



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

Gabonacsíra- és amarant fehérjék funkcionális jellemzése modell és komplex rendszerekben

c. PhD értekezés

Készítette:

Haraszi Réka,
okleveles biomérnök

Témavezető:

Dr. Tömösközi Sándor, egyetemi docens

2002

1. Bevezetés, célkitűzések

Az élelmiszertudomány egyik célja új típusú fehérjeforrások feltárása és gazdaságos felhasználásuk az élelmiszeriparban és az emberi táplálkozásban.

Számos növényi alapanyag feldolgozása során olyan fehérjében és egyéb tápanyagban gazdag melléktermékek keletkeznek, melyek jelenleg nem az értéküknek megfelelően hasznosulnak. A malmi technológiákból kikerülő búzacsíra nagy részét, valamint a rizshántolás során keletkező rizscsírát is tartalmazó olajdús takarmánylisztet állati takarmányozásra használják. A nedvesüti kukorica-feldolgozásban megjelenő teljes kukoricacsíra olajtartalma préseléssel kinyerhető, azonban értékes fehérjetartalma csak az állati takarmányban hasznosul.

A mezőgazdaság sokszínűsítése (diverzifikálása) a minél több haszonnövényfajta termesztése ökológiai, gazdasági és társadalmi szempontból egyre nagyobb jelentőségű. Ilyen potenciális ipari növény lehet a pszeudocereáliák csoportjába tartozó amarant, amely elsősorban különleges keményítőszemcséi miatt került a figyelem középpontjába. Sokkal kevesebbet tudunk az amarantfehérjék sajátosságairól.

Az újonnan jelentkező élelmiszerbiztonsági problémák (pl. a genetikailag manipulált növények, allergén hatások, nem megfelelő biológiai érték) ugyancsak az alternatív fehérjeforrások kutatását igénylik. A fehérjék hasznosítási lehetőségeinek megállapítására vizsgálni kell táplálkozástani, fizikai-kémiai és egyéb, az adott alkalmazási területen lényeges funkcionális tulajdonságait.

Munkám alapvető célkitűzése alapvetően négy növényi alapanyagból, az ipari melléktermékként jelentkező búza-, kukorica-, rizscsírából és az amarantból

kinyerhető fehérjetartalom funkcionális jellemzése, amelyek megvalósítása érdekében az alábbi konkrét célokat fogalmaztam meg:

- A növényi fehérjék egylépéses lúgos izolálásával és oldhatóság szerinti frakcionálásával kapott izolátumok mennyiségi és kémiai összetételi jellemzése
- A lúgos izolátumok és valamennyi fehérjefrakció alegység-összetételének vizsgálata
- A fehérjekészítmények felületi és funkcionális sajátosságainak meghatározása modell rendszerekben (oldhatóság, emulziós és habtulajdonságok, felületi aromás hidrofóbicitás)
- A fehérjekészítmények hatásának vizsgálata komplex élelmiszerrendszerben. Vizsgálati modellként a búzaliszt reológiai tulajdonságainak fehérjeadalékolás hatására bekövetkező változásait vizsgáltam, új fejlesztésű mikromódszerek alkalmazásával.

2. Elvégzett vizsgálatok

A PhD munkám során gabonacsíra- és amarant fehérjéket tanulmányoztam. A búzacsíra, kukoricacsíra, rizscsíra és az amarant fehérjéit egylépéses lúgos izolálással nyertem ki, valamint elvégeztem a fehérjék Osborne módszere szerinti frakcionálását.

