pilngraudu kailgraudu miežu miltiem un (4) 50% pilngraudu kviešu miltiem. Apstrādes temperatūra katrā zonā noteikta, izvērtējot cietes graudu izmaiņas ekstrūzijas laikā, izmantojot mikroskopu „Leica DM 3000 LED” (Leica Microsystems GmbH, Vācija) ar digitālo kameru DFC 290 HD un datorprogrammu Leica V 4.2.

Rezultāti un diskusija

Makaronu struktūrmehāniskās īpašības parāda, ka temperatūra ekstrūzijas laikā būtiski ietekmē cietes graudu klīsterizāciju. Kvalitatīviem makaroniem cietes graudi ir pilnībā klīsterizējušies un makaroni ir stiklaini, bet, kur notikušas temperatūras svārstības, cietes graudi nav pilnībā klīsterizējušies, līdz ar to makaroni ir mīkļaini vai savijušies. Ekstrūzijas laikā cietes molekulas iziet dažādas reakcijas, kas noved pie transformācijas veidiem – klīsterizācijas un molekulāro degradāciju siltuma un mehāniskās apstrādes rezultātā (Akdogan, 1996). Ekstrūzijas procesā makaronu kvalitāti var ietekmēt tādi parametri kā skrūves griešanās ātrums, spiediens un temperatūra (Meng et al., 2010).

Kvalitatīvu makaronu ražošanai nepieciešams izstrādāt optimālos temperatūras režīmus. Tā kā ekstrūdera temperatūras zonas ir sadalītas trijās daļās, būtiski noteikt to pareizu sadalījumu. Pētījumā panākti optimālie pilngraudu makaronu temperatūras sadalījumi pa zonām makaronu ieguvei (1. tab.).

1. tabula

Temperatūras sadalījums ekstrūderā

Nr.	Makaronu paraugi	Temperatūra ekstrūdera zonās, °C		
		1.	2.	3.
1.	Ar pilngraudu tritikāles miltiem	101	103	105
2.	Ar pilngraudu rudzu miltiem	102	104	105
3.	Ar pilngraudu kailgraudu miežu miltiem	104	106	109
4.	Ar pilngraudu kviešu miltiem	106	108	111

Zinātniskajā literatūrā minēts, ka makaronu pagatavošanai optimālā temperatūra ir 110 ± 5 °C, šādā temperatūras diapazonā nenotiek produkta un ekstrūdera iekšējās temperatūras svārstības, tāpēc iegūtajiem makaroniem ir labi nopresēta un pilnīgi gluda virsma. Savukārt augstāka temperatūra kā 120 °C veido makaronos pietūkumu, makaronu virsma izskatās kā neapstrādāta, mīklaina, kas saistīts ar temperatūras svārstībām starp produktu un ekstrūdera temperatūru (Осипова, 2009).

Secinājumi

1. Makaronu temperatūra ekstrūzijas laikā būtiski ietekmē cietes graudu klīsterizāciju.
2. Labas kvalitātes makaronus ekstrūzijas procesā var iegūt, mīklai pielietojot šādus temperatūru sadalījumus – ar pilngraudu kviešu miltiem 106:108:111 °C, ar pilngraudu rudzu miltiem 102:104:105 °C, ar pilngraudu kailgraudu miežu miltiem 104:106:109 °C un ar pilngraudu tritikāles miltiem 101:103:105 °C.

Patcība

Pētījumi ir veikti Valsts pētījumu programmas AgroBioRes (2014.–2017.), projekta Nr. 4. „Vietējo lauksaimniecības resursu ilgtspējīga izmantošana kvalitatīvu un veselīgu pārtikas produktu izstrādei” (PĀRTIKA) ietvaros.

Literatūra

1. Akdogan, H. (1996). Pressure, torque and energy responses of a twin screw extruder at high moisture contents. *J. Food Research International*, Vol. 25, pp. 423–429.
2. Bothast, R.J., Schlicher, M.A. (2005). Biotechnological processes for

- conversion of corn into ethanol. *J. Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 67, pp. 19–25.
3. Cubadda, R.E., Carcea, M., Marconi, E., Trivisonno, M.C. (2007). Influence of gluten proteins and drying temperature on the cooking quality of durum wheat pasta. *J. Cereal Chemistry*, Vol. 84, pp. 48–55.
 4. Delcour, J.A., Hosene, R.C. (2010). *Principles of cereal science and technology*. 3rd ed. AACC International, St. Paul, MN, 280 p.
 5. Delcour, J.A., Vansteelandt, J., Hythier, M.C., Abecassis, J., Sindic, M., Deroanne, C. (2000). Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of gluten and starch interactions in pasta quality. *J. Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 48, pp. 3767–3773.
 6. Lintas, C. (1988). Durum wheat vitamins and minerals. In: Fabriani, G., Lintas, C. (eds.) *Durum Wheat: Chemistry and Technology*. St. Paul, MN: Am Assoc Cereal Chem, pp. 149–159.
 7. Meng, X., Threinen, D., Hansen, M., Driedger, D. (2010). Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. *J. Food Research International*, Vol. 43, pp. 650–658.
 8. Stefano, Z., Marco, D.R. (2009). Effect of extrusion process on properties of cooked, fresh egg pasta. *J. Food Engineering*, Vol. 92(1), pp. 70–77.
 9. Tester, R.F., Qi, X., Karkalas, J. (2006). Hydrolysis of native starches with amylases. *J. Animal Feed Science and Technology*, Vol. 130, pp. 39–54.
 10. Topping, D. (2007). Cereal complex carbohydrates and their contribution to human health. *J. Cereal Science*, Vol. 46(3), pp. 220–229.
 11. Осипова, Г.А. (2009). *Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов*. Орел ГТУ, Орел, 152 с.