



Élelmiszertudományi Kar

Konzervtechnológiai Tanszék

Csicsókaliszt, mint természetes állománykialakító

OTDK dolgozat

Penksza Péter
III. évf. BSc hallgató



TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-
0005
TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023

Témavezetők:
Dr. Juhász Réka
adjunktus
Dr. Barta József
tanszékvezető, docens

**Budapest
2012.**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1. A csicsóka	4
2.2. Adalékanyagok, állománykialakítók	8
2.3. Inulin	9
2.3.1. Az inulin fizikai, kémiai tulajdonságai	9
2.3.2. Az inulin élelmiszeripari alkalmazásai	10
2.3.3. Az inulin táplálkozás élettani értéke	11
2.4. Reológiai módszerek áttekintése	12
2.4.1. Rotációs módszerek	14
2.4.2. Oszcillációs módszerek	16
2.5. Az inulin reológiai tulajdonságai	17
3. Célkitűzés	19
4. Anyag és módszerek	20
4.1. Kutatások helyszíne	20
4.2. A kutatás során fölhasznált anyagok	20
4.3. Kutatások menete	20
4.3.1. Előkészítő műveletek	20
4.3.2. Tejitalok készítése és vizsgálata	21
4.3.3. Zsír pótló keverékek készítése és vizsgálata	23
5. Eredmények és értékelés	25
5.1. A csicsókafajták jellemzése	25
5.2. A csicsókalisztek jellemzői	26
5.3. A csicsókalisztek állománykialakító hatása tejitalokban	28
5.4. Tejitalok érzékszervi vizsgálata	31
5.5. Csicsókalisztek alkalmazása zsír pótlóként	34
5.5.1. Inulinnal készült zsír pótlók oszcillációs reológiai eredményei	34
5.5.2. A csicsókaliszttel készült zsír pótlók oszcillációs reológiai eredményei	39
6. Összefoglalás	44
7. Irodalomjegyzék	45
Mellékletek	49

1. Bevezetés

A fejlett világban a túlsúly és az elhízás egyre nagyobb mértéket ölt, de az ezzel együttjáró egészségügyi problémák miatt egyre nagyobb figyelmet is fordítunk az egészséges életmódra. Ennek fontos, talán legmeghatározóbb tényezője a megfelelő étrend, a helyes táplálkozási szokások kialakítása.

Az egészségesebb étkezésre való áttérés, a táplálkozási szokások megváltozásának egyik akadálya lehet a megszokott ízekhez, ételekhez való ragaszkodás. Segítheti a változtatást, ha olyan élelmiszereket állítunk elő, amelyekben az eredeti ízek megmaradnak, de kevesebb zsírt, koleszterint, kalóriát tartalmaznak.

A modern élelmiszeripar rengeteg adalékanyagot használ, amelyeket a fogyasztók jellemzően egészségre ártalmas anyagnak tekintenek, ezért idegenkednek tőlük. A kutatások emiatt egyre inkább olyan természetes anyagok alkalmazására irányulnak, amelyek az élelmiszerek tulajdonságait kedvezően befolyásolják, de E számmal nem rendelkeznek és táplálkozás élettani szempontból előnyös hatásúak.

A csicsóka egy meglehetősen igénytelen, az ország legnagyobb részén kevés ráfordítással sikerrel termesztendő növény. A csicsókagumó tartalék poliszacharidja a főleg fruktóz egységekből felépülő inulin, mely az emberi szervezetben élelmi rostként és prebiotikumként funkcionál, alacsony kalóriatartalmú, cukorbeteg is fogyaszthatják. Az élelmiszeriparban tejtermékek illetve zsírpótló keverékek sűrítőanyagaként alkalmazzák. A tiszta inulin előállítása többlépcsős, költségigényes technológiával valósítható meg.

Jelen munka során azt vizsgáltam, hogy a csicsókából milyen egyszerű technológiai módszerekkel lehet természetes állománykialakítót előállítani. Vizsgáltam továbbá, hogy az előállított termék rendelkezik-e olyan reológiai és érzékszervi tulajdonságokkal, amelyek élelmiszeripari felhasználásra alkalmassá teszik.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A csicsóka

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) a Zárvatermő (*Angiospermatophyta*) törzs, kétszikűek (*Dicotyledonopsida*) osztályának, *Rhoeadales-Asterales* alosztályába, ezen belül a fészekvirágzatú (*Asterales*) rend, fészkesek (*Asteraceae*) családjának, őszirózsafélék (*Asteroideae*) alcsaládjába, ennek *Heliantheae* nemzetségébe tartozik (Soó 1965, Balogh 2006, Kays-Nottingham 2007).

Vízparti-ártéri élőhelyek különböző lágyszárú növénytársulásaiban, azok szegélyében vagy azok helyét elfoglalva jelenik meg. Fás társulásokban (bokorfüzes, puhafaliget, láperdők) inkább csak szegélyeken vagy nyiladékokban tud kolonizálni. Alapvetően az antropogén, ember által erősen átalakított élőhelyeken, így rudeális, parlagterületen gyakori és néha szegétáisan is gyomosít (Balogh 2006). Morfológiai tulajdonságaiból, elterjedéséből, talaj, éghajlat igényéből adódóan a csicsóka nagyüzemi termesztésének ott van leginkább lehetősége, esélye, ahol a többi kultúrnövénynek a kevésbé. Ott ahol a többi növényt már nem lehet gazdaságosan termesztetni, ott ahol relatíve veszélynek van „kitéve”(pl: folyók mentén). Hazánkban leginkább a homokos talajokon, valamint hegy és dombvidéki területeken lenne tere. Mind az extenzív és mind pedig az intenzív termesztés megvalósítható, remekül be lehet illeszteni a vetésforgóba a csicsókát. Amennyiben a szívóssága révén aggodalmat ébresztene az a tény, hogy szinte kiirthatatlan, a szelektív vegyszerekkel könnyen eltüntethető a kívánt földekről.

A csicsóka hasonlóan más kultúrnövényekhez erősen talajfüggő. A jó tápláléértékű barna erdő talajon vagy a vörösbarna homoktalajon a megfelelő fajták kiválasztása mellett hektáronkénti 50-80 tonnát is hozhat a növény. Viszont ezek a termőterületek már legtöbbször „foglaltak” a népelelmezési szempontból sokkal fontosabb gabonák, gyümölcsök és zöldségek számára. A csicsóka nagy előnye a többi mezőgazdasági növényvel szemben, hogy a tápértékekben szegényebb területeken is viszonylag magasabb hozamot képes adni. A minőségében sokkal gyengébb talajokon, mint az erodált köves talaj, vályogtalaj, lepel homokon és egyéb homok típusokon is megtermi a 15-40 tonnát hektáronként. Ez jelentős mennyiség ahhoz képest, hogy ezeken a talajokon a többi kultúrnövény megélni is alig tud. Másik nagy előnye, hogy a homoktalajokon a betakarítása könnyű, kevés energia befektetés igényel. A tömöttebb, kötöttebb talajokon a csicsóka gumók elágazóbbak lesznek, nehezebb a

felszínre hozni, és bonyodalmasabb a földolgozásuk, nagyobb lesz az előkészítő műveletek során a veszteség (Molnár1985; 1987; Unk et al. 1985).

A csicsóka dudvás szárú, évelő növény. Szára fiatalon tömör, idősebb állapotban fásodó, belül gyakran üregekkel szaggatott laza bélszövet tölti ki. 2, de gyakran 3 méter, de egyes genotípusok esetében akár a 4 métert is megközelítő magasságúra is megnő. Fészkes virágzatainak száma sokszor jelentős, ún. fészkes sátor virágzatba szerveződnek. A fészektányér 1,5-2,5 cm átmérőjű virágainak pártája sárga. A kifejlett növény főhajtásán és oldalhajtásain legalább 40-60, változó méretű levél található.

A növény tarackjaiból, és az ezen képződött gumókból fejlődik ki a járulékos gyökérrendszer. Ez általában 15-20 cm mélységben hálózza be a talajt, de száraz homoktalajon akár 50-80 cm-re is lehatol. Sekélyen szétterülő gyökérzet esetén a gyökerek oldalirányban általában a középponti eredési helytől 20-30 cm-re futnak, de gyakran előfordulnak 50-60 cm-re megnövő oldalgyökerek is. A legfejlettebb 4-5 oldalgyökér másodlagos elágazásokat hoz létre, melyek 10-15 cm hosszúságúak.

A szár földalatti részén képződő és fejlődő, hosszú szártagú oldalhajtások képzik a tarackrendszert, a sztólóhálózatot. A tarackon kialakuló, vaskos, duzzadt plagiotrópus ággumói vannak, amelyek oldalirányban fejlődő, elágazó tarackokon jönnek létre. Általában a tarack utolsó 5-10 internódiuma megvastagszik és a legvégén szerveződnek a gumók. A kifejtett egyedekre jellemző, hogy 8-10 cm mélyen a talajban akár 30-40 gumó is fejlődhet. Össztömegük nyersen (nem szárítva) Szabó (2010) mérései alapján 1-1,5 kg.

Szemben az első és felső, többnyire arányos részekre tagolódó burgonyagumóval, a csicsókagumó alakja aszimmetrikus, mert a tarack felé eső része inkább szárszerűen elkeskenyedik, csúcsi része viszont kiszélesedik. A gumók gyakran legömbölyített formájúak vagy többé-kevésbé vastag orsó alakúak. A gumók átmérője 10 cm körüli; azok hosszúkás forma esetén általában 7-9 cm hosszúak és 5-6 cm vastagok. A tarackok végén jóval keskenyebbek, néhány centiméter átmérőjűek. A gumóalak elsősorban öröklődő tulajdonság. Megkülönböztethető altípusok: körte, tojásdad, orsó, szabálytalan alakú és elágazó jellegű is. Az elágazás jellegét nagyban befolyásolhatja, hogy a növény milyen talajban növekszik, pl. kötött, agyagos talajban az elágazások erősebbek, mint a homoktalajokban. A gumó színe is eltérő, megkülönböztetünk fehér, füstszerű, sárga, rózsaszínű, pirosas, kékes és lilás árnyalatú típusokat is. A héjszint a környezeti tényezők közül a talaj kémhatása befolyásolhatja (Szabó 2010).

2.1.1. Csicsóka ipari felhasználása

Szabó (2010) szerint a csicsókagumó nyersen különleges zöldség, de fogyasztásra ilyen állapotba nem kerül, viszont főzve, sütvé vagy savanyítva diétás táplálék, szárítmánya (őrölve, lisztté földolgozva) táplálékkiegészítő, az inulinból előállított fruktóz szirup pedig szörpként fogyasztható. Diétában való használata, hazánkban leginkább Angeli Istvánnak köszönhető, aki számos orvosi vizsgálattal bizonyította, hogy különösen idős kori, főként kövér cukorbetegeknek igen hasznos a rostokban gazdag csicsókagumó és a belőle előállított sűrítmény, szörp (Angeli et al. 2000).

