



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR
OLÁH GYÖRGY DOKTORI ISKOLA**

Rezisztens keményítők vizsgálatának újabb eredményei

Tézisfüzet

Szerző: ***Hódsági Mária***
Okleveles biomérnök

Témavezető: ***Salgó András***
Tanszékvezető egyetemi tanár

Konzulensek: ***Gelencsér Tímea***
PhD
Gergely Szilveszter
PhD

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék

Budapest · 2011

1. BEVEZETÉS és CÉLKITŰZÉSEK

Napjainkban a fejlett országok étkezési szokásai jelentősen megváltoztak. A könnyen emészthető, magas kalória-tartalmú élelmiszerek napi fogyasztása az elhízás világméretű elterjedéséhez vezetett. Az elhízás megnöveli a magas vérnyomás, diszlipidémia, kettes típusú cukorbetegség, szív- és más krónikus betegségek előfordulásának kockázatát. Ígéretes megoldás lehet a diétás rostokkal dúsított élelmiszerek fogyasztása, melyek számos pozitív élettani hatással bírnak. A rezisztens keményítők (RS), melyek a diétás rostok egyik típusát alkotják, definíciójuk szerint olyan keményítők vagy a keményítő degradáció olyan termékei, melyek az egészséges emberi vékonybélben emésztés nélkül haladnak át és a vastagbélben, mint a bél mikroflóra szubsztrátjai, részlegesen vagy teljesen fermentálódhatnak. A rezisztens keményítők fogyasztása kedvező hatással van a glükóz és lipid anyagcserére és csökkenti a fentebb említett betegségek előfordulását.

A rezisztencia jelenségének különböző okai lehetnek, s ezek alapján a rezisztens keményítőket négy csoportba oszthatjuk: RS1 az emésztő enzimek számára fizikailag hozzáférhetetlen keményítőket jelenti, melyek például gabonaszemekben vagy magokban találhatóak. Az RS2 csoport az intakt szemcsés keményítőket tartalmazza, például a nyers burgonyakeményítő és a magas amilóz tartalmú keményítő tartoznak ide. Az RS3 keményítők az ún. retrogradált keményítők, melyek a főzési-hűtési lépések hatására jönnek létre a natív keményítőkből. Az RS4 keményítők pedig a kémiai módon módosított keményítőket jelentik, ilyenek például a citrát vagy foszfát keményítők.

Egészségügyi hatásai miatt a rezisztens keményítőket széles körben vizsgálják különböző analitikai módszerekkel. Általában, a keményítők morfológiai, szerkezeti, hőtani, reológiai tulajdonságai és emészthetőségi jellemzői élveznek nagy figyelmet az élelmiszerekben való széleskörű alkalmazhatóságuk miatt. A rezisztens keményítők esetén a legfontosabb módszerek egyike az enzimikus emészthetőség vizsgálata. Számos egy- és több enzimikus módszer létezik, melyek képesek a keményítő hidrolízisének és a rezisztens keményítő tartalmának mérésére. A rezisztens keményítők adagolásának hatása natív-rezisztens keményítő keverékekben kimutatható a reológiai tulajdonságok vizsgálatával (Gelencsér, 2009¹), gyors viszkozi analízátort (RVA) vagy farinográfot használva. A Mixolab, mely egy új tésztaminósító eszköz, a lisztek reológiai, gélesedési és enzimikus tulajdonságait képes

¹ Gelencsér (2009) Comparative study of resistant starches and investigations of their application in starch-based products (bread and pasta). PhD Thesis. BUTE.

meghatározni. Ennek ellenére, még nem születtek kísérletek a rezisztens keményítő adagolás hatásainak nyomon követésére ezzel a technikával. Ígéretesnek látszik a roncsolásmentes közeli infravörös (NIR) spektroszkópiai módszerek használata a natív/rezisztens állapot megítélésében, de ennek irodalmi bizonyítékai egyelőre hiányoznak.

A keményítők szerkezeti, funkcionális és táplálkozástani tulajdonságai összefüggésének megértése különösen fontos az élelmiszertudománnyal foglalkozók számára. Az utóbbi időben, számos kutatásban keresték a korrelációt a keményítők szerkezeti és hőtani vagy reológiai (RVA) tulajdonságai között. A keményítők gélesedési tulajdonságai és emészthetősége közötti kapcsolat felderítésére azonban ezidáig kevés kutatást végeztek.

