



Élelmiszertudományi Kar

Fagyasztott élelmiszer-emulziók stabilitásának vizsgálata

Zeke Ildikó Csilla

Doktori értekezés tézisei

Témavezetők:

Dr. Balla Csaba, egyetemi magántanár, PhD

Dr. Friedrich László egyetemi docens, PhD

**Készült a Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Karának
Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszékén**

Budapest, 2015

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Felföldi József
egyetemi tanár, PhD
Budapesti Corvinus Egyetem

Témavezetők: Dr. Balla Csaba
egyetemi magántanár, PhD

Dr. Friedrich László
egyetemi docens, PhD

Hűtő- és Állatitermék Technológiai Tanszék,
Élelmiszertudományi Kar,
Budapesti Corvinus Egyetem

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

1. Bevezetés és célkitűzések

Az elmúlt években a fagyasztott élelmiszerek piacán nem csak világviszonylatban, hanem Európában is a jégkrémek és a fagyasztott desszertek is igen nagy mennyiségben kerültek eladásra. A legnagyobb fagyasztott desszert gyártók – mint a jégkrémek, fagyasztott joghurtok és fagyasztott sütemények – a világon Észak Amerika és Ausztrália, míg Európában az Egyesült Királyság, Németország és Dánia. (www.richs.com) Ezek olyan mamutcégek, amelyek ipari méretekben állítják elő desszertjeiket, a legkülönbözőbb állománykialakítókat alkalmazzák, és olyan mérőműszer parkkal rendelkeznek, amellyel pontos képet kapnak a fagyasztott termékeik minőségváltozásairól. Így termékeik hosszan, minőségromlás nélkül fagyasztva tárolhatóak.

A hazai hűtőipar még napjainkban is főleg zöldség és gyümölcsfagyasztással, illetve kis mennyiségben félkész- és készételek gyártásával foglalkozik. A kampányidőszak (június-november) után viszont a nagyteljesítményű fagyasztó berendezések kihasználatlanul állnak a következő szezonig, az üzemben legtöbbször csak a nyáron gyártott termékek fogyasztói kiszerezése történik. A külföldi fagyasztott desszertgyártókhöz hasonlóan a magyar ipar is kihasználhatná infrastruktúráját, ezzel egy igen jelentős piaci rést kihasználva. A fagyasztott sütemények fagyasztva tárolhatóságáról viszont nincs sok információnk. A külföldi cégek fejlesztései titkosak, ezért fontosnak tartom ezen termékek stabilitásának vizsgálatát a fagyasztás és fagyasztva tárolás során.

Ezek a típusú élelmiszerek bonyolult komplex rendszerek, amelyeknél ismernünk kell a gyártás és tárolás során bekövetkező változásokat. Emellett például adott termék fejlesztése során tudnunk kell, hogy a hozzáadott összetevők hogyan befolyásolják az élelmiszer tulajdonságait.

Napjainkban a kézműves, (akár adalékanyagoktól mentes) termékek iránt egyre nagyobb a kereslet, ez a cukrászati termékekre is igaz. A különböző cukrászati krémekkel töltött sütemények és fagylaltok nagy népszerűségnek örvendenek. Azonban ezek kezelése és fejlesztése csak tapasztalati úton valósult eddig meg kisüzemi méretekben. Fontos tudnunk, hogy a például fel nem használt krémeket hogyan lehet tartósítani oly módon, hogy a kialakított stabil szerkezetét megtartsuk, és a majdani felhasználás során is megfelelő érzékszervi tulajdonságú termékeket kapjunk. A fagylaltok fejlesztése is aktuális téma, az ízesítésre számtalan variáció létezik, a képzelet sem szab már határt, ha megfelelő

fagylaltalappal rendelkezünk. Azonban az alapfagylalt receptúráját megváltoztatva teljesen más olvadákonyságú, állományú terméket kaphatunk.