Az élelmiszeriparban a felhasználása leginkább a csicsókában található inulin elhidrolizálásán alapszik. Az így kapott terméket a szeszipar alkoholgyártásra tudja fölhasználni. Továbbá a kapott fruktóz szörp az üdítőipar számára lehet fontos alapanyag. A folyékony fruktóz jól helyettesítheti a szacharózt. Kisebb mennyiség szükséges belőle ugyanolyan mértékű édes íz eléréséhez. Ennek a szörpnek a segítségével a cukorbeteg emberek számára megfelelő termékeket lehet gyártani. A konzerviparban vegyes savanyúságok készítéséhez használja föl, burgonya helyett (Angeli et al. 2000).

Az állatok számára ízletes takarmány a gumó, de ugyanígy a friss vagy a fonnyasztott leveles szár is, mint vadtakarmány is különösen értékes (Szabó 2010).

A csicsókagumóból lehet előállítani tisztított, gyógyszerkönyvi minőségű inulint, amit a gyógyszeriparban tablettázáshoz is felhasználnak. Az inulin ipari hidrolízise és a keletkezett fruktóz erjesztése útján pedig ipari etilalkohol és finomított alkohol állítható elő. 100 kg-ból kb. 10 liter tiszta etil-alkohol nyerhető. Az inulin peroxidátos oxidációját követően redukzív hidrolízissel jó hozammal gyártható belőle glicerín (Narayan et al. 1988). Az energiaipar szempontjából figyelemre méltó, hogy a nagy tömegben termő gumó is szolgálhat bio üzemanyagként.

2.1.2. Csicsóka beltartalmi értékei

A nyers csicsókagumó 80%-os nedvességtartalommal és 100 g-onként 130 kJ energiával rendelkezik, szárazanyag tartalma a vizsgálatok alapján 19-24% körüli értéket mutat. Ez az érték erősen függ attól, hogy milyen a fajta, hol termesztik a növényt, továbbá, hogy az aktuális évnek milyen volt az időjárása. Az összes szénhidrát tartalom 15-30% közötti lehet. A leggyakrabban előforduló szénhidrát típus a csicsóka gumóban a fruktánok más néven polifruktánok, fruktonáz vagy polifruktonáz. A legnagyobb tömegben ebből a

vegyületcsoportból az inulin van jelen, kisebb, szinte elhanyagolható mennyiségben még föllelhető inulenin és szinantrin. Az inulin 1%-ban tartalmaz glükózt, a fennmaradó részben fruktózt építi föl (Kaldy et al. 1980; Angeli et al. 2001; Molnár 1985; Balogh 2006).

Fruktánokon kívül a csicsóka még 2-7% fehérjét is tartalmaz, bár ennek a legnagyobb része raktározott, és nem a gumóban, hanem a szárakban és a levelekben van jelen. Ennek a fehérjének a biológiai értéke 58, összehasonlítva a tojáséval, ami 100, nagyon jelentős (Kaldy et al. 1980; Angeli et al. 2000; Molnár 1985; Balogh 2006).

A gumó nyers változatában sem a vitamin, sem a nyomelem tartalom nem számottevő, sűrítményben viszont króm, titán és szelén kimutatható. A csicsókára jellemző, hogyha magasabb a talaj szelén tartalma abban az esetben nagyobb mennyiségben fog szelént feldúsítani. A hamutartalom 1-2% aminek a legnagyobb részét, közel felét a kálium teszi ki (Kaldy et al. 1980; Angeli et al. 2000; Molnár 1985; Balogh 2006).

2.1.3. Csicsóka táplálkozás élettani hatásai

A csicsóka és a csicsóka túlsúlyos egyének, cukorbetegek és érrendszeri bántalmakkal rendelkező személyek számára nyújthat nagy segítséget, enyhítheti problémáikat. A fruktóz a cukorbeteg részére igen előnyös, mert lebontására nincs szükség inzulinra. Édesítő hatása erősebb, mint a répacukorból előállított szacharóznak, így kisebb mennyiséget kell fölhasználni. A csicsóka kúraszerű fogyasztása hozzájárul a vér triglicerid szintjének csökkentéséhez, csökken a koleszterin lerakódás mértéke. Ezek alapján elmondható, hogy a csicsóka hozzájárulhat az érlemeszesedés és bizonyos rákos betegségek megelőzésében (Franz-Kaus 1987). Alkoholisták táplálása során, mint májkímélő cukorforrást adják (Angeli et al. 1991).

A csicsókagumóból előállított, tisztított inulin és kisebb molekulatömegű frukto-oligoszacharidok nemcsak értékes oldható rostanyagoknak számítanak (Beck-Pranzik 1986), hanem jelentősen serkentik a belekben található, a szervezet számára hasznos baktériumok életműködését, ezáltal egy fontos prebiotikumnak mondható (pl. *Bifidobacterium infantis*, *B. adolescentis*, *B. longum*) (Roberfroid 1993; Yamazaki-Matsumoto 1994).

A gumó nyersen vagy földolgozva detoxikáló, emésztést normalizáló, a bélrendszer működését optimalizáló hatása lehetővé teszi lehetővé, hogy a dietetikus táplálásban alkalmazzák.

2.2. Adalékanyagok, állománykialakítók

A Magyar Élelmiszerkönyv alapján adalékanyag minden olyan élelmiszerként önmagában nem fogyasztott és jellemző élelmiszer összetevőként nem alkalmazott anyag – tekintet nélkül arra, hogy van-e tápértéke vagy sem -, amelyet az adott élelmiszer gyártása, feldolgozása, elkészítése, kezelése, csomagolása, szállítása és tárolása során technológiai célból szándékosan adnak az élelmiszerhez, melynek eredményeként önmaga vagy származéka közvetlenül vagy közvetetten az élelmiszer összetevőjévé változik.

Az élelmiszer adalékanyagokat az élelmiszer előállítása során csak az előírt feltételek szerint szabad használni. Az adalékanyagnak az engedélybe rögzített feltételektől eltérő alkalmazása tilos.

Részletes előírások tartalmazzák az engedélyezett adalékanyagok listáját, azoknak az élelmiszereknek a felsorolását, amelyekhez ezek az adalékanyagok hozzáadhatóak, és ahol szükséges a felhasználási szintek felső határát, továbbá az adalékanyagok hordozó anyagként és oldószerként történő alkalmazási szabályait, tisztasági követelményeit, ahol szükséges.

A fogyasztóknak szánt termékek forgalmazása csak abban az esetben történhet meg, ha a csomagokon vagy a gyűjtőcsomagoláson a kötelező, tájékoztató információk jó látható, tisztán olvasható és kitörölhetetlen formában szerepel.

Élelmiszer adalékanyagok használatának általános feltételei.

- Alkalmasságának szükségessége technológiaiilag igazolható és a kívánt cél más, gazdaságosan és technikailag megvalósítható módszerrel nem érhető el. Az alábbi pontok valamelyikét teljesítenie kell, hogy felhasználására sor kerüljön: Védi az élelmiszer tápértékét – különleges étrendre szoruló fogyasztók számára gyártott élelmiszerekhez szükséges összetevőt, alkotóelemet biztosít – segíti az élelmiszer minőségének, stabilitásának megtartását vagy javítja az érzékszervi tulajdonságait, jellegét, minőségét – segíti az élelmiszer gyártását, feldolgozását, elkészítését, kezelését, csomagolását, szállítását vagy tárolását feltéve, ha nem valamilyen hiányosság elfedéséért használták föl.
- A javasolt felhasználási szinten a jelenleg rendelkezésre álló tudományos eredmények alapján nem jelent veszélyt a fogyasztók egészségére.
- Nem vezeti félre a fogyasztót.
- Ártalmas hatásokat kivéve a megfelelő toxikológiai vizsgálatoknak és értékeléseknek kell alávetni. (MÉ-1-2-89/107)

Az adalékanyagok egyik legnagyobb csoportja az állománykialakítók, melyeknek funkciójuk szerint több csoportját különböztetjük meg: lehetnek emulgeálószer, zselésítő anyagok, sűrítőanyagok, habképzők stb. A sűrítőanyagok a Magyar Élelmiszerkönyv definíciója szerint azok az anyagok, amelyek növelik az élelmiszer viszkozitását. (MÉ 1-2-95/2 2.§ w) Ebbe a csoportba olyan hidrofíl kolloidok, poliszacharidok tartoznak, melyek a vízkötés révén fejtik ki sűrítő hatásukat. A leggyakrabban használt sűrítők eredetük szerint az alábbi módon csoportosíthatók:

- Tengeri moszatok pl: algin-sav E 405, agar-agar E 406
- Hüvelyes növények termése pl: guar-gumi E 412, szentjánoskenyér liszt E 410
- Mikrobiológiai eredetű pl: xantán-gumi E 415
- Növényi gumi pl. gumiarábikum E 414
- Növényi vázanyag pl: cellulóz E 460, pektin E 440

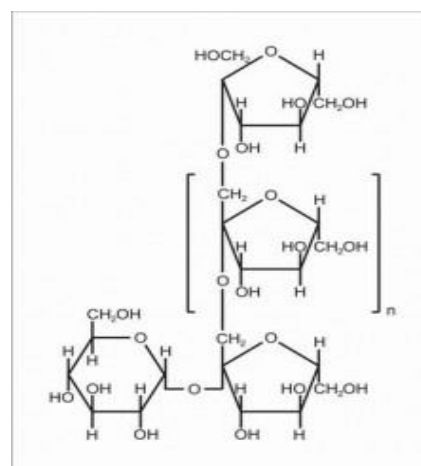
A kutatásaim során egy olyan sűrítőanyaggal kívánok foglalkozni, amely a fent említett csoportok egyikébe sem tartozik bele, sőt még „E” számmal sem rendelkezik. Ez az anyag az inulin. A következő fejezetben az inulin tulajdonságait mutatom be részletesebben.

2.3. Inulin

2.3.1. Az inulin fizikai, kémiai tulajdonságai

Az inulin egy poliszacharid, amelyet $\beta(2-1')$ glikozidkötéssel kapcsolódó fruktóz molekulák alkotnak. A lánczáró vegyület egy glükóz molekula, a D-glükopiranoz. Az oligoszacharidokra jellemző tulajdonság a fruktóz molekulák száma a láncban, melyet n -el jelölünk. Az első szacharóz molekulától számítva $n > 5$ -től nevezzük inulinnak az adott vegyület láncot, $n < 5$ esetén pedig fukto-oligo-szacharidoknak. A lánc hossz akár az $n = 200$ -at is elérheti. Az inulin a lúgos rézoldattal nem lép reakcióba, nem redukáló szénhidrát, könnyen hidrolizálható vegyület, a víz hidrogén ion katalitikus hatására is reagál.

Szilárd alakban az inulin fehér por. A részecskék általában 40-100 μm mérettartományba esnek bele. A vegyület vízdoldhatósága nagyban a függ a méretétől és víz hőmérsékletétől. Alacsony és



1. ábra Az inulin szerkezeti képlete

szobahőmérsékleten az oldhatósága igen rossz. (Szabó 2010; Angeli et al. 2000). A rövidebb lánchosszú vegyületek jobban oldódnak és édesebb ízt kölcsönöznek. A hosszabb lánchosszú inulin molekulák oldódása rosszabb, viszont viszkozitás növelő hatásúak (Wada et al. 2005), és a struktúra módosító hatása is jelentős (Coussement 1999; Voragen 1998). A csicsókában található inulin polimerizációs foka a fejlődés során folyamatosan növekszik, tárolás során csökken. Teljesen érett állapotban legfeljebb 35, a fejlődő vagy a hosszan tárolt gumóban 8-27 között van.