A rezisztens keményítők a korábbi tanulmányok alapján érzékenyek az élelmiszerfeldolgozás során fellépő különböző hőkezelésekre (például: főzés, sütés), melyek különösen a rezisztenciában okozhatnak változásokat (Gelencsér, 2009). Azonban, azt is megfigyelték, hogy a technológiai beállítások változtatásával növelhető az RS tartalom, mely jelenség kiemeli annak fontosságát, hogy a különböző paraméterek, beállítások hatásait megvizsgáljuk. A mikrohullámú sugárzás, mely egy gyakran alkalmazott technológiai napjainkban, szintén elősegítheti a rezisztens keményítő kialakulását; de rezisztens keményítőkön egyelőre csak kis számban végeztek kísérleteket. A hőkezelt keményítő-alapú minták RS3 koncentrációját is lehetséges növelni a retrogradáció elősegítésével, például tárolás vagy fagyasztva tárolás segítségével. Ezért, fontos lehet magának a fagyasztásnak a hatását is megvizsgálni a rezisztens keményítő tartalmú mintákon.

A kereskedelmi forgalomban kapható rezisztens keményítők olyan jó minőségű termékeket (kenyér, tészta, sütemények, puding, joghurt stb.) eredményezhetnek, melyeket más, tradicionális oldhatatlan rostokkal nem lehet elérni. Azonban, figyelembe kell venni, hogy a rezisztens keményítők csak limitált mennyiségben alkalmazhatóak a termékekben anélkül, hogy megváltoztatnák az élelmiszerek érzékszervi és fizikai tulajdonságait.

A PhD munkám célkitűzései a következők voltak:

1) rezisztens keményítők fizikokémiai jellegzetességeinek vizsgálata natív keményítőkhez viszonyítva, közeli infravörös spektroszkópiával, mint egy lehetséges új módszerrel a rezisztens keményítők elemzésében

- 2) a nedves hőkezelés hatásainak meghatározása rezisztens keményítő tartalmú keverékekben egy-enzimes, három órás hidrolízis segítségével, valamint a mikrohullámú kezelés rezisztens keményítők tulajdonságaira kifejtett hatásainak tanulmányozása
- 3) a mikrohullámmal kezelt mintákat használva, két spektrofotométer érzékenységének összehasonlítása
- 4) korrelációk keresése natív és rezisztens keményítő tartalmú keverékek reológiai és enzimes emészthetőségi tulajdonságai között
- 5) egy új módszer, a Mixolab technika alkalmazhatóságának vizsgálata a rezisztens keményítő tartalmú minták elemzésében
- 6) rezisztens keményítő tartalmú sütőipari termékek esetén különböző sütési beállítások hatásainak tanulmányozása, valamint különböző sütési és fagyasztási technológiák emészthetőségre, érzékszervi és fizikai tulajdonságokra kifejtett hatásainak meghatározása

2. ANYAGOK és MÓDSZEREK

[Gelencsér \(2009\)](#) korábbi, rezisztens keményítőkön végzett kutatása alapján, két különböző típusú rezisztens keményítőt választottam a kísérletekhez, RS2 és RS4 keményítőket: Hi-maize™ 260-t (National Starch and Chemical GmbH, Hamburg, Germany) használtam, mint RS2 keményítőt, míg a Fibersym™70-t, illetve Fibersym™RW-t (Loryma GmbH, Zwingenberg, Germany), mint RS4 keményítőt. Továbbá, két natív keményítő: kukorica (S4126) és búza (S5127) keményítők (Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) tulajdonságait és hőkezelésre bekövetkező változásait is vizsgáltam, és a rezisztens keményítőkhez hasonlítottam ezen változásokat.

A natív és rezisztens keményítők, illetve keverékeik (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) spektrumait diszperzív NIR spektrométerrel rögzítettem. A teljes NIR spektrumot és a legjellemzőbb szénhidrát régiókat elemeztem.