Dolgozatom témájaként ezért a kézműves jellegű cukrászati krémek és fagylaltok szerkezetének stabilitását vizsgáltam termofizikai és állománytulajdonságok mérésére alkalmas műszerekkel. Arra kerestem a választ, hogy hogyan hat a krémek esetén a fagyasztás és fagyasztva tárolás, illetve a fagylaltoknál a hozzáadott savanyú savanyú savókoncentrátum a termofizikai tulajdonságokra és az állományra.

Célkitűzéseim ezek alapján a következők:

Cukrászati krémek esetében

- meghatározni, hogy van-e különbség a fagyasztási módok és a fagyasztva tárolás időtartamában, különös tekintettel a termofizikai és szerkezetbeli változások feltérképezésével, valamint, hogy ezek a különbségek milyen módszerekkel mutathatók ki,
- meghatározni, hogy a termofizikai és állományvizsgálati fizikai mérési módszerek alkalmasak-e a cukrászati krémek fagyasztás hatására bekövetkező stabilitás változásának kimutatására,
- és meghatározni a megfelelő fagyasztási technikát és a maximális fagyasztva tárolási időtartamot.

Fagylaltok esetében

- a savanyú savókoncentrátum befolyásolja-e a fagylaltok szerkezetét és fizikai tulajdonságait,
- meghatározni, hogy a termofizikai és állományvizsgálati mérési módszerek alkalmasak a bekövetkező változások kimutatására, és a fagylaltok fizikai tulajdonságainak, szerkezetbeli változásainak feltérképezésére,
- és meghatározni a maximálisan felhasználható savanyú savókoncentrátum mennyiségét, amely érzékszervi és technológiai szempontból megfelelő.

Anyag és módszer

A kísérleti munka során felhasznált emulziók

Munkám során többféle emulziótípust, és azok stabilitását vizsgáltam reológiai és termofizikai szempontból. A különböző emulziókhoz különböző modell élelmiszereket alkalmaztam. Ezek a következők:

- margarinok: 8 féle norvég és egy speciális krémmargarin
- cukrászati krémek: hagyományos receptúra alapján készült kukoricakeményítő illetve pudingpor hozzáadásával
 - fagylaltok: tejes alapú fagylaltok melyeket savanyú savó koncentrátummal egészítettem ki különböző mennyiségekben
 - Cukrászati krémek fagyasztása és fagyasztva tárolása

Két cukrászati krémtípust (az egyik kukorica keményítővel a másik pudingporral készült, speciális krémmargarinnal habosítva) három fagyasztási móddal fagyasztottam és fagyasztva tároltam 6 hónapig, -24°C -on.

A kísérleti munka során használt műszerek, módszerek

Hőfizikai tulajdonságok meghatározása

Méréseim során a különböző tejes fagylalt minták, illetve a fagyasztva tárolt cukrászati krém minták (az egyik kukorica keményítővel a másik pudingporral készült, Meister Creme margarinnal habosítva) intenzív olvadásának kezdeti hőmérsékletét, üvegesedési hőmérsékletét és a ki nem fagyasztható víztartalmát Setaram DSC 131 evo típusú műszer segítségével határoztam meg.

Vizsgálataim során a minták hőmérsékletét $+30^{\circ}\text{C}$ -ról -50°C -ra csökkentettem $5^{\circ}\text{C}/\text{perc}$ sebességgel, majd 15 percig -50°C -on tartás után a felfűtési szakasz következett. Ekkor a fagylalt mintákat -50°C -ról $+30^{\circ}\text{C}$ -ra $2^{\circ}\text{C}/\text{perc}$ felfűtési sebességgel melegítette a műszer, míg a cukrászati krém mintákat -50°C -ról $+50^{\circ}\text{C}$ -ra melegítette fel szintén $2^{\circ}\text{C}/\text{perc}$ felfűtési sebességgel. A mérés során a minta hőmérsékletének függvényében rögzítettem a hőáram változás adatait. A kiértékelést a felfűtési szakaszban a hőmérséklet függvényében mért hőáram görbéken végeztem Callisto Processing 1.076 verziójú programmal.