Az inulin a természetben, növényekben található meg, raktározó tápanyag szerepet tölt be, hasonlóan a keményítőhöz. Az inulin az alábbi növényekben fordul elő: a hagymákban (1-5%), a fokhagymában (4-12%), a banánban (0,2%), továbbá előfordul még jelentős százalékban a cikóriában (15-20%) és a csicsóka gumójában (2%). Növény élettani szempontból azonos szerepet tölt be a keményítővel, de a tulajdonságai sokban különböznek. Az inulin molekulája lineáris míg a keményítő tartalmaz elágazó és lineáris szakaszokat, a keményítő polimerizációs foka 2-5 nagyságrenddel nagyobb. Továbbá az inulin nem csirizesedik, nem színeződik jó hatására, egyformán savas közegben az inulin sokkal gyorsabban hidrolizál. A keményítőt hidrolizáló enzimek az inulint nem képesek bontani.

Az iparban leginkább a cikóriából vonnak ki inulint élelmiszer alapanyagnak (Boeckner et al. 2000). Nagyipari előállítása az 1990-es évektől kezdődött Hollandiában és Belgiumban. Ezen nem emészthető szénhidrátot alkalmazzák a tej és sütő ipari termékek, gabonakészítményeknél, italok, alacsony zsírtartalmú ételek, a jégkrém előállításához és az édesiparban ezen országokban (Franck 2000; Meyer et al. 2007).

2.3.2. Az inulin élelmiszeripari alkalmazásai

Az inulin különösen az alacsony zsírtartalmú élelmiszerekben alkalmazható állománykialakítóként. Guggisberg et al (2009), Guven et al. (2005), Kip et al. (2006), Paseepholet al. (2008) kimutatták, hogy különösen a hosszú szénláncú inulin lehet alkalmas a krémes állag kialakítására az alacsony zsírtartalmú joghurtokban. Guven et al. (2005) kutatásuk során az alacsony zsírtartalmú joghurtok inulinnal történő állomány kialakítási lehetőségeit vizsgálták. Az eredeti kontroll minta laborban fermentált joghurt volt és további 3 különböző mennyiségű inulint tartalmazó anyagot vizsgáltak. Az alábbi paramétereket vizsgálták az összehasonlítás során, többek között a pH-t a titrálható savtartalmat a savó szétválasztódást, a konzisztencia értéket, az acetaldehid és az illóanyag tartalmat 1, 7 és 15

nap tárolást követően. Az alábbi tényezők közül a konzisztencia érték és a savó leválás 1%-kal változott az inulinos mintákban. A tirozin és az illóanyag tartalmat negatívan befolyásolta az inulin. Az érzékszervi vizsgálatok során a kontroll minta kapta a legtöbb pontot, míg a legnagyobb inulin (3%) tartalmú a legkevesebbet. Az 1%-os minta tulajdonságaiban és pontszámában is a legközelebb volt a teljes tejből készült joghurthoz.

További kutatások hasonló eredményre jutottak alacsony zsírtartalmú sajtok esetében (Cardarelli et al. 2008b), ahol 8-10%-ban határozták meg a főlhasznált inulint. Araujo de Carvalho et al. (2010) megállapította, hogy 15 napnyi tárolást követően a textúra és az íz semmiben nem tért el az eredeti sajtokétól. Jégkrémek esetében (Schaller-Povolny és Smith 1999, 2001) 3-9% inulint használtak fől állománykialakítóként. Alacsony zsírtartalmú csokoládéknál (Cardarelli et al. 2008b) és tejsodó esetében (Tárrega és Costell 2006b; González-Tomás et al. 2009b) 2,5-7,5%-ban használtak fől. Az inulin a termékek érzékszervi minősítésre nincs kedvezőtlen hatással, mert vagy semleges vagy enyhén édes ízt eredményez (Franck 2002; Kalyani Nair et al. 2010).

Említésre méltó még továbbá, hogy hasznosítják különböző, Nyugat-Európában igen népszerű tej desszertekbe 2,5-7,5%-ban, gyakorta keményítővel párhuzamosan (González-Tomás et al. 2009a; González-Tomás et al. 2008).

2.3.3. Az inulin táplálkozás élettani értéke

Modern nyugati fejlett társadalomban egyre nagyobb probléma az elhízás, a zsíros, koleszterinben dús élelmiszerek fogyasztása, a mozgás hiánya. Ennek a magatartásnak a közvetlen hatása lehet az érrendszeri megbetegedés, érszűkület, legvégül pedig a szívinfarktus. Ezeknek a problémáknak az okán egyre inkább előtérbe kerül az az irányzat, hogy minél kevesebb állati zsiradékot és magas kalória tartalmú élelmiszereket fogyasszunk, amelyek az egészségre ártalmasak. Szerencsére ez a tendencia az Európai Unióban és az USA-ban egyre inkább teret nyer (Kucukoner és Haque 2003). Az inulin kiválthatja az alacsony zsírtartalmú élelmiszerekben az egészségre káros összetevőket, mert rendelkezik az azokra jellemző reológiai, krémességi és állományalakító tulajdonságokkal. Állományjavító tulajdonsága mellett jelentős még az inulin prebiotikus hatása is. Az inulin a szervezet számára megemészthetetlen, így változatlanul jut el a vékonybélből a vastagbélbe. Ott aztán a szervezet számára igen fontos tejsavbaktériumok emésztik meg, ezáltal az inulin fogyasztása elősegíti hogy, a helyes bélflóra kialakuljon. Az inulin közvetett haszna továbbá hogy fokozza

a kalcium és a magnézium felszívódást, az immuntevékenységet és csökkenti a koleszterin szintet (Rowland et al. 1998; Dello Staffolo et al. 2004; Ohr 2004). Az inulindús, lisztes termékek a gyógyélelmezésben nyerhetnek teret. Mivel az inulin maga nem emészthető, a bomló rész pedig fruktóz, így a cukor betegek számára fogyasztható, mert a fruktóz nem emeli a vércukrot, továbbá nem igényel inzulint (Angei et al. 2000). Az inulin továbbá besorolható még a élelmi vagy diétás rost csoportba, amikbe olyan szénhidrátok tartoznak, amelyeket a szervezet nem képes emészteni. Ezeknek a rostoknak a jelentősége azért nagy, mert hiányukban táplálkozási betegségek alakulhatnak ki pl: székrekedés, cukorbetegség, elhízás, érlemeszesedés. A rostok elősegítik a bélben a zsíryanycserét, és az ásványi anyagok felszívódását, immuntevékenységet, szabályozzák a bélműködést. Napi 3-15 gramm mennyiség bevitele a humán széklet mikroflórájában jelentős változásokat okozhat. A rostok jelenlétének következménye hogy a vastagbélben a rövid szénláncú zsírsavak mennyisége megnövekszik, ezek pedig a bél pH-ját savas közegbe tolják, aminek tumor gátló hatása van (Biacs 2000). Az inulin abban az fejt ki hatását, mint élelmszer rost, ha a megfelelő koncentrációban van jelen, amit az Európai Unió 3-6 grammban határozott meg 100 gramm vagy 100 ml élelmszerben. A pozitív élettani, prebiotikus hatását pedig akkor fejt ki ha 3-8 gramm közötti mennyiségben van jelen (Coussement 1999; Meyer et al. 2009).

Továbbá megjegyezendő, hogy az iparban használt leggyakoribb adalékanyagok, mint például a karragén vagy a módosított keményítők, ilyen fajta egészségvédő tulajdonsággal nem rendelkeznek.

2.4. Reológiai módszerek áttekintése

A reológia a külső erők hatására az anyagban bekövetkező alakváltozásokkal (deformáció) foglalkozó tudományág. A reológiai mérések a vizsgált minta típusától, halmazállapotától függően rendkívül sokfélék lehetnek. Dolgozatomban a rotációs és oszcillációs reometrával foglalkozom, ezért ezek alapjait mutatom az alábbiakban.

A rotációs méréseknél két különböző sebességgel forgó mérőelem (lap-lap, kúp-lap, koncentrikus hengerek stb.) közé helyezik a mintát, ami által egy meghatározott deformációsebességet vagy nyírófeszültséget hoznak létre. A két elem közül az egyik általában áll, míg a másik az előre meghatározott sebességgel forog. A rotációs viszkoziméterek a newtoni és a nem newtoni folyadékok megismerésében lehetnek a kutatások.

Az oszcillációs reológiai méréseknél a mérőtest tengelyét adott frekvenciával és amplitúdóval, sinusfüggvény szerint oszcillálva mozgatjuk. Ezen módszerek segítségével a viszkoelasztikus szilárd vagy folyékony anyagok vizsgálhatók, továbbá kis viszkozitású folyadékok, polimer oldatok, paszták, gélek és merev szilárd anyagok esetén is alkalmazható objektív mérésekre.

A leggyakrabban használt mérőelemek az alábbiak:

1, Koncentrikus hengerek

Két típust különböztetünk meg egymástól: Searle-: a belső henger mozgásban van, a külső áll, míg a Couette típusnál az ellentétes felállás van érvényben. Ezen mérőeszközök esetén a viszkozitás a forgatónyomaték (M [Nm]) és a forgási tengelytől való távolság (r [m]) függvénye. Abban az esetben, ha a rés elég alacsony a nyírófeszültség és a forgatónyomaték viszonya csak a mozgó henger méreteitől fog függeni, amely állandó, így a nyomaték mérésével a nyírófeszültség számolható.

A deformáció sebesség a szögsebesség (n [1/min]), a forgási tengelytől való távolság és a belső henger alakjának a függvénye. A fordulatszám mérésével válik számolhatóvá a deformáció sebessége, mivel a hengerek geometriája állandó, de csak abban az esetben ha elég keskeny rés van a két henger között.

2, Kúp-lap mérőrendszer

Ezen mérőrendszerek egy lapból és egy igen kicsi kúpszögű, majdnem sík kúpból állnak. A legtöbb esetben a kúp helyezkedik el felül, és rotációs vagy oszcillációs mozgást végez, míg a lap áll, mozdulatlan.

A kúp alakját a sugara (R [mm]) és a kúpszög ($[\alpha^0]$) határozza meg. A mérőrendszert jellemzi még a két elem közötti legkisebb távolság (h [mm]). Ideális esetekben a $h=0$, de a legtöbb mérőrendszerénél 0,05 mm.

A nyírófeszültség a forgatónyomaték függvénye:

$$\tau = C_{cp} * M \quad [Nm]$$

C_{cp} egy állandó amely arányos a kúp sugarával és a kúpszöggel

A deformáció sebesség a szögsebesség (ω [rad/s]) és a kúpszög függvénye:

$$\gamma = \omega / \alpha = C * n \quad [1/s]$$

3, Lap-lap mérőrendszerek

Ezen rendszerek két lapból állnak, amely közül az alsó áll, míg a felső mozog. A felső lap méretét a kör átmérője jellemzi (R [mm]). Továbbá a mérőrendszert jellemzi még a két lap

közötti távolság (h [mm]). A h függ a minta tulajdonságától, annál kisebb távolságot kell kiválasztani minél kisebb a minta viszkozitása.