A főzés hatásainak vizsgálatát natív és rezisztens keményítők keverékein végeztem *in vitro* enzimes emésztéssel. A hidrolízist alfa-amiláz enzimmal (3 U/mL amiloglikozidáz aktivitású) végeztem és felszabaduló glükóz koncentrációt mértem, mely a hozzáférhető keményítő tartalomra utal. A mikrohullámú kezelés hatásait (egy 2²-os kísérleti tervnek megfelelően; kezelési idő * kezelés teljesítménye = a kezelés feltételezett energiája: 9 kJ, 18 kJ, 45 kJ, 90 kJ) natív és rezisztens keményítők *in vitro* enzimes emészthetőségén, reológiai (RVA) és spektroszkópiái (NIR) tulajdonságain vizsgáltam. A mikrohullámmal kezelt

mintákat felhasználva, egy diszperzív NIR és egy Fourier transzformációs NIR spektrométer érzékenységét hasonlítottam össze.

Rezisztens és natív keményítők, illetve keverékek különböző *in vitro* enzimes emészthetőségei és reológiai (RVA) tulajdonságai közötti korrelációt kerestem, Pearson korrelációt alkalmazva.

A Mixolab technika (Chopin+ protokoll) alkalmazhatóságát rezisztens keményítő (RS2) kenyér-, *Triticum (T.) durum* és *T. aestivum* tésztaipari célú liszt alapú tésztákhoz adagolásával teszteltem (5 %, 10 %, 15 %, 20 % és 25 %) és vizsgáltam a reológiai tulajdonságok változásait.

A különböző sütési beállítások (a zsemlék tömege: 55 g, 130 g, 205 g, a sütés hőmérséklete: 180 °C, 210 °C, 240 °C) változtatásának hatásait rezisztens keményítő tartalmú (RS2, RS4) zsemlék *in vitro* emészthetőségében vizsgáltam (3³-os kísérleti terv). Az *in vitro* enzimes teszt mellett, a fagyasztási technológiák (elősütött termék fagyasztása, majd teljes sütése; a nyers tészta fagyasztása, majd teljes sütése; elősütött termék fagyasztása, majd teljes sütése, majd ismételt fagyasztása) hatásait a zsemlék érzékszervi és fizikai tulajdonságain is megfigyeltem.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

3.1 Rezisztens keményítők vizsgálata közeli infravörös spektroszkópiával

A négy vizsgált szénhidrát régió: szénhidrát I (1575–1590 nm, az O–H kötések vegyérték rezgéseinek első felharmónikusa), szénhidrát II (2080–2130 nm, az O–H kötések deformációs és C–O kötések vegyérték rezgéseinek kombinációja), szénhidrát III (2275–2290 nm, az O–H kötések és C–C kötések vegyérték rezgéseinek kombinációja) és szénhidrát IV (2310–2335 nm, a C–H kötések deformációs és vegyérték rezgéseinek kombinációja) régiók különböző mértékben voltak érzékenyek a rezisztens keményítők tulajdonságaira. A 2080–2130 nm és a 2275–2290 nm rezgési tartományokban lehetett leginkább megfigyelni a minták változékonyságát. Megállapítható volt továbbá az is, hogy a magas amilóz tartalmú RS2 keményítő adagolását, azaz az amilóz-amilopektin arány változásait érzékenyen nyomon lehet követni a szénhidrát II-es régióban. A foszfoészter kötések tartalmú RS4 nem volt ennyire karakterisztikus, feltehetőleg az amorf láncok csökkent mozgékonyosságának köszönhetően, ennek ellenére, az RS4 mennyiségének növelése detektálható volt. A szénhidrát III-as régió is érzékeny volt az amilóz-amilopektin arány változásaira. A búza alapú RS4 hozzáadás ebben a

régióban csak a kukorica alapú minták esetén volt megfigyelhető a különböző botanikai eredetüknek köszönhetően. Az amilóz-amilopektin arány változásait ez a régió követte a legérzékenyebben.