Reológiai vizsgálatok

Oszcillációs reometriával a margarinok, cukrászati kréme és fagylaltok reológiai jellemzőit mértem. Az alkalmazott mérési módszerek a következők voltak: amplitúdó söprés, hőmérsékletsöprés, és frekvenciasöprés, illetve rotációs mérési módban nyomaték teszt.

Margarinok és cukrászati kréme reométeres mérései

A amplitúdó söprés módszerével mértem a 3 féle norvég csészés margarint.

A mérési beállítások a következők: Physica USD200 típusú reométer, lap-lap mérőrendszer, MP 31/P típusú, 50 mm átmérőjű érdes (homokfúvott) felületű lap, mérési hőmérséklet: 4°C, a lap-lap közötti távolság 1,00 mm. A körfrekvencia értéke állandó 10 1/s; a kitérés a két lap közötti távolság mértékének 0,01% - 200%.

A hőmérséklet söprés módszerével minden margarint és az 5 féle krémkészítéshez ajánlott norvég margarintól illetve a Meister Creme krémmargarintól kukoricakeményítővel és pudingporral készült cukrászati krémeket mértem.

A mérési beállítások a következők: Physica USD200 típusú reométer, kúp-lap mérőrendszer, MK 22 típusú kúp mérőfej (1°), 50 mm átmérőjű, a kúp-lap közötti távolság 0,05 mm. A mérés során a kitérés konstans 0,1 %, a körfrekvencia konstans 10 1/s. A méréssel a fagyasztás és felengedtetés közben történő állományváltozásokat lehet vizsgálni. A hőmérsékletprogram 3 fázisból áll. Az első fázis 20°C-ról -18°C-ra történő lehűtés 4 °C/ perces sebességgel, a második fázis hőtartás -18°C-on 10 percig, a harmadik fázis -18°C-ról 20°C-ra felfűtés 4 °C/ perces sebességgel.

Amplitúdó söprés módszerével mértem Meister Creme kihabosított margarint és a Meister Creme típusú margarintól készült kétféle cukrászati krémet (kukorica keményítővel és pudingporral készült).

A mérési beállítások a következők: MCR51 típusú Physica reométer, mérési hőmérsékletek: margarin esetén 12°C, 14°C, 16°C, 18°C és 20°C, cukrászati kréme esetén 4°C, 6°C, 8°C, 10°C, 12°C, 14°C, 16°C, 18°C, 20°C, lap-lap mérőrendszer, MP 31/P típusú, 50 mm átmérőjű érdes (homokfúvott) felületű lap, a lap-lap közötti távolság 1,00 mm. A körfrekvencia értéke állandó 10 1/s; a kitérés a két lap közötti távolság mértékének 0,01% - 200%.

A vizsgált cukrászati krémekeket fagyasztva tároltam 6 hónapig. A fagyasztva tárolt mintákból havonta végeztem vizsgálatot. A mintákat felengedtettem és 10°C-on, illetve a 6 hónapos tárolás végén 4°C, 10°C és 20°C-on mértem a reológiai jellemzőiket. Az adatok kiértékelése Rheoplus szoftverrel történt.

Fagylaltok reométeres mérései

A fagylaltokat Physica MCR51 típusú viszkoziméterrel mértem, lap-lap mérőrendszerrel PP50/S típusú, 50 mm átmérőjű homokfúvott (érdes) felületű lappal, a két lap közötti távolságot 2 mm. 4 mérési móddal mértem a mintákat.

A nyomaték teszt állandó körfrekvencia (10 1/s) és állandó nyomaték (250 μ Nm) értékek mellett változó hőmérsékleten alkalmaztam, a hőmérsékleti program a következő: felfűtés -15°C-ról 0°C-ra, lehűtés 0°C-ról -15°C-ra.

Az amplitúdó söprés módszere során az amplitúdót a két lap közötti távolság mértékének 0,001 és 40%-a között változtattam, konstans 10 1/s körfrekvencia és konstans -10°C hőmérséklet mellett.