Az előállított fehérjék kémiai összetételét (nyersfehérje, zsír, nedvesség, rosz, hamu), molekulatömegeloszlását (SDS-PAGE, kémiai módosítás), valamint hidrofóbicitás viszonyait (RP-HPLC) vizsgáltam, majd tanulmányoztam funkcionális sajátosságait modell rendszerekben (oldhatóság, emulziós- és habtulajdonságok, felületi aromás hidrofóbicitás) és komplex rendszerekben (fehérjeadalékolás búzalisztból készült tésztahoz) egyaránt. A komplex rendszerű vizsgálatokhoz 2g-

Mixográfot, mikro-Valorigráfot és mikro-Extenzográfot használtam. A fehérjék vizsgálata során a megbízhatóbb eredmények elérése miatt, bizonyos módszerfejlesztési lépések (emulzió vizsgálati módszerek, RP-HPLC) elvégzését tartottam szükségserűnek. Az eredményeket a STATISTICA szoftver segítségével értékeltem ki.

3. Új tudományos eredmények

Fehérjeizolálás, összetételi jellemzők:

- ❖ A vizsgált alapanyagokból egylépéses lúgos izolálással jó kitermeléssel (50-60%) állíthatók elő a fehérjék. A kukoricacsíra esetében a szokásostól eltérő pH értéket (pH=12) kell alkalmazni a fehérjék kivonásához.
- ❖ Az egyes fehérjefrakciók aminosavösszetétele nem karakterisztikus, szinte valamennyi frakció az alapanyagnál kedvezőbb aminosavmintázatot mutat (pl. magasabb bennük a lizinkoncentráció), azonban az összetételi változások iránya az azonos frakcionálási lépésekben különböző. Ezért a vizsgált keverék fehérjerendszereiben az aminosavösszetétel és a funkcionalitás közötti kapcsolat meghatározása nem lehetséges.
- ❖ A fehérjék SDS-PAGE összetételében a búzacsíra és a rizscsíra fehérjék egyes frakciói nagyon hasonló mintázatot mutatnak. A kukoricacsíra fehérjék ezekről különböznek, kevesebb jellemző sávot tartalmaznak és jelentős bennük a nagy molekulatömegű frakciók (>100kDa) jelenléte.
- ❖ A kukoricacsíra-fehérjék összetételében kémiai módosítás hatására nincs gélelektroforézissel kimutatható változás az LMW tartományban. A búza- és rizscsíra lúgos izolátumok hidrogén kötéseit karbamidos kezeléssel átrendezhetők. Az így keletkezett nagy molekulaméretű aggregátumokat

diszulfid kötések is stabilizálják. Az amarantfehérjék hidrogén híd rendszerét a karbamidos kezelés nem alakította át, 100kDa feletti molekulaméretű alegységeit diszulfid kötések tartják össze.

❖ Az RP-HPLC-s vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a fehérjéket alkotó monomerek a búzacásra és a rizscsára esetén sokféle hidrofóbicitású csoportba sorolhatók, míg a kukoricacsíra fehérje frakciókat olyan monomerek alkotják, melyek hidrofóbicitás szempontjából nagyon hasonlóak. DTT-t tartalmazó redukáló puffer alkalmazásával a diszulfid-hidakban bekövetkezett változások kimutathatók.

Módszerfejlesztések:

- ❖ A búzafehérjék RP-HPLC-s vizsgálati eljárását módosítottam. A mintaelőkészítés és az alkalmazott gradiens változtatásával a gabonacsírafehérjék vizsgálatára alkalmas vizsgálati módszert dolgoztam ki.
- ❖ Az emulzióstabilitást ESV (emulzióstabilitási értékszám) definiálásával jellemeztem, mely az emulziós görbe területszámításon alapuló értékelése során adható meg.

Funkciós tulajdonságok vizsgálata modell rendszerekben:

- ❖ A gabonacsíra és az amarant fehérjék oldhatósági tulajdonságai követik a fehérjékre jellemző minimumos jelleget. A gabonacsíra fehérjék hasonló oldhatósági jellemzőket mutatnak, az amarant frakciók gyengébb oldhatósági tulajdonságokkal rendelkeznek.
- ❖ Emulziós és habtulajdonságok tekintetében a kukoricacsíra lúgos izolátum és glutelin frakciók a referenciaként alkalmazott szója és kazein

fehérjékhez hasonló magas értékeket mutatnak, a búzacásra és rizscsára, valamint az amarant fehérjék funkciós tulajdonságai elmaradnak azoktól.