3.2 A különböző hőkezelések hatásainak vizsgálata rezisztens és natív keményítőkön

A *főzés* szignifikánsan növelte a búza, kukorica és RS4 keményítők emészthetőségét az RS2 keményítőéhez képest. Az RS4 elvesztette az alfa-amilázzal szembeni rezisztenciájának nagy részét, míg az RS2 feltehetőleg RS3 keményítővé alakult és még inkább rezisztens lett a hőkezelés során. Kukorica- és búza keményítő-alapú keverékekben, a hőkezelés után az RS2 mennyiségének növekedése a görbe alatti területek (három órás emésztés alatt felszabadított összes glükóz mennyisége, *AUC*) és a sebességi állandók (*k*) értékeit lineárisan csökkentette. Így, ezek az eredmények ígéretes és fontos tények lehetnek az RS2 élelmiszerekben való alkalmazása esetén, mert a *k* és *AUC* értékei prediktálhatóak a magas amilóz tartalmú RS2 koncentrációjának növekedése esetén. Továbbá, szinergikus hatások sem a kukorica-, sem a búza-alapú modell keverékekben nem voltak tapasztalhatóak, melyek szintén fontos információk a termékfejlesztés számára.

A *mikrohullámú kezelés* növekvő energiája nem okozott szignifikáns változásokat a rezisztens keményítők emészthetőségében, a kinetikai görbék karakterisztikája is változatlan maradt. A rezisztens keményítők nem gélesedtek a mikrohullámú kezeléseket után sem, az alkalmazott RVA tesztben. Azonban, az RS-eket 40 %-os keverékben alkalmazva, a rezisztens keményítők változásai is nyomon követhetőek. A mikrohullámú kezelés minden vizsgált keményítő reológiai tulajdonságait gyengítette. A NIR spektroszkópiai megfigyeléseim segítségével a keményítők rezgéseiben (2080–2130 nm; 2270–2290 nm) bekövetkező legkisebb változások is detektálhatóak voltak, mely tény arra enged következtetni, hogy a keményítőkben már a legkisebb mikrohullámú energia is szerkezeti változásokat okozott. Jelen tanulmány volt ez első, mely a mikrohullámú sugárzás rezisztens keményítők emészthetőségi, reológiai és spektroszkópiai tulajdonságaira kifejtett hatásait vizsgálta.

3.3 Két különböző NIR spektrométer érzékenységének összehasonlítása

A diszperziós optikai rendszerű NIR spektrométer alkalmas a keményítők mikrohullámú sugárzás okozta szerkezeti változásainak nyomon követésére, míg az Fourier transzformációs NIR spektrométer alacsonyabb érzékenységet mutatott a nagyobb felbontása ellenére is. A két spektrométer közötti különbség a szénhidrát III-as régióban volt a legkifejezettebb.

3.4 Enzimes és reológiai módszerek közötti korrelációk

Kezeletlen és főzött keményítők és keményítőkeverékek esetén, két különböző *in vitro* enzimes módszer és egy RVA módszer között szignifikáns korrelációkat állapítottam meg, mely hasznos információkkal szolgálhat az *in vitro* emészthetőség prediktálásával kapcsolatban. Továbbá, az RVA paraméterek változásaiból az enzimes emészthetőség különbségeire lehet következtetni kezeletlen és főzött natív és rezisztens keményítő tartalmú minták esetén.

3.5 A Mixolab technika alkalmazása a rezisztens keményítők elemzésében

A Mixolab technika alkalmazható az RS adagolás hatásainak (minőség csökkentő hatás) meghatározására kenyér-, *T. durum* és *T. aestivum* tészta alaptípusú minták esetén. A közegtől függően, a gélesedés, letörés vagy retrogradáció fázisai a meghatározóak. A C5 paraméter, mely a maximum nyomatékérték a hűtési szakasz során, közegtől függetlenül alkalmazható a rezisztens keményítő adagolásának nyomon követésére. Jelen tanulmány volt az első, mely a Mixolab technikát használta a rezisztens keményítő különböző lisztekhez történő adagolásának detektálására.

3.6 A különböző sütési paraméterek változtatásainak és különböző technológiák hatásainak vizsgálata rezisztens keményítő tartalmú zsemlek tulajdonságaira

A rezisztens keményítő tartalmú sütőipari termék (zsemle) emészthetőségét a különböző sütési paraméterek (sütési hőmérséklet, a termék tömege, az alkalmazott keményítő típusa) közül a keményítő minősége befolyásolta a leginkább. A másik két paraméter (30 °C és 60 °C különbség a hőmérséklet értékeiben, illetve 75 g és 150 g különbség a zsemlek tömegében) nem okozott szignifikáns változásokat a kinetikai paraméterekben a kísérletben.