A frekvencia söprés során konstans 0,002% amplitúdó és 10-től 100 Hz-ig növekvő frekvencia értékek és állandó -10°C-os hőmérséklet mellett végeztem a méréseket.

A hőmérsékletsöprés módszerét konstans 0,005% amplitúdó és konstans 10 1/s körfrekvencia-érték mellett vizsgáltam. A mérés növekvő hőmérséklet mellett történt, -15 °C-tól 0 °C-ig tartott. Az adatok kiértékelése Rheoplus szoftverrel történt.

Állománymérés

A kihabosított Meister Creme margarint és a Meister Creme margarinnal készült cukrászati krémekeket 4°C, 6°C, 8°C, 10°C, 12°C, és 20°C-on vizsgáltam a TA.XTPlus (Stable Micro System) típusú precíziós állománymérő műszerrel. A kísérlethez a TTC Spreadability Rig feltétet használtam. A próbatest, 50 mm mély és a teszt során 48 mm-re hatol a mintába. A mérőcella 500 N erejű, a mérőfej 2mm/s sebességgel halad a mintában. Az adatok kiértékelése Exponent szoftverrel történt.

Érzékszervi vizsgálatok

A cukrászati krémek fagyasztva tárolhatóságáról, egy piskótatésztából és a cukrászati krém mintákból réteges süteményt készítettem, és az érzékszervi bírálatához így fagyasztva tároltam a mintákat. Az érzékszervi bírálatot átlagosan 10 szakértő bírálóval végeztem havonta, pontozásos módszert alkalmaztam és a cukrászati krém mintákat három szempont

alapján értékelték, amelyek a homogenitás, könnyű krémesség, keménység. A hőmérséklet minden esetben azonos 10°C volt.

Az összehasonlíthatóság érdekében minden hónapban elkészítettem egy-egy friss mintát, és a három különböző fagyasztási móddal fagyasztott és 1-6 hónapig tárolt, majd felengedett mintákat a bírálók ezzel a friss mintával együtt bírálták.

A fagylaltok érzékszervi bírálata során is pontozásos módszert alkalmaztam, hogy meghatározzam a fagylaltban a fogyasztók által már érzékelhető illetve toleráltató savanyú savó koncentrációját. 15 szakértő bíráló kóstolta a hat fagylalt mintát. A bírálati szempontok az íz, szín, állomány, összbenyomás, kanalazhatóság, olvadékonyság, homogenitás és krémesség.

Eredmények

Vizsgálataimat különböző margarinok állományának vizsgálatával kezdtem, hogy meghatározzam, milyen típusú margarinok alkalmazhatóak olyan cukrászati krémek készítéséhez, amelyek a fagyasztás hatására is stabil rendszert alkotnak. Ennek meghatározására hőmérséklet söprés módszerét alkalmaztam, és azt az eredményt kaptam, hogy egy cukrászati célmargarin (Meister Creme) jó alapanyaga lehet további kísérleteimnek.

A kiválasztott margarint habosítottam és vizsgáltam hőmérsékletfüggő viselkedését amplitúdó söprés módszerével illetve állományméréssel, kenhetőségi feltét alkalmazásával. Majd elkészítettem a cukrászati krémet pudingporból főzött gél és kihabosított margarin felhasználásával. A hőmérsékletfüggő viselkedést itt is a fent említett két módszerrel mértem, és összehasonlítottam a margarin és cukrászati krém valamint a két mérési módszer eredményeit. Megállapítottam, hogy a két mérési módszerrel feltérképezhetőek a minták állomány tulajdonságai, mint például a szilárdság vagy a kenhetőség. Meghatározható az optimális feldolgozási hőmérséklet, amely méréseim alapján 10-14°C. A minták ebben a hőmérsékleti tartományban jól keverhetőek, jól kenhetőek. A két mérési módszer mérési paramétereit összehasonlítva szoros korrelációt találtam a minta szilárdságát és összetartó erejét meghatározó kezdeti rugalmassági és veszteségi modulusok és a metszéspontban mért rugalmassági modulus és az állománymérés során mért extrúziós és adhézios tulajdonságai közt. Emellett a kenhetőséget meghatározó extrúziós erő és munka értékek is szoros korrelációt mutattak a rugalmassági és veszteségi modulus görbék metszéspont utáni szakaszára illesztett egyenesek meredekségével. Tehát a kenhetőség mérhető és számszerűsíthető stabil emulziók esetében oszcillációs módszer segítségével is.