- ❖ Felületi aromás hidrofóbicitás értékeikben a kukoricacsíra glutelin és a rizscsára frakciók mutatnak a referenciafehérjékhez hasonlóan magas értékeket, a többi frakció hidrofóbicitása alacsony. A jó funkcionalitáshoz a felületi aromás és alifás hidrofób csoportok optimális aránya is szükséges.
- ❖ A modell rendszerekben meghatározott funkciós tulajdonságok között szignifikáns összefüggések találhatók (kivéve: S₀-ESV, S₀-FPI, S₀-FSI).

Fehérjeadalékolás hatása komplex rendszerben:

- ❖ A gabonacsíra- és amarant fehérjék adalékolásának van hatása a búzalisztből készült tészta reológiai tulajdonságaira.
- ❖ Megállapítottam, hogy ezeket a változásokat a 2g-Mixográf és a mikro-Valorigráf jól követi.
- ❖ Az egyes mixerekben kimutatható hatások sok esetben eltérnek az alkalmazott mixer típusának függvényében.
- ❖ Az adalékolás hatását, az egyes keverési paraméterekben okozott változást nagymértékben befolyásolja a búzaliszt típusa, az adalék fajtája és az adalékolás mennyisége.
- ❖ A búzacásra és kukoricacsíra liszt mindkét mixer alkalmazásakor kedvezően befolyásolta, azaz csökkentette a tésztakialakulási időt. A tészta maximális ellenállását és így az alapliszt vízfelvételét az albuminok kivételével minden fehérje frakció növelte. A tészta ellágyulása csökkent, tehát kedvező irányba változott, az albuminok és az amarant lúgos izolátum adalékolásának hatására, mindkét mixer esetében.

❖ A nyújthatóságban és a maximális nyújtási ellenállásban bekövetkezett változások, néhány kivétellel, függetlenek az alkalmazott mixer típusától, ami a nyújtásvizsgálatok előtti pihentetési szakasz tézstaszerkezetet regeneráló hatásának köszönhető. Az egyes adalékok által előidézett kedvező irányú változás megítélése teljesen termékfüggő.

A modell rendszerű funkciós tulajdonságok és a tészta reológiai paramétereinek összefüggései:

❖ A fehérjék felületi tulajdonságai és a fehérjeadalékolás hatására a tészta reológiai paramétereiben bekövetkező változások között számos esetben szignifikáns összefüggés található.

❖ A tészta nyújthatósági tulajdonságai és a fehérjék felületi tulajdonságai csak két esetben mutatnak szignifikáns összefüggést. A nyújtási sajátságokban tehát nem játszanak szerepet a fehérjék felületi tulajdonságai, illetve a vizsgálat során lejátszódó egyéb molekuláris folyamatok ezeket a hatásokat elfedik.

❖ A gyengébb sikértulajdonságokkal rendelkező liszt esetében többször tapasztaltam szignifikáns korrelációt a funkciós és keverési tulajdonságok között, mint az erősebb fehérjevázzal rendelkező lisztek esetében. Az idegen fehérjék felületi tulajdonságai a lisztminőségtől függően eltérő hatással vannak a tészta reológiai paramétereiben okozott változásokra.