A nyírófeszültség a forgatónyomaték függvénye:

$$\tau = C_{pp} * M \quad [\text{Nm}]$$

C_{pp} egy konstans ami arányos a felső lap átmérőjével

A deformáció sebesség a szögsebesség függvénye:

$$\gamma = \omega/\alpha = C * n \quad [1/\text{s}]$$

C egy állandó és állandó a lap átmérőjével és a réstávolsággal

Vagyis γ közvetlenül kiszámítható a fordulatszámából.

4, Speciális alakú keverőelemek

A tengelyeken előfordulhat korong, tű, szeg, henger vagy üreges henger. Továbbá a tengely lehet szárnyas, szöges.

2.4.1. Rotációs módszerek

A newtoni és a nem newtoni folyadékok folyásgörbéjének meghatározásához rotációs viszkozimétereket használnak. Ezen görbét kétféle módszerrel lehet meghatározni: mérhető a nyírófeszültség a deformációsebesség függvényében (CSR: controlled shear rate method) vagy a deformációsebesség a nyírófeszültség függvényében (CSS: controlled shear stress method). A gyakorlatban a CSR az elterjedtebb mivel mérés technikailag könnyebben kivitelezhető.

Alapfogalmak:

- Nyírófeszültség

Definíciója: $\tau = F/A$ [Pa], ahol: $F[\text{N}]$ = nyíróerő, $A[\text{m}^2]$ = nyírási felület

- Deformációsebesség (sebesség gradiens, nyírási gradiens)

Definíciója: $\gamma = v/h$ [1/s], ahol v [m/s] = sebesség, h [m] = a mérőelemek közötti távolság

- Viskozitás

Definíciója: Newton törvénye alapján: $\eta = \tau/\gamma$ [Pas], ahol τ [PA] = nyírófeszültség, γ [1/s] = deformáció sebesség

Newtoni folyadékoknak nevezzük azokat az ideális viszkózus anyagokat, amelyek esetében a deformáció sebesség és a nyírófeszültség között lineáris összefüggés van, a viszkozitás értéke minden deformáció sebesség esetén állandó lesz. A folyásgörbe az origón áthaladó egyenes.

Nem Newtoni folyadékoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyek viszkozitása függ a deformációsebességtől. Ennek következtében a viszkozitást adott deformációsebesség értéknél adhatjuk meg. A folyásgörbe ebben az esetben vagy nem lineáris vagy nem halad át az origón. Ez annak tulajdonítható be, hogy a tulajdonságok függenek attól, hogy milyen fajta deformációnak, milyen erőhatásnak tesszük ki, továbbá hogy mennyi ideig vetjük alá ezeknek a hatásoknak.

A folyásgörbe segítségével meghatározható a folyáshatár τ_0 és a hatványkitevő p alapján különböztethetünk meg reológiai viselkedés fajtákat.

- *Tixotróp reológiai viselkedésnek* nevezzük azon jelenségeket, amikor az idő függvényében csökken a nyírófeszültség állandó deformáció sebesség mellett. Az oka ennek a jelenségnek a vizsgált anyag intermolekuláris kölcsönhatásainak köszönhető.
- *Pseudoplasztikus vagy nyírásra vékonyodó viselkedésnek* hívjuk azt a jelenséget, amely során a nyírófeszültség csökkenő sebességgel növekszik a deformáció sebesség függvényében, másképpen, ha a deformáció sebességét növeljük, akkor a viszkozitás csökken. A jelenség azzal magyarázható, hogy csökken a folyadék szerkezetét biztosító molekulák közötti kölcsönhatásáért felelős erő a deformációs sebesség hatására.
- *Dilatáns viselkedés* figyelhető meg azokban az esetekben, amikor a nyírófeszültség egyre növekvő sebességgel növekszik, növekvő deformáció sebesség mellett. A jelenség magyarázata az lehet, hogy a növekvő deformáció hatására a folyadék fázis kiszorul a szilárd részecskék közül és megnő a részecskék közötti súrlódás. A megnövekedett súrlódás következtében tapasztalhatunk növekvő viszkozitást a növekvő deformáció sebesség következtében.
- *Reopektikus viselkedésnek* nevezzük azt, amikor a nyírófeszültség növekszik az idő előrehaladtával, állandó deformációsebesség mellett. A jelenség az intermolekuláris kölcsönhatások révén jelentkezik: nő a súrlódás az anyag szerkezetén belül az idő előrehaladtával állandó sebesség mellett.
- *Plasztikus viselkedés* amikor a szilárd anyag megtartja a deformációt, azután is, hogy a deformáló erő megszűnik. A folyadékok plasztikus viselkedést akkor mutatnak, mikor nem kezdenek el addig folyni, míg a nyírófeszültség meg nem halad egy minimum

értéket. Ezt az értéket nevezzük folyáshatárnak. A folyásgörbén az az érték ahol a folyásgörbe metszi a nyírófeszültség tengelyt. Minél erősebb a kölcsönhatás a molekulák között, annál nagyobb értéket fogunk kapni a folyáshatárra. Ezen érték erősen függ a hőmérséklettől. Minden anyag rendelkezik folyáshatárral, viszont a gyakorlatban csak azokat vizsgálják, nevezik így, amelyeknél mérhető ez az érték.

2.4.2. Oszcillációs módszerek

A viszkoelasztikus anyagok rugalmas és viszkózus jellemzőinek meghatározására oszcillációs mérési módszereket alkalmaznak, melyek során a szilárd, rugalmas anyagokra jellemző rugalmassági, vagy tárolási modulust (G' , Pa) és a viszkózus anyagokra jellemző veszteségi modulust (G'' , Pa) határozzák meg. A mérések során a deformáció és a nyírófeszültség időben szinuszos függvény szerint változik és a következő egyenletek alapján írható le:

Alapegyenletek

Deformációt(γ) az idő függvényében a sinus görbe írja le:

$$\gamma(t) = \gamma_0 * \sin \omega t$$

Deformáció sebesség az idő függvényében:

$$\dot{\gamma}(t) = \dot{\gamma}_0 * \cos \omega t = \dot{\gamma}_0 * \sin(\omega t + 90^\circ) \quad [1/s]$$

Ideális viszkózus anyagok esetén a nyírófeszültség:

$$\tau(t) = \eta * \dot{\gamma}(t) \quad [Nm]$$

η [Pa.s] = komplex viszkozitás, folyási ellenállásnak tekinthető

Ideális elasztikus anyagok esetén a nyírófeszültség:

$$\tau(t) = G' * \gamma$$

ahol a G' [Pa] komplex modulus, az anyag szilárdságának tekinthető.

A veszteségi modulus G'' a deformációsebességgel, míg a rugalmassági modulus G' a deformációval egyenesen arányos. (Mezger 2006)

Az oszcillációs mérés technika főbb mérési módszerei az amplitúdó söprés, a frekvenciasöprés és a hőmérséklet söprés.

1, Amplitúdó söprés módszere

Ennek a módszernek a lényege, hogy állandó szögsebesség és növekvő kitérés mellett határozható meg a nyírófeszültség, amely segítségével meghatározható a rugalmassági és a veszteségi modulus értéke. A rugalmassági (G') és a veszteségi modulus (G'') értéke a kitérés

vagy a nyírófeszültség függvényében ábrázolható. A rugalmassági modulus a vizsgált anyag elasztikus, a veszteségi pedig a viszkózus tulajdonságokat jellemzi. (Mezger 2006)

A mérés kezdetén a két modulus értéke a nyugalmi állapotot tükrözi. Majd növekvő deformáció hatására a pontok csökkenésnek indulnak. Az a kitérés, ahol a G' értékek a kiindulási értékhez képest 95%-kal csökkennek, a lineáris viszkoelasztikus tartomány végének nevezzük. A gyakorlatban azt jelenti, hogy ezen határ alatt fellépő erő hatására a minta irreverzibilis változást nem szenved. Ez a pont a minta erősségét, szilárdságát jellemzi. A két modulus metszés pontjától a minta viszkoelasztikus szilárd anyag helyett ~folyadékként viselkedik. A viszkózitás, kitérés és egyéb a mintára jellemző paraméterek ebből a pontból olvashatóak le. A modulus értékek ezután csökkenő tendenciát mutatnak. Élelmiszeripari alkalmazás szempontjából fontos tényezőket lehet leolvasni az erre a szakaszra illesztett egyenesekre. Ezen értékek mutatják, hogy az anyag növekvő deformáció hatására mekkora ellenállást mutat (Zeke 2010).

2, Frekvencia söprés módszere

Ezen módszer során állandó kitérés és változó frekvencia mellett végezzük a vizsgálatokat. Általában a szögsebesség vagy logaritmus függvényében ábrázolandó a tárolási és a veszteségi modulus. Ennél a módszernél az anyag időfüggő viselkedéséről szerezhető információ. Frekvencia váltogatással érhető ez el: alacsonynál a hosszú távú stabilitásról, a magas frekvenciánál pedig a rövid távú tárolásról szerezhetők információk. A görbék lefutásának módjáról és a G' és G'' arányáról következtetni lehet a minta szerkezetére (Mezger 2006).

3, Hőmérsékletfüggés vizsgálata

Állandó szögsebesség, állandó amplitúdó és változó hőmérséklet mellett végezzük a vizsgálatokat. A veszteségi és a tárolás modulus a hőmérséklet függvényében ábrázolható.

2.5. Az inulin reológiai tulajdonságai

A szilárd zsírok, mint a margarin és a vaj helyettesítésére az inulin alkalmas lehet, mivel reológiai tulajdonságai megegyeznek a pótolni kívánt anyagokéval. A kutatás során az inulint 20-25-30%-os mennyiségben keverték vízhez, majd a gélképző képességét vizsgálták a hőmérséklet és a keverési idő függvényében. Szuszpenziót készítettek 20-40°C -on, melynek

a reológiai tulajdonságait vizsgálták rotációs módszer segítségével, koncentrikus hengeres mérőrendszerrel, 25 1/s deformációsebesség mellett, 20, 40, 50, 60 és 70°C-os hőmérsékleten. Inulin gél állítottak elő 70°C-on, amelynek a tulajdonságait lap-lap mérőrendszerrel, 1mm-es réstávolsággal vizsgálták. A rotációs üzemmódban folyásgörbét vettek fel, az oszcillációs üzemmódnál amplitúdó söprés módszerrel, 5°C-on vizsgálták a gél szerkezet stabilitását. Az eredmények alapján megállapították, hogy az inulin szuszpenzió viszkozitása növekszik állandó hőmérsékleten, állandó deformációsebesség mellett, ami azt mutatja, hogy az inulinszemcsék megkötik a vizet és megduzzadnak. *Glibowski (2010)*

Összegezőképp elmondható, hogy az inulin gél tixotróp és nyírásra vékonyodó viselkedést mutatott, és a kereskedelmi forgalomban kapható „spread”-hez (vajkrém) hasonló szerkezeti stabilitással rendelkezik.

Villegas és Costell (2007) az inulin állománykialakító lehetőségét vizsgálták tejporral készült tejitalokban. A minták 12% tejport és 2-10% inulint tartalmaztak, melyeket 70°C -os vízzel készítettek el, majd 24 óra pihentetés követően 4°C -on vizsgálták a reológiai tulajdonságokat. Rotációs módszerrel, 1-600 1/s közötti deformációsebesség mellett, koncentrikus hengeres mérőrendszer segítségével, 5°C-on vették föl a folyásgörbét.