A következő kísérletsorozatban pudingporral és kukoricakeményítővel készített cukrászati krémeket folyékony nitrogénnel (kriogén fagyasztási mód), áramló levegőben és lassú fagyasztási móddal fagyasztottam, majd 6 hónapig tároltam -24°C-on havonta mintát véve. A termofizikai paramétereiket differenciális pásztázó kaloriméterrel határoztam meg, az állománytulajdonságok változását pedig oszcillációs viszkoziméterrel illetve állománymérő készülékkel. Megállapítottam, hogy a pudingporral készített minták stabilabbak, mint a natív kukoricakeményítővel készültek. A DSC mérésekkel kimutathatóak a fagyasztva tárolás során bekövetkező szerkezetbeli változások, amelyek a keményítő retrogradációja, és a zsírfázis destabilizációja, és ennek eredményeképpen létrejövő fázisátfordulás. Az oszcillációs viszkoziméterrel mért állományparaméterekben is változás következett be, az 5. hónaptól a

kenhetőséget jellemző S1 és S2 paraméterek már nem voltak mérhetőek, mert a nagy deformálóerő hatására bekövetkezett a fázisátfordulás, és a mintán megcsúszott a mérőfej. Az állománymérés eredményeiből a fagyasztási módok szerkezetre gyakorolt hatását tudjuk kimutatni, és meghatározni a megfelelő fagyasztási technika alkalmazását. Az érzékszervi teszt eredményeiből a két típusú cukrászati krém közötti különbséget és a még megfelelő érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező mintákat tudjuk kimutatni. A fenti eredményekből megállapítható, hogy a kriogén fagyasztásnál és a lassú fagyasztásnál jobb eredményt ad az áramló levegőben történő fagyasztás. Az áramló levegőben történő fagyasztás után maximálisan 4 hónapig lehet fagyasztva tárolni az ilyen típusú cukrászati krémeket, hogy mind további felhasználásra, mind fogyasztásra a még megfelelő stabil szerkezettel rendelkezzenek.

A következő kísérletsorozattal a fagylaltok tulajdonságainak változását figyeltem meg savanyú savókoncentrátum adagolásának hatására. Méréseimet DSC-vel oszcillációs viszkoziméterrel három mérési módban végeztem, és érzékszervi bírálatot is tartottam. Bebizonyítottam, hogy a savanyú savó adagolása csökkenti az intenzív olvadás kezdeti hőmérsékletét és a ki nem fagyasztható víztartalmat, amely befolyásolja a fagylaltok olvadási és állománytulajdonságait. Kimutattam, hogy a savanyú savókoncentrátum pozitívan hatott a fagylaltok krémességére és lágy jellegének kialakulására azáltal, hogy csökkent a két görbe metszéspontjánál mérhető nyírófeszültség értéke. A frekvenciasöpítés módszerével a fagylaltok stabilitására és időfüggő viselkedésére következtethetünk. Méréseim azt mutatták, hogy a savanyú savó koncentrátum mennyiségének növelése kismértékben csökkentette a fagylaltok stabilitását, de rövid és hosszú távú tárolást és szállítást is elvisel a minta fázisszétválás nélkül. Hőmérséklet söprés módszerével kimutattam, hogy a savanyú savókoncentrátum adagolásával a fagylaltok kezelése szélesebb hőmérséklettartományban lehetséges. Az érzékszervi bírálatok kimutatták, hogy a savanyú savó mennyiségének adagolása a krémességre, a homogenitásra és a gombócolhatóságra kis mértékben hatással van, viszont 20% feletti adagolása nem javasolt, mert a savanyú savó koncentrátum jelentősen megváltoztatja a fagylaltok ízét. Korrelációanalízist végeztem és megállapítottam, hogy a termofizikai és reológiai tulajdonságok szoros összefüggést mutatnak egymással, tehát DSC-vel és hőmérséklet söprés módszerével meghatározott paraméterek teljeskörűen jellemzik a fagylalt legfontosabb minőséget meghatározó tulajdonságait.