4. A szerző eddigi publikációs tevékenysége

CIKKEK

1. Tömösközi Sándor -Nagy Mária -Haraszi Réka -Bajkai Tibor -Süle Edina -Lásztity Radomir -Varga János: Nem konvencionális fehérjeforrások az emberi táplálkozásban IV., *Rizscsírafehérjék funkciós tulajdonságainak vizsgálata*, Élelmezési Ipar, **1999.**, LIII, 4.sz., 111-116
2. R. Lásztity, S. Tömösközi, R. Haraszi, T. Révay, M. Kárpáti: Is the role of high molecular weight glutenin subunits (HMW-GS) decisive in determination of baking quality of wheat?, in Proc. 7th Int. Workshop Gluten 2000, ISBN 0-85404-865-0, pp 38-41, Univ. of Bristol, UK 2-6 April **2000**
3. S. Tömösközi, R. Lásztity, R. Haraszi and O. Baticz: Isolation and study of the functional properties of pea proteins, *Die Nahrung*, 45 No 6 pp 309-401, **2001**
4. R. Lásztity, M. M. Khalil, R. Haraszi, O. Baticz and S. Tömösközi: Isolation, functional properties and potential use of protein preparations from lupin, *Die Nahrung*, 45 No 6 pp 396-398, **2001**
5. Tömösközi Sándor – Bajkai Tibor - Haraszi Réka – Y. Popineau- Lásztity, R.: Comparative study of three methods for determination of emulsifying properties (*Die Nahrung*, **2001**. (elfogadásra javasolt)
6. Butow; B.J., Gras; P.W., Haraszi, R. and Békés, F.: An evaluation of the effect of different salts on mixing and extension parameters of a diverse group of wheat cultivars 1: using 2g-Mixograph and extensograph methods, *Cereal Chemistry*, **2002**, (elküldve)
7. Haraszi, R., Gras, P.W., Salgó, A., Varga, J., Rath, C.R., Fodor, D., Nánási, J., Tömösközi, S., Békés, F.: A new small-scale research tool to characterize mixing properties and water absorption of wheat flour: The micro Z-arm mixer: I. Development and application, *Cereal Chemistry*, **2002** (elküldve)

POSZTEREK

8. Sándor Tömösközi - Réka Haraszi - Tibor Bajkai - Yves Popineau - Radomir Lásztity : Cereal germ proteins - fractionation, subunit structure and functional properties, Proceeding of ICC Conference, Valencia, Spain, **1999**
9. Tömösközi S., Haraszi R., Gaugecz J., Varga J., Lásztity R.: New types of isolates from cereal germs, in: Proceedings of Functional Foods-EURO FOOD CHEM X. CONFERENCE, Budapest, **1999**.
10. J. Varga; D. Fodor; J. Nánási; F. Békés; M. Southan; P. Gras; C. Rath; R. Haraszi; A. Salgó; S. Tömösközi: A novel sample preparation method for small-scale testing, in Proceeding of 6th International Wheat Conference, June **2000**, Budapest, Hungary
11. Butow; B.J., Gras; P.W., Haraszi R. and Békés, F.: A rheological evaluation of the effect of salt on wheat varieties of different X-type/Y-type; in Proceeding of 11th Cereal and Bread Congress, 195-199. old., **2000**, Gold Cost, Australia

ELŐADÁSOK:

1. *Tömösközi S.*, Baticz O., Haraszi R., Kemény S. : Analitikai vizsgálatok minőségbiztosítása, Hungalimentaria '99. konferencia, Budapest **1999**.
2. *Tömösközi S.*; Haraszi R.; Bajkai T.; Süle E.; Gaugecz J.; Lásztity R.; Varga J.: Gabonacsírák, mint potenciális fehérjeforrások jellemzése, XIII. Élelmiszertudományi Konferencia, **2000.**, Budapest
3. Tömösközi Sándor – Haraszi Réka – Gaugecz Janka – Lásztity Radomir –Varga János : Gabonacsírafehérjékkel kapcsolatos kutatások összefoglalása, KÉKI **2000.** nov., Budapest
4. Haraszi R.; Tömösközi, S.; Gras, P.; *Békés, F.*: A new research tool to study dough properties: the small-scale Z-arm Mixer, 51st RACI Cereal Chemistry Conference, Bronte, Australia, Sept. **2001**