A görbére az Ostwald de Waale modellt illesztették és arra a megállapításra jutottak, hogy a tejitalok látszólagos viszkozitása 6-48 mPa.s közti értéket mutatott, az inulin koncentráció növelésével emelkedett az érték. A minták folyásindexe <1, azaz a tejitalok nyírásra vékonyodóak, pszeudoplasztikus viselkedésűek.

Saját kutatásom során a fenti kísérleti leírások adtak támpontot, ezek segítségével határoztam meg a kezdeti inulin, majd csicsókaliszt koncentrációkat tejital és zsírpótló mintákban.

3. Célkitűzés

A dolgozatban azt vizsgáltam, hogy a nyers csicsóka gumóból milyen módszerrel lehet természetes állománykialakítóként használható terméket előállítani, illetve a termék milyen reológiai és érzékszervi jellemzőkkel bír.

Kutatásom főbb céljai az alábbiak voltak:

- ~ Szárításos technológiával csicsókaliszt előállítása 5 csicsókafajta felhasználásával
- ~ Csicsókaliszt alkalmazása sűrítőanyagként tejitalban.
- ~ A tejitalok érzékszervi minősítése és reológiai jellemzése rotációs viszkozimetriás módszerrel.
- ~ Csicsókaliszt alkalmazása zsírpótlóként.
- ~ A zsírpótlók minősítése oszcillációs reológiai módszerrel.

4. Anyag és módszerek

4.1. Kutatások helyszíne

Méréseimet a Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Laboratóriumában végeztem.

4.2. A kutatás során fölhasznált anyagok

Inulin, (Orafti® GR, Hollandia)

Csicsóka minták származási helyei és felhasznált fajták és a dolgozatban használt kódjelük:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| • Tápiószelei Agrobotanikai Intézet | • Szent István Egyetem Szarvasi Karának Tangazdasága |
| ○ Tápió sima (TTS) | ○ Tápió sima (SZSZ) |
| ○ Gyöngyvér (TGY) | ○ Tápió korai (SZTK) |
| | ○ Tápió bárdi (SZB) |

4.3. Kutatások menete

A munkám során nyers csicsóka gumók beszerzését követően az előkészítő műveleteket végeztem el, majd csicsókalisztet állítottam elő. A csicsókalisztet tejitalban és zsírpótlóként próbáltam ki és a kapott termékeket reológiai módszerekkel minősítettem.

4.3.1. Előkészítő műveletek

A cél a csicsókaliszt előállítása.

1, Tisztítás

A csicsóka gumóját a szennyeződésektől megtisztítottam, bő vízzel, koptatással, az erősen földes részekenél hámozással.

2, Darálás

A tisztítást követően a gumókat földaraboltam, majd egy Philips típusú háztartási darálóval 3 percig daráltam.

3, A nyers darált csicsóka vízzoldható szárazanyagtartalmának mérése

A mérés során 5 g mintát egy vászonba helyeztem, kipréseltem a minta levét, majd Atago DBX-55 típusú digitális refraktométer segítségével meghatároztam a minta vízzoldható szárazanyagtartalmát. A vizsgálatokat 3 ismétléssel végeztem el.

4, A csicsóka liszt elkészítése

A darált csicsókát 80°C-on LMIM LP 232/1-es típusú szárítószekrényben szárítottam, mindaddig, amíg a minta nedvességtartalma 5% alá nem csökkent. Ezzel biztosítani lehetett a minták mikrobiológiai stabilitását. A nedvességtartalmat RADWAG MAC-50 típusú gyors nedvességmérővel határoztam meg. A méréseket háromszor ismételtam meg.

A szárítmányt Braun 4191 típusú háztartási botmixerrel ledaráltam, majd a nagyobb méretű részeket 200µm-es átmérőjű szitát használva leszitáltam. A cél volt, hogy a szitálás után a csicsókalisztben ne maradjanak olyan részek, amelyek a további vizsgálatok során a folyadékminták alján kiülednek.

5, Kémiai analízis

Az inulintartalom meghatározását az MSZ 3625-74 szabvány alapján végeztem el. Első lépésként a minták redukáló-, majd pedig az összescukor tartalmát mértem meg, Schoorl módszer szerint. A pontos inulin tartalom kiszámításakor az összes cukor tartalomból kivontam a redukáló cukor tartalmát.

4.3.2. Tejitalok készítése és vizsgálata

4.3.2.1. Az inulinos minták elkészítése

Első lépésként megvizsgáltam, hogy milyen koncentrációban kell alkalmazni az inulint ahhoz, hogy állománykialakító, viszkozitásnövelő hatása tejital készítéséhez megfelelő legyen.

Szakály (2001), valamint Villegas és Costell (2007) kísérletei alapján 1, 5, 10 és 20% inulintartalmú mintákat állítottam elő. A kimért inulin mennyiségekhez 100°C-os, 2,8% zsírtartalmú tejet adtam, majd 10 percig kevertem, majd szobahőmérsékletűre hűtöttem. Tekintve, hogy a szakirodalom szerint (Villegas és Costell 2007) az inulin viszkozitásnövelő, állományjavító hatásának kialakításához néhány órás pihentetés és hűtés szükséges, az elkészült mintákat 24 órán keresztül hűtőszekrényben tároltam. Az elkészült minták és a tej reológiai tulajdonságait rotációs módszerrel vizsgáltam, és a kapott eredmények alapján választottam ki, hogy a csicsókalisztet milyen koncentrációban alkalmazzam.

Az eredmények alapján a különböző csicsókafajtákból készült liszteket 5%-os koncentrációban használtam föl a minták elkészítéséhez.

4.3.2.2. Rotációs reológiai mérések.

A mérést Physica MCR 51, Anton-Paar reométerrel, C-PTD mérőrendszerrel CC27 mintatartó hengerrel és ST-24 mérőfejjel végeztem. A minták folyásgörbáját 4 °C-os hőmérsékleten, 100-1000 1/sec-os deformációsebesség tartományban mind növekvő, mind csökkenő deformációsebesség mellett vettem fel. Minden mintánál a mérést háromszor ismételttem meg. Az adatok kiértékelésekor a Rheoplus v32 szoftverrel dolgoztam. A mérési adatokra a Herschel-Bulkley modellt illesztettem:

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^p, \text{ ahol}$$

τ = nyírófeszültség [Pa]

τ_0 = folyáshatár [Pa]

$\dot{\gamma}$ = deformációsebesség [1/s]

K = konzisztencia index, vagy látszólagos viszkozitás

p = folyás index

A modell használata általános, és segítségével meghatározható, hogy az adott minta rendelkezik-e folyáshatárral, valamint, hogy a vizsgált minta melyik reológiai típushoz tartozik. A folyás index értékét $p=1,5$ értéken rögzítettem.

4.3.2.3. Érzékszervi vizsgálatok

Az inulinnal illetve a csicsókalisztekkel, mint állománykialakítókkal kakaós tejitalokat készítettem és ezeket érzékszervi bírálatoknak vettem alá, hogy megállapítsam: a csicsókaliszt, mint természetes adalékanyag okoz-e a fogyasztók számára kellemetlen ízt vagy illatot.

Elsőként a kakaós tejital receptúráját határoztam meg. Három mintát készítettem el, melyek cukor koncentrációban tértek el egymástól. A minták 10, 13 és 26%-ban tartalmaztak cukrot, 2%-ban kakaót és 5%-ban inulint. Az összetevőket összemértem, majd a 70°C-os tej 1/3-ában főloldottam és alaposan elkevertem. Ezt követően a maradék tejjel felöntöttem és az így kapott mintákat 90°C-ra melegítettem fel, majd lehűtöttem 4°C-ra. Ezeket a mintákat alkalmaztam az érzékszervi bírálatra. A pontozásos érzékszervi bírálat 100 pontos rendszer alapján történt. Ebből 10-10 pont adható az illatra, az összbenyomásra és a színre, 35 pont adható a minta állományára, ízére. A bírálatot 16 fős bíráló panellal végeztem. A mellékletben az 1. ábrán látható a bírálati lap.

Az első érzékszervi minősítésnél kapott eredmények alapján a cukor tartalmat 13%-ban határoztam meg. Ez alapján a receptúra alapján két csicsókafajta lisztjével készítettem tejitalt és referenciaként egy inulinos mintát is. A két csicsókafajta kiválasztásának szempontja az volt, hogy az érzékszervi bírálók megkülönböztetik-e, van-e megjelenésbeli

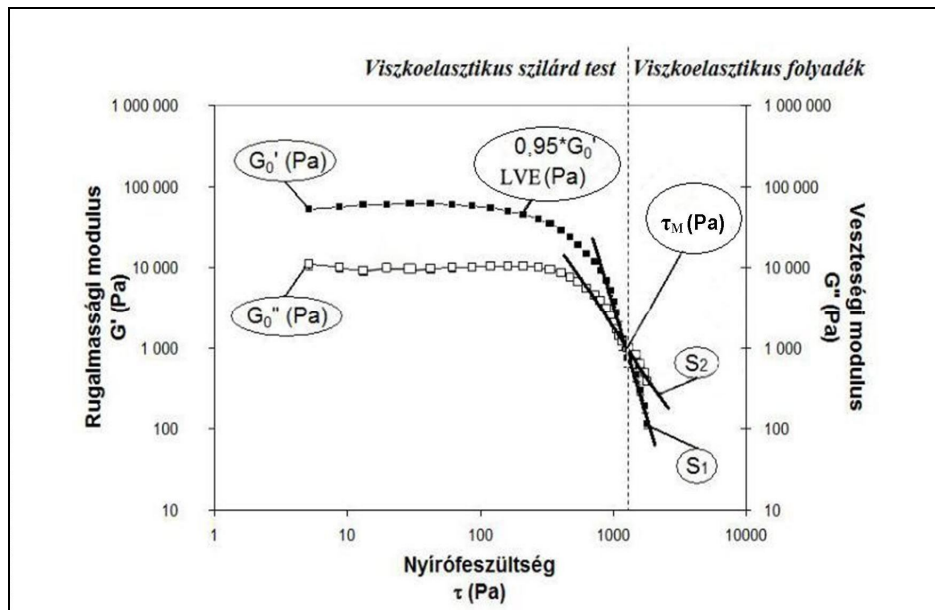
különbség az azonos reológiai tulajdonsággal rendelkező mintákat között. Az italok elkészítésének módja megegyezik az 1. érzékszervi vizsgálatnál leírt módszerrel.

4.3.3. Zsír pótló keverékek készítése és vizsgálata

A műszeres vizsgálatokat az inulinos minták koncentrációjának meghatározása és a minták előkészítése előzte meg, melynek során 20 g inulinhoz 15, 20, 30, 40 ml vizet adtam. Ezt követően a minták a következő jelzést kapták: 20/15, 20/20, 20/30, 20/40. A minta elkészítése során az előre kimért inulin porhoz 100°C-os vizet adtam és 10 percig kevertem, majd a mintákat a reológiai mérések megkezdéséig hűtőszekrényben tároltam.