Új tudományos eredmények

1. Kimutattam, hogy a cukrásziparban használt víz az olajban (pl. margarinok) és olaj a vízben (pl. margarin és keményítőtől alapú cukrászati krémek) típusú emulziók kenhetőségének vizsgálatára a reometriás módszerek közül az amplitúdó söprés módszere alkalmazható. Szoros korreláció mutatható ki a nagy deformációs sávban a rugalmassági modulus (G') és a tárolási modulus (G'') görbékre jó illesztést mutató egyenesek meredeksége az állománymérő kenhetőségi (Spreadability rig) feltétjével mért állománytulajdonságok között.
2. Kimutattam, hogy a diszperz rendszerek fagyasztásánál a fagyasztás módja hatással van a termék tulajdonságaira. Méréseimmel igazoltam, hogy az ultragyors/kriogén fagyasztás kedvezőtlenül befolyásolja a cukrászati krémek állománytulajdonságait. Méréseim alapján javaslom a -35 °C -os 3-4 m/s légssebességű áramló levegőben történő fagyasztás alkalmazását.
3. Méréseim alapján bizonyítottam, hogy a -18 °C -on 4 hónap fagyasztva tárolás után a reológiai tulajdonságok hátrányosan változnak, ezért cukrászati krémeket tartalmazó cukrászati termékek fagyasztása és fagyasztva tárolása során a reológiai tulajdonságok változása miatt a maximális fagyasztva tárolási idő 4 hónap.
4. Megállapítottam, hogy -50 °C és $+50\text{ °C}$ között a differenciális pásztázó kalorimetriás (DSC) méréssel mért entalpiaváltozás értékek (J/g) változásából (víz olvadási entalpia értékének növekedése és egyidejűleg a zsír olvadási entalpia értékének csökkenése), és a csúcshőmérsékletek negatív irányba történő elmozdulásából kimutatható a cukrászati krémek (olaj a vízben emulzió) fagyasztás és fagyasztva tárolás hatására bekövetkező szerkezeti változása.

5. Megállapítottam, hogy a tejes fagylaltok termofizikai jellemzőit az amplitúdó söprésrel és hőmérséklet söprésrel mért állományjellemzőket a savókoncentráció befolyásolja. -10°C -on a növekvő savókoncentráció hatására a rugalmassági és tárolási modulus értékei csökkennek, a hőmérséklet söprésnél mért komplex viszkozitás értékek szintén csökkennek, és csökkennek a termofizikai jellemzők közül az intenzív olvadás kezdeti hőmérsékletei, így krémesebb, puhább lesz a fagylalt.

6. Kimutattam, hogy fagylaltok esetében a oszcillációs reometriával mért reológiai paraméterek és a differenciális pásztázó kaloriméterrel mért termofizikai tulajdonságok szoros összefüggést mutatnak. Gyakorlati szempontból a termofizikai tulajdonságok és a hőmérséklet söprésrel meghatározható komplex viszkozitás értékek mérése elegendő, és ezekből a fagylaltra jellemző állományjellemzők meghatározhatóak.

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Impakt faktoros folyóiratcikkek

Juhász R., Zeke I., Balla Cs., Barta J. (2011) Oszcillációs reometria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 57(3), pp. 169-180.

Á. Vajda, I. Zeke, R. Juhász, J. Barta, Cs. Balla (2013) Effect of acid whey concentrate on thermophysical-properties of milk based ice cream, *Acta Alimentaria*, Vol. 42 (Suppl), pp. 113–121, DOI: 10.1556/AAlim.42.2013.Suppl.13

D. Nagy, M. Krassóy, I. Zeke, K. Pásztor-Huszár, Cs. Balla (2013) Effects of different freezing methods on some Properties of a pasta filata cheese, *Acta Alimentaria*, Vol. 42 (Suppl), pp. 47–54, DOI: 10.1556/AAlim.42.2013.Suppl.6

Nem impakt faktoros folyóiratcikkek

Zeke I., Juhász R., Schüller R. B., Rukke E.-O. (2010): Rheological properties of a selection of common norwegian food products, *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society*, 18, pp. 123-127.