Az elősütött termékek fagyasztása nem befolyásolta az emészthetőséget, azonban, a rezisztens keményítők feltehetőleg sérültek a nyers tészta fagyasztása során, illetve a kétszeres fagyasztás során (fagyasztás az elősütés után, majd a teljes sütés után). A különböző fagyasztási és sütési technológiák azonban nem változtatták meg a minták érzékszervi tulajdonságait. A zsemlek térfogata sem különbözött szignifikánsan egymástól, kivéve a nyers tészta fagyasztása után készített termékek esetén, ahol ezek térfogatai nagyobbak voltak a fagyasztás nélküli mintákéhoz képest.

4. TÉZISEK

I. Jelen tanulmány volt ez első, mely a rezisztens keményítők fizikokémiai tulajdonságait NIR spektroszkópiával vizsgálta. Igazoltam, hogy a rezisztens keményítők szerkezeti jellegzetességük függvényében különböznek a natív keményítőktől. A magas amilóz tartalmú RS2 keményítő adagolásának segítségével elsőként mutattam be, hogy a 2080–2130 nm és a 2275–2290 nm spektrum régiók érzékenyen képesek nyomon követni az amilóz növekvő koncentrációját. Az amilóz-amilopektin arány különbségei a 2275–2290 nm-es szénhidrát régióban detektálhatóak a legérzékenyebben (1).

II. Igazoltam, hogy a rezisztens keményítők emészthetősége különbözőképpen változik a főzés illetve a mikrohullámú kezelés hatására (2, 3). Megmutattam, hogy az emésztési paraméterek: a három órás emésztés alatt felszabadított összes glükóz mennyisége és a sebességi állandó alkalmasak a növekvő amilóztartalom detektálására főzött rezisztens és natív keményítő keverékek esetén (2). A mikrohullámú sugárzás nem befolyásolta a különböző típusú rezisztens keményítők emészthetőségét (3).

III. Kimutattam, hogy a rezisztens keményítők a mikrohullámú kezelés után sem gélesedtek, azonban a reológiai tulajdonságaik romlottak a kezelések hatására. A NIR spektroszkópia érzékenynek bizonyult a keményítőkben a mikrohullámú kezelés okozta szerkezeti változások nyomon követésére. Továbbá kimutattam két, közeli infravörös spektrométer érzékenységbeli különbségeit, ahol a diszperziós készülék érzékenyebb volt a kémiai és fizikai változásokra, mint a nagyobb felbontású Fourier transzformációs készülék. Jelen tanulmány volt ez első, mely a mikrohullámú sugárzás rezisztens keményítők emészthetőségi, reológiai és spektroszkópiai tulajdonságaira kifejtett hatásait vizsgálta (3).

IV. Kezeletlen és főzött, natív és rezisztens keményítőkből álló keverékek esetén igazoltam, hogy különböző enzimes és reológiai módszerek közötti szignifikáns korrelációk hasznos információval szolgálhatnak ezen minták *in vitro* emészthetőségének becslésével kapcsolatban az RVA módszert alapul véve. Továbbá, ezen módszerek közötti kapcsolat megvilágítja azt a tényt is, hogy az RVA paraméterek változásaiból következtetni lehet az enzimes emészthetőség különbségeire (2).

V. Különböző rezisztens keményítő tartalmú keverékeket használva elsőként mutattam be, hogy a Mixolab technika detektálni tudja a rezisztens keményítő hozzáadásának hatását (minőség csökkentő hatás), mátrixtól függetlenül. A közegtől függően, a gélesedés, letörés illetve retrogradáció fázisai a meghatározóak. A C5 paraméter, egy jellegzetes Mixolab paraméter, mely a maximum nyomatékérték a hűtési szakasz során, közegtől függetlenül alkalmazható a rezisztens keményítő adagolásának nyomon követésére (5).

VI. Igazoltam, hogy a rezisztens keményítővel dúsított sütőipari termékek emészthetősége nem változott szignifikánsan a tömeg-, illetve hőmérséklet-csökkentés függvényében, azonban, a rezisztens keményítő típusa meghatározó volt (12). A zsemléken elvégzett kísérletek kiemelik annak fontosságát, hogy a különböző technológiákat optimalizálni kell és a még nem vizsgált élelmiszeripari technológiák hatását (fagyasztás) fel kell deríteni (12, 14).

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A tézisek rámutatnak arra, hogy a rezisztens keményítők jellemezhetőek újabb, eddig nem alkalmazott elemzési módszerekkel, például közeli infravörös spektroszkópiával és Mixolab technikával. Ezek a technikák szélesíthetik a rezisztens keményítők, illetve rezisztens keményítővel kiegészített termékek elemzésében használt módszerek körét. Továbbá, a tanulmány arra is rámutatott, hogy a különböző típusú rezisztens keményítők hasonlóképpen viselkednek száraz hőkezelés esetén (mikrohullámú kezelés, egy újonnan vizsgált hatás), azonban, az erősebb nedves hőkezelés különböző változásokat okozott a rezisztens keményítők tulajdonságaiban. Modellrendszereket használva megmutattam, hogy az enzimes és reológiai módszerek közötti összefüggések találhatóak, illetve, két különböző típusú spektrométer érzékenységét összehasonlítható. A zsemlékísérletek eredményei alapján a különböző technológiák hatásait figyelembe kell venni. Eredményeim megerősítik a rezisztens keményítők keményítő alapú termékekben való alkalmazhatóságát és táplálkozástani szerepét. Az újabb alkalmazott módszerek segíthetnek az élelmiszeranalitikusoknak egyre jobban megérteni a rezisztens keményítők tulajdonságait. Valamint, az újabb technológiák és beállítások ismerete segíthet a termék fejlesztőknek és az élelmiszergyártóknak, hogy megőrizzék a rezisztens keményítők előnyös tulajdonságait a különböző technológiai lépések után is.

Jelen tanulmány elkészítését a DioGenes nevű project támogatta, amely név feloldása 'Diet, Obesity and Genes' tehát 'Táplálkozás, Elhízás és Gének'. A project az EU6 keretprogramhoz tartozik, száma: FOOD-CT-2005-513946. A project részletesen a <http://www.diogenes-eu.org> honlapon található.



A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

Lektorált folyóiratcikk nemzetközi, angol nyelvű folyóiratban

1. **Hódsági, M.**, Gergely, S., Gelencsér, T. & Salgó, A. (2010) Investigations of native and resistant starches and their mixtures using near infrared spectroscopy. Food and Bioprocess Technology: An international Journal, DOI 10.1007/s11947-010-0491-5. IF(2010): 3.576.
2. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S. & Salgó, A. (2010) In vitro digestibility of native and resistant starches: correlation to the change of its rheological properties. Food and Bioprocess Technology: An international Journal, DOI 10.1007/s11947-010-0391-8. IF(2010): 3.576.
3. **Hódsági, M.**, Jámbor, Á., Juhász, E., Gelencsér, T., Gergely, S. & Salgó, A. (2011) Effects of microwave heating of native and resistant starches. Acta Alimentaria. IF(2010): 0.379.
4. Gelencsér, T., Juhász, R., **Hódsági, M.**, Gergely, S. & Salgó, A. (2008) Comparative study of native and resistant starches, Acta Alimentaria, 37(2):255-270. IF(2008): 0.441.

Lektorált folyóiratcikk magyar nyelvű folyóiratban

5. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T. & Salgó, A. (2010) A Mixolab technika alkalmazási lehetőségei. Élelmiszervizsgálati Közlemények, 56(3):141-152.

Az értekezés témaköréhez nem kapcsolódó lektorált folyóiratcikk nemzetközi, angol nyelvű folyóiratban

6. Gelencsér, T., Gál, V., **Hódsági, M.** & Salgó, A. (2008) Evaluation of quality and digestibility characteristics of resistant starch-enriched pasta, Food and Bioprocess Technology: An International Journal, 1:171-179. IF(2009):2.238.

Angol nyelvű előadás

7. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T. & Salgó, A. (2008) The effects of different baking conditions on the in vitro digestibility of resistant starch enriched bread rolls. International Scientific Conference on Cereals, 2008. október 27-28., Debrecen, Magyarország.
8. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S., Hevér, A., Jámbor, A. & Salgó, A. (2010) Some novel basic and applied researches of resistant starches. 9th European Young Cereal Scientists & Technologists Workshop, 2010. május 25-27., Budapest, Magyarország.

Az értekezés témaköréhez nem kapcsolódó angol nyelvű előadás

9. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S. & Salgó, A. (2009) Investigations of the effects of different storage conditions on native and resistant starches. 8th European Young Cereal Scientists & Technologists Workshop, 2009. augusztus 3-5., Viterbo, Olaszország.
10. Gelencsér, T., Gál, V., **Hódsági, M.**, Smeets, A., Lejeune, M., Westerterp-Plantega, M. & Salgó, A. (2008) Investigations of pasta products prepared with and without resistant starch addition. International Scientific Conference on Cereals, 2008. október 27-28., Debrecen, Magyarország.

Magyar nyelvű előadás

11. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S., Hevér, A., Jámbor, A. & Salgó, A. (2010) Rezisztens keményítők alap és alkalmazott kutatásai. 7. Doktoráns konferencia (BME), Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, 2010. február 4., Budapest, Magyarország.

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent angol nyelvű előadás összefoglaló (proceeding)

12. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T. & Salgó, A. (2008) The effects of different baking conditions on the in vitro digestibility of resistant starch enriched bread rolls. International Scientific Conference on Cereals, 2008. október 27-28., Debrecen, Magyarország. ISBN 978-963-9732-38-4, 274.-279. oldal.

Az értekezés témaköréhez nem kapcsolódó, nemzetközi konferencia kiadványban megjelent angol nyelvű előadás összefoglaló (proceeding)

13. Gelencsér, T., Gál, V., **Hódsági, M.**, Smeets, A., Lejeune, M., Westerterp-Plantega, M. & Salgó, A. (2008) Investigations of pasta products prepared with and without resistant starch addition. International Scientific Conference on Cereals, 2008. október 27-28., Debrecen, Magyarország. ISBN 978-963-9732-38-4, 79.-83. oldal.

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent angol nyelvű poszter összefoglaló (proceeding)

14. **Hódsági, M.**, Hevér, A., Gelencsér, T. & Salgó, A. (2009) The effects of different baking and freezing technologies on the in vitro digestibility of resistant starch enriched bread products, 5th International Congress & 7th Croatian Congress of Cereal Technologists "Flour-Bread '09", 2009. október 21-23., Opatija, Horvátország, ISBN 978-953-7005-21-4, 210-218. oldal

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent angol nyelvű előadás összefoglaló (abstract)

15. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S., Hevér, A., Jámbor, A. & Salgó, A. (2010) Some novel basic and applied researches of resistant starches. 9th European Young Cereal Scientists & Technologists Workshop, 2010. május 25-27., Budapest, Magyarország, 41. oldal.

Az értekezés témaköréhez nem kapcsolódó, nemzetközi konferencia kiadványban megjelent angol nyelvű előadás összefoglaló (abstract)

16. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S. & Salgó, A. (2009) Investigations of the effects of different storage conditions on native and resistant starches. 8th European Young Cereal Scientists & Technologists Workshop, 2009. augusztus 3-5., Viterbo, Olaszország, 17. oldal.

Nemzetközi konferencia poszter

17. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T. & Salgó, A. (2008) Investigations of resistant starches, DioGenes projekt, 2008. március 12-14., Brüsszel, Belgium.
18. **Hódsági, M.**, Hevér, A., Gelencsér, T. & Salgó, A. (2009) The effects of different baking and freezing technologies on the in vitro digestibility of resistant starch enriched bread products, 5th International Congress & 7th Croatian Congress of Cereal Technologists "Flour-Bread '09", 2009. október 21-23., Opatija, Horvátország.

Konferencia poszter

19. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T. & Salgó, A. (2008) Investigations of resistant starches, 5. Doktoráns konferencia (BME), Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, 2008. február 8., Budapest, Magyarország.

Az értekezés témaköréhez nem kapcsolódó konferencia poszter

20. **Hódsági, M.**, Gelencsér, T., Gergely, S. & Salgó, A. (2009) Investigations of the storage of native and resistant starches, 6. Doktoráns konferencia (BME), Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, 2009. február 4., Budapest, Magyarország.