A műszeres vizsgálatot MCR 51 Physica, Anton-Paar reométerrel oszcillációs üzemmódban, P-PTD200 mérőlappal és PP50/S mérőfejjel 1 mm-es réstávolsággal végeztem el. Amplitúdó söprés módszerét használtam. A mérés paraméterei: 0,01-200% közötti kitérés, 10 radian/sec szögsebesség, 40 mérési pont, 10 másodpercenkénti mérés, a mérés hossza 400 sec, a mérés 4°C-on zajlott. A méréseket háromszori ismételtsben végeztem el. Kontrol mintaként Rama margarint használtam, a mérési paramétereket ebben az esetben módosítani kellett, a hőmérsékletet 20°C-ra kellett emelni, mert a Rama margarin 4°C-on túlságosan rideg volt a mérések elvégzéséhez.

Az amplitúdó söprés módszerével kapott reogramról (2. ábra) a következő paramétereket olvastam le: a G'_0 és G''_0 , a rugalmassági és a veszteségi modulus kezdeti értékét jelöli. Ezek a minta nyugalmi állapotára jellemző értékek. Ahol a kezdeti ponthoz képest 95%-ra csökkennek az értékek az az LVE, a lineáris viszkoelasztikus tartomány vége, amely azt jelenti, hogy ezen határ alatt fellépő erő hatására a vizsgált minta nem szenved irreverzibilis változást. A hirtelen csökkenő tendenciát mutató szakaszra illesztett egyenes meredeksége az S_1 és S_2 . Ezek az értékek azt mutatják, hogy a minta növekvő deformáció hatására mekkora ellenállást mutat, mely a kenhetőséget modellezi. Minél kevésbé meredek ez a szakasz, annál kisebb deformáló erő kell a minták elkenéséhez. Ha a minta kenhető, lágy, akkor a meredekség kicsi, ha vágható, kemény, „törik”, akkor a meredekség nagy. A rugalmassági és a veszteségi modulus metszéspontjától (τ_M) a minta viszkoleasztikus szilárd anyag helyett viszkoelasztikus folyadékként viselkedik. A metszéspontban számoltam a komplex viszkozitást, amely a G' és G'' értékek vektoriális összege alapján határozható meg.



2. ábra: Az amplitúdó söprés módszerével kapott jellemző reogram és főbb paraméterei

A kapott eredmények kiértékelése után a 20/30-as összetétel mellett döntöttem, amit a csicsókaliszteknél alkalmaztam.

A csicsókaliszttel készült zsírpótló összeállításánál 20 g csicsókához 30 ml 100°C-os vizet adtam, amelyet 10 percig kevergettem, majd a hűtőszekrényben 3 napig tároltam. Kontrol mintának a 20/30-as inulin gélt használtam. A reológiai mérésnél ugyanazokkal a paraméterekkel végeztem el a mérést, mint az inulinos mintáknál.

5. Eredmények és értékelés

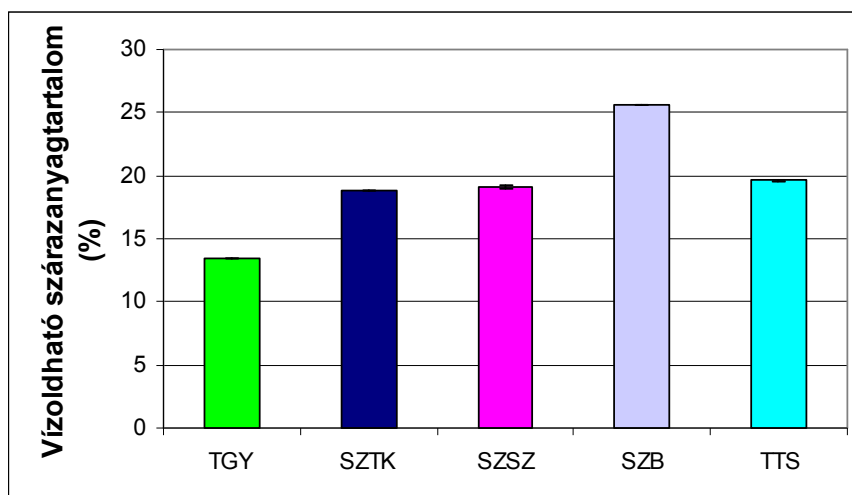
A kísérletek első lépéseként a rendelkezésemre álló öt csicsókafajta jellemzőit vizsgáltam nyers, majd szárított állapotban.

5.1. A csicsókafajták jellemzése

A kísérletek során vizsgált csicsókafajták két termőhelyről származtak, Szarvasról és Tápiószeléről. A Tápió sima fajtát mindkét termőhelyről beszereztem, ezért a minták kódolásában ezt is jelöltem. Valamennyi fajtát az érési időszakban, 2011. november végén szedtem, és két héten belül vizsgáltam, illetve feldolgoztam, mivel a gumók a tárolás alatt gyorsan változnak, az inulintartalom egy-két hónap alatt is jelentősen csökkenhet. (Angeli 2000)

A fajták között szemrevételezés alapján a gumók méretében, színében és a felületi jellemzőiben is nagy különbségeket találtam. A csicsókagumóra jellemző, hogy a felszíne kiemelkedésekkel, dudorokkal, kinövésekkel tarkított, ami a feldolgozást megnehezíti, ezért fontos fajtajellemző ezek jellege, előfordulása. A Tápió korai (SZTK) és a Bárdi (SZB) fajták héjszíne világos, tört fehér, közepes méretűek, a csicsókára jellemző sok kinövés a felszínükön. A Gyöngyvér fajta (TGY) gumói aprók, sok kinövés, héjszíne lila. A Tápió sima fajtát nemesítéssel fejlesztették ki a Tápiószelai Agrobotanikai Központban. Jellemzője, hogy a feldolgozást könnyítendő, a felülete sima, megjelenése a burgonya gumóhoz hasonló, közepes méretű, sima felszínű.

Az érettség ellenőrzése érdekében vizsgáltam a nyers csicsókafajták vízdíszható szárazanyag-tartalmát (3.ábra)



3.ábra: Az egyes csicsókafajták vízdíszható szárazanyag-tartalma

(TGY: tápiószelai gyöngyvér, SZTK: szarvasi tápió korai, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZB: szarvasi bárdi, TTS: tápiószelai tápió sima)

Az egyes fajták vízoldható szárazanyag-tartalma jelentős különbségeket mutatott (3. ábra). A legalacsonyabb értékkel, 12,82%, a TGY csicsóka rendelkezett, míg a legmagasabb vízoldható szárazanyag-tartalom, 25,6% az SZB fajtának tudható be. Az eredmények összhangban vannak az irodalmi hivatkozásokkal (Kaldy et al. 1980; Angeli et al. 2001; Molnár 1985; Balogh 2006), amely munkákban a csicsóka szárazanyag tartalmát 18-22% között határozták meg. A megfelelő szárazanyag-tartalom utal arra, hogy a csicsóka gumók megfelelő érettségi állapotban lettek leszedve, és a feldolgozás pillanatában is még frissek, épek voltak.

5.2. A csicsókalisztek jellemzői

A nyers csicsókát mosás, hámozás és darálás után szárítószekrényben, 80°C-on 5% alatti nedvességtartalomig szárítottam. Szárítás után az egyes fajták nedvességtartalma 4,08-4,90% között alakult, jelentős különbséget nem mutatott.

A szárítást követően többszöri darálás és 200 µm-es szitálás segítségével ún. csicsókaliszt állagát tekintve a háztartási búzaliszthez hasonlít, attól színében és szagában viszont eltér. A csicsókaliszt vajszerű és kissé édeskés illattal rendelkezik. A 4. ábrán 3 csicsókafajta lisztje látható.

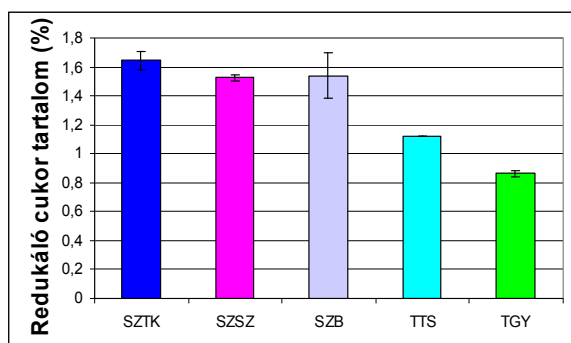


4. ábra A TGY, az SZTK és a TTS csicsókából készült lisztek

(TGY: tápiószelei gyöngyvér, SZTK: szarvasi tápió korai, TTS: tápiószelei tápió sima)

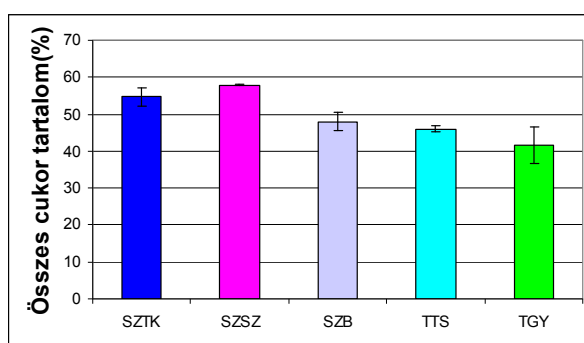
A csicsókaliszteket, mint állománykialakítókat vizsgáltam további munkám során. Az állománykialakító hatást elsősorban az inulin fejtí ki, ezért megmértem a csicsókalisztek inulintartalmát. A mérés során a redukáló és összes cukor tartalmát is meghatároztam, melyek alapján az édesítő hatásra is következtetni lehet.

A 5. a-c. ábrák a csicsókalisztek redukáló cukor tartalmát, összes cukor tartalmát, és az inulin tartalmát mutatják.



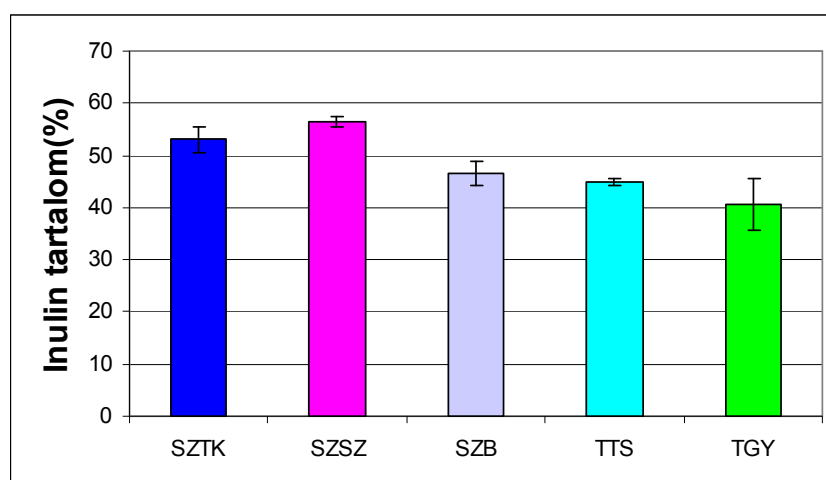
5. a ábra

Csicsókalisztek redukáló cukor tartalma



5. b ábra

Csicsókalisztek összes cukor tartalma



5.c ábra

Csicsókalisztek inulin tartalma

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)

Az egyes csicsókafajtákból készült lisztek összes cukor-, redukáló cukor- és inulintartalma különböző volt. A redukáló cukor tartalom mindegyik csicsókafajtánál alacsony értéket mutatott, a gumók alacsony szabad monoszacharid tartalommal rendelkeznek. Ez arra utal, hogy a csicsókák a megfelelő időben lettek betakarítva, az inulin valószínűleg még nem tudott bomlásnak indulni. A legmagasabb redukáló cukor tartalommal (1,67%) a SZTK fajta rendelkezett, így ettől a mintától lehet a legmagasabb édesítőerőt várni.

A csicsókalisztek inulintartalma 40% fölötti értéket mutatott, az egyes fajták között jelentős különbségeket figyeltem meg. Kimagasló értékkel az SZSZ (56,4%) és az SZTK (53,1%), míg a legalacsonyabb inulin tartalommal (40,61%) a TGY fajta rendelkezett.

A TGY fajta mutatta a legalacsonyabb összes cukor- (0,86%) és redukáló cukor- (41,47%), valamint inulin tartalmat (40,61%). Ennek a fajtának a kiválogatásában nagy szerepet játszott a gumó különleges lila színe, aminek a fajta a népszerűségét köszönheti.

Összességében megállapítható, hogy az alkalmazott feldolgozási technológiával

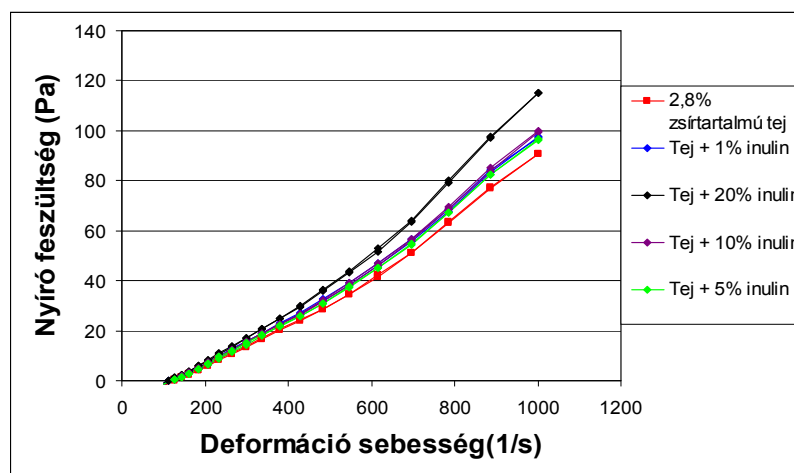
sikerült magas inulintartalmú csicsókaliszteket előállítani. A továbbiakban ezen lisztek állománykialakító hatását vizsgálom.

5.3. A csicsókalisztek állománykialakító hatása tejitalokban

Az inulin egyik jelentős élelmiszeripari felhasználási területe a tej-, illetve joghurtitalok állományának javítása (Meyer 2007). A csicsókalisztek állománykialakító hatását 2,8% zsírtartalmú tejben vizsgáltam.

A vizsgálatok első lépéseként kereskedelmi forgalomban kapható inulin felhasználásával kiválasztottam azt a koncentrációt, amelynek megfelelően majd a csicsókaliszteket is adagolom. Az inulin koncentrációt a tejitalok általános gyártástechnológiája (Szakály 2001), továbbá a szakirodalomban leírt korábbi kísérletek (Villegas és Costell 2007) alapján 1, 5, 10 és 20%-ban határoztam meg.

A különböző inulintartalommal elkészített tejitalok folyásgörbéit rotációs viszkozimetriás módszerrel határoztam meg, növekvő és csökkenő deformációsebesség mellett. A 6. ábrán az inulinnal készített minták folyásgörbéi (nyírófeszültség a deformációsebesség függvényében) láthatók.



6. ábra: Különböző inulintartalommal készült tejitalok és a kontroll minta (2,8% zsírtartalmú tej) folyásgörbéi

A folyásgörbék lefutásukat tekintve nagyon hasonlóak, a kezdeti szakaszon a növekedés lineáris, a görbék nem különülnek el egymástól. 400 1/sec-os deformációsebesség értéknél a folyásgörbék szétválnak, és a különbség növekszik a mérés végéig. A minták nem mutatnak hiszterézist, a vizsgált deformációsebesség tartományban mind növekvő, mind csökkenő deformáció sebesség mellett ugyanazokat az értékeket adják. Tehát tixotróp, időfüggő reológiai tulajdonsággal nem rendelkeznek, ami arra utal, hogy szerkezeti

viszkozitással nem rendelkeznek, azaz különböző mechanikai hatásokra (pl. keverés, rázás) nem változik a viszkozitásuk, az állományuk.

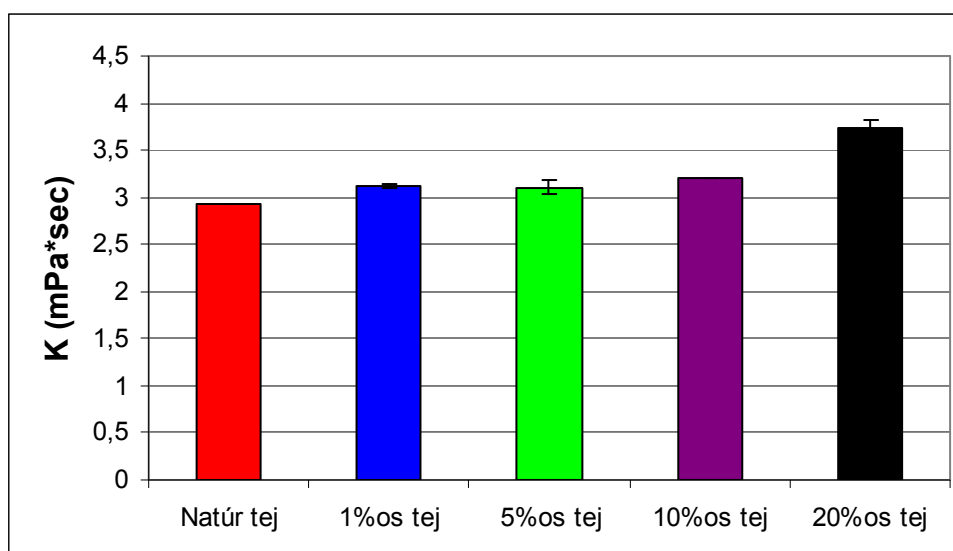
A folyásgörbékre—Herschel-Bulkley modellt illesztettem. Ennek a modellnek a használata általános, melynek paraméterei alapján a reológiatípus, a folyáshatár és a látszólagos viszkozitás határozható meg.(melléklet 2. ábra)

A folyás index értékét 1,5-ben rögzítettem, mivel ezen érték mellett mutatta a modell legjobb illeszkedést a mérési adatokra. Az illeszkedés jóságát a korrelációs tényező, R^2 alapján ellenőriztem, és valamennyi minta esetén 0,99 fölötti értékeket kaptam. A folyás index értéke alapján a minták lehetnek newtoni folyadékok ($n=1$), nyírásra vékonyodó, pszeudoplasztikus anyagok ($n<1$) vagy nyírásra vastagodó, dilatáns anyagok ($n>1$). Az inulinnal készült tejsitalok esetén $n>1$, azaz a deformációsebesség növelésével nő a nyírófeszültség növekedésének mértéke. (Mezger 2006) Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy erőteljesebb mechanikai hatás, pl. intenzívebb keverés hatására a minta egyre nagyobb ellenállást fejt ki, azaz viszkozitása növekszik. Ez a viselkedés olyan polimerekre jellemző, amelyek duzzadásra képesek, így egyre jobban kitöltik a rendelkezésre álló teret, tehát a keveréskor a köztük levő sűrűlődni is le kell győzni, így a viszkozitásuk növekszik (Figura 2008).

A modell alapján egyik minta sem rendelkezik folyáshatárral, azaz plastikus viselkedést nem mutat.

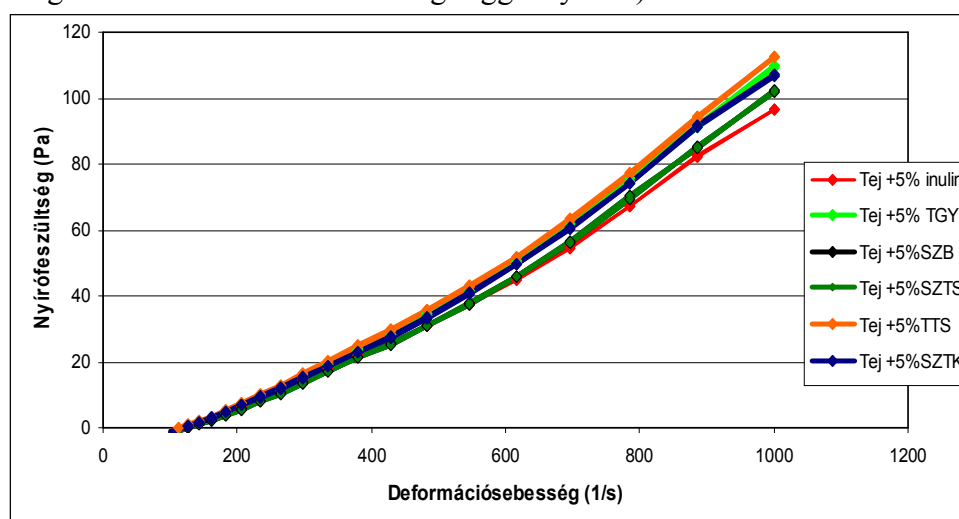
A számolt látszólagos viszkozitás, azaz K értékek a 7. ábrán láthatóak. A legkisebb nyírófeszültség értékeket a nyers tej, mint referencia minta, míg a legnagyobb értékeket a 20%-os minta mutatja. Az 1, 5, és 10% inulinnal készült minta közel azonos eredményekkel rendelkezik. Azt a következtetést lehet ezen adatokból levonni, hogy az inulin állományjavító képessége nem elhanyagolható. Ezzel igazoltam azokat az irodalmi közléseket, hogy az inulin állománykialakító, struktúramódosító hatású. (Coussement 1999; Voragen 1998; Wada et al. 2005).

Az inulinnal készített minták eredményei alapján úgy döntöttem, hogy a csicsókaliszteket 5%-os koncentrációban adagolom a kísérleteim során. A kiválasztásban nagy szerepet játszott, hogy a cél egy tejes ital kialakítása, és Szakály (2001) szerint a hazai termékekben maximum 5%-ban lehet jelen állománykialakító. A másik tényező, amely alapján döntöttem, hogy csak bizonyos mennyiség felett lehet prebiotikumnak, illetve rostnak minősíteni az inulint (Coussement 1999; Meyer es Stasse-Wolthuis 2009).



7. ábra: Különböző inulintartalommal készült tejsitalok és a kontroll minta (2,8% zsírtartalmú tej) látszólagos viszkozitása

Az 8. ábrán az 5% inulinnal, illetve csicsókaliszttel készült minták folyásgörbéi (nyírófeszültség értékei a deformációsebesség függvényében) láthatóak.

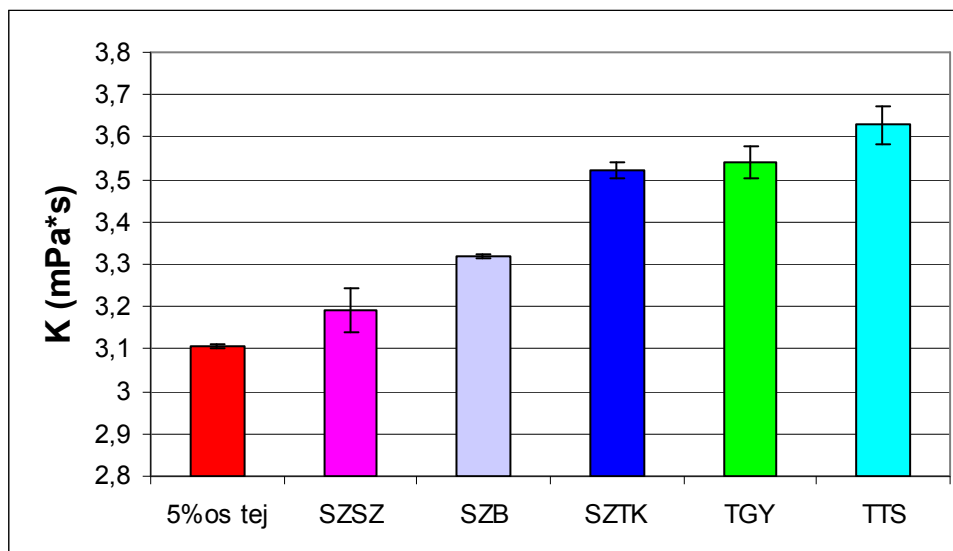


8. ábra: Inulinnal, illetve különböző csicsókalisztekkel készült tejsitalok folyásgörbéi

(SZB: szarvasi bárdi, SZTS: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)

A különböző fajtákból készült csicsókalisztekkel készített tejsitalok folyásgörbéi lefutásukat tekintve hasonlóak az inulinnal készült mintákéhoz és egymáshoz: a kezdeti szakaszon lineáris a növekedés, a minták nem különülnek el. 400 1/sec-os deformációsebesség értéknél a függvények szétválnak, és a különbség növekszik a mérés végéig. A minták nem rendelkeznek hiszterézissel, a deformációsebesség tartományban mind növekvő, mind csökkenő deformációsebesség mellett ugyanazokat az értékeket adták. Tehát tixotróp tulajdonsággal nem rendelkeznek.

Az inulinnal készült mintákhoz hasonlóan az adatokra a Herschel-Bulkley modellt illesztettem, amely az R^2 értékek alapján megfelelőnek bizonyult. (melléklet 2.ábra). A csicsókaliszttel készült minták hasonló reológiai viselkedésűek, mint az inulinnal készült minták, azaz plasztikus viselkedést nem mutatnak, és nyírásra vastagodó, dilatáns anyagok. A 9. ábrán a Herschel-Bulkley modell segítségével kapott K értékek láthatóak.



9. ábra: Inulinnal, illetve különböző csicsókalisztekkel készült tejitalok látszólagos viszkozitása

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió síma, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió síma)

A referencia értéke a legalacsonyabb, amely mutatja, hogy a csicsóka magasabb értékekkel rendelkezik, ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy az állománykialakító képessége, jobb, mint az inulinnak.

A legalacsonyabb értékkel a referenciaként szolgáló 5%-os inulinos minta rendelkezik. A jelen vizsgálat alapján, az állapítható meg, hogy a megegyező koncentrációban fölhasznált csicsókaliszt állománykialakító hatása reológiai szempontból hatékonyabb, mint az inulinnak. A legnagyobb értékkel az TTS, míg a legkisebbekkel az SZSZ csicsókaliszt rendelkezik.

A kapott eredményekből az a következtetés vonható le, hogy a csicsókával, mint állománykialakítóval, reológiai szempontból érdemes foglalkozni, és ~~elsősorban~~ tej-, illetve joghurtitalok esetében.

5.4. Tejitalok érzékszervi vizsgálata

A csicsókalisztek állománykialakítóként akkor használhatóak sikeresen, ha a megfelelő reológiai tulajdonságok mellett kedvező érzékszervi jellemzőket érhetünk el vele. Ezért a

csicsókalisztekkel kakaós tejitalokat készítettem és azokat pontozásos érzékszervi bírálatnak vettem alá. Elsőként inulin felhasználásával különböző cukortartalmú receptúrákat állítottam össze az általános tejital gyártástechnológiát alapul véve.(Szakály 2001).

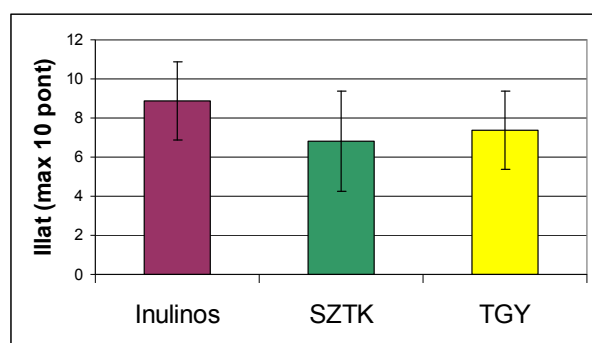
Az érzékszervi vizsgálat eredményei a melléklet 3. a, b, c, d, e, f ábráin láthatók. A bírálók szín, illat, állomány alapján hasonlóknak találták a különböző cukortartalommal készült tejitalokat, míg az íz alapján nagyon megoszlott a véleményük. Alapvetően édesnek találták a mintákat, de az egyéni ízlésnek megfelelően ezt pozitívan vagy negatívan értékelték.

Az 1. táblázatban a minták egyes tulajdonságaira adott pontjai alapján a számított rangszámok láthatók. A legkedvezőbb minta az, amelyik a legkisebb rangszámmal rendelkezik. A bírálók véleménye alapján a 13%-os cukor tartalommal készült minta volt a legnépszerűbb. A csicsókalisztes tejitalok elkészítésénél a receptúrát ezen érzékszervi vizsgálat eredménye alapozta meg.

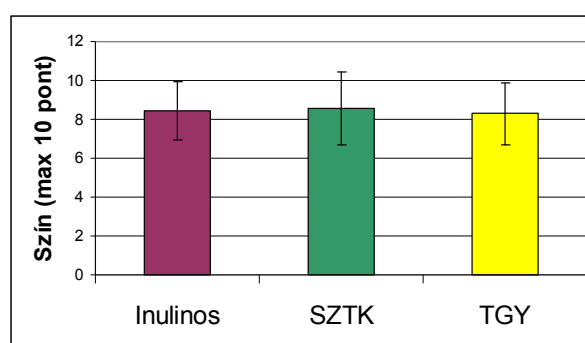
1. táblázat Az inulinnal készült tejitalok érzékszervi bírálata alapján adott rangszámok

Cukor-tartalom	Szín	Illat	Íz	Állomány	Össz-benyomás	Össz-pontszám	Rangszám összeg
10%	3	2	1	3	1	2	12
13%	2	3	2	1	2	1	11
26%	1	1	3	2	3	3	13

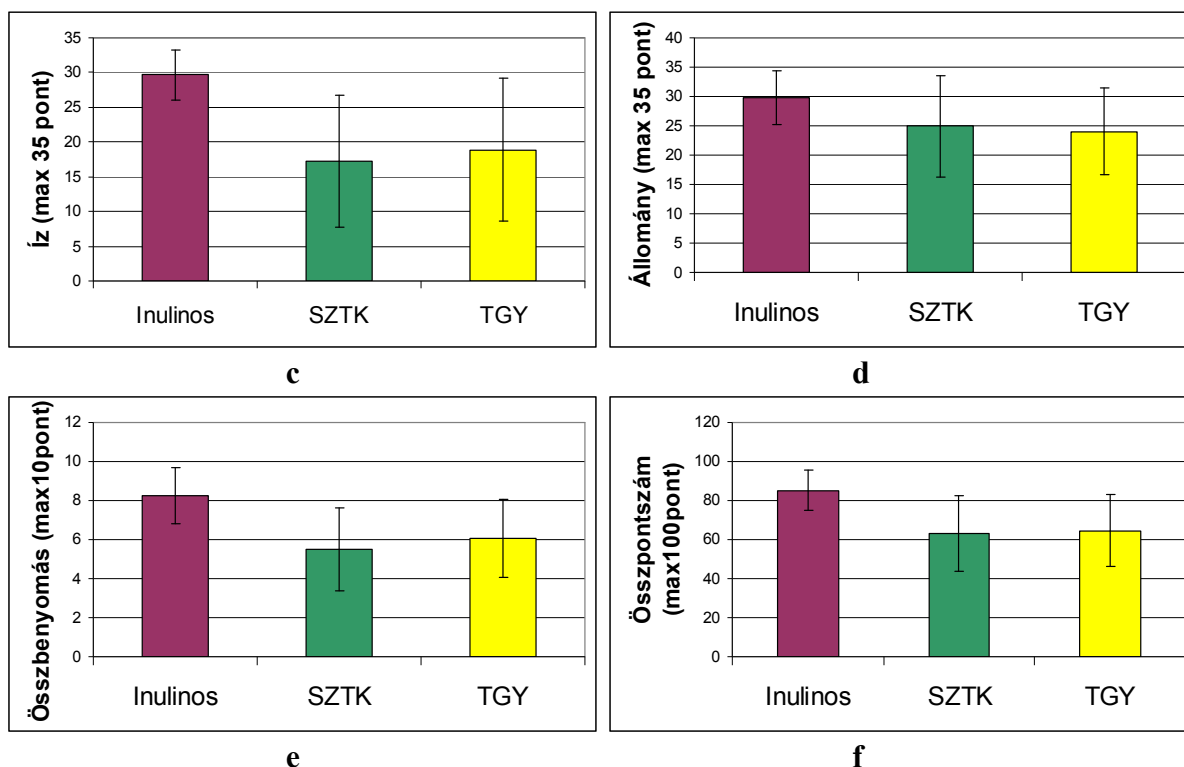
A 10. a-f ábrán a csicsókaliszttel készült kakaós tejitalok érzékszervi vizsgálat eredményei láthatók.



a



b



10. ábra: A csicsókaliszttel készült kakaós tejitalok érzékszervi bírálati eredményei (a: illat, b: szín, c: íz, d: állomány, e: összbenyomás, f: összpontszám)

Az érzékszervi bírálók véleménye alapján a csicsókás minták fogadtatása nem volt egyhangú, amit a nagy szórás is mutat. Az egyes mintákra adott pontszámok függenek attól, hogy a bírálók hogyan tekintenek rá, mihez hasonlítják: egy kereskedelmi forgalomban kapható tejitalhoz vagy esetleg egy funkcionális élelmiszernek tekinthető, egészséges, természetes anyagokból készült italhoz. Befolyásolja az eredményeket az is, hogy a különböző korosztályok esetleg más szemmel tekintenek erre a termékre, más ízvilágot ítélnék kedvezőnek. Az illat, az íz, az állomány, az összbenyomás és az összpontszám szempontjából az inulinnal készült minta lett a legnépszerűbb, míg a szín szempontjából a minták hasonló értékeket mutattak. A kétféle csicsókalisztból készült minta között számottevő különbséget a bírálók nem tapasztaltak.