Zeke I., Juhász R., Schüller, R. B., Rukke, E.-O. (2010): Flow properties of common norwegian dairy products, *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society*, 18, pp. 117-121.

Zeke I., Juhász R., Balla Cs., Barta J., Schüller, R. B. (2010): Különleges norvég tejtermékek reológiai vizsgálata oszcillációs és rotációs módszerekkel, *Élelmiszer Tudomány Technológia LXIV. 1. Különszám* pp. 11-12.

Szekrényes A., Zeke I., Juhász R., Barta J., Balla Cs. (2011) Cukrászati vajkrémek állományának vizsgálata. *Élelmiszer tudomány technológia 2.*, pp. 21-25.

Nagy D., Zeke I., Pászorné Huszár K. (2012) Sajtok fagyasztása különböző módszerekkel, *Új Diéta*, XXI. 5-6. pp. 12-14.

Konferencia kiadványok (Magyar nyelvű teljes)

Koncz Á., Pásztor-Huszár K., Polyák-Fehér K., Horti K., Zeke I., Friedrich L., Balla Cs., Unger A., Lőrincz A. (2010): A savanyú savó felhasználhatóságának lehetőségei: a savanyó savó ultraszűrt permeátum (UF) nanoszűrt, hidrolizált koncentrátumának (HNF) hasznosíthatósága fagylalt előállításánál. XXXIII. Óvári Tudományos Napok 2010. október 7., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár

Konferencia kiadványok (Magyar nyelvű összefoglaló)

Juhász R., Zeke I., Nótin B., Németh Cs., Stréger-Máté M., Barta J., Balla Cs., (2010): Rotációs és oszcillációs viszkozimetria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban. KÉKI 340. Tudományos Kollokvium, Budapest, 2010. szeptember 24. Összefoglalók, p. 5.

Nemzetközi konferencia (teljes)

Zeke, I., Balla, Cs., Kapás, L. (2008): Analysis of thermo-physical and rheological properties of confectionery products in case of cryogenic freezing, ICoSTAF2008 - International Conference on Science and technique in the Agri-Food Business, November 5-6, 2008, pp. 88-95., ISBN 978 963 482 908 9.

Zeke I., Balla Cs. , Vén Cs., Németh Cs., Pásztorné Huszár K., Friedrich L. (2009): Studies of cryogenic freezing of multilayer confectionery products. 2009 CIGR-Section VI International Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management. 2009. augusztus 31 - szeptember 2., Potsdam, Germany. ISBN 978-3-00-028811-1 pp.1055-1059.

Nemzetközi konferencia (összefoglaló)

Zeke I., Juhász R., Schüller R. B., Rukke E.-O. (2010): Flow properties of common Norwegian dairy products. Annual European Rheology Conference. April 7-9, 2010, Göteborg, Sweden p. 245.

Juhász R., Zeke I., Schüller R. B., Rukke E.-O. (2010): Rheological properties of a selection of common norwegian food products. Annual European Rheology Conference. April 7-9, 2010, Göteborg, Sweden p. 237.

Németh Cs., Zeke I., Juhász R., Friedrich L., Barta J., Balla Cs. (2010): Rheological properties of processes liquid egg white products. XVIIth World Congress of International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering, június 13-17, Quebec, Kanada

Zeke I., Horti K., Koncz Á., Polyák-Fehér K., Lőrincz A., Unger A., Pásztor-Huszár K., Balla Cs. (2010): Effect of hydrolyzed acid whey on thermophysical properties of soft ice cream. International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business, 2010. november 3-4., Szeged, Abstracts, p 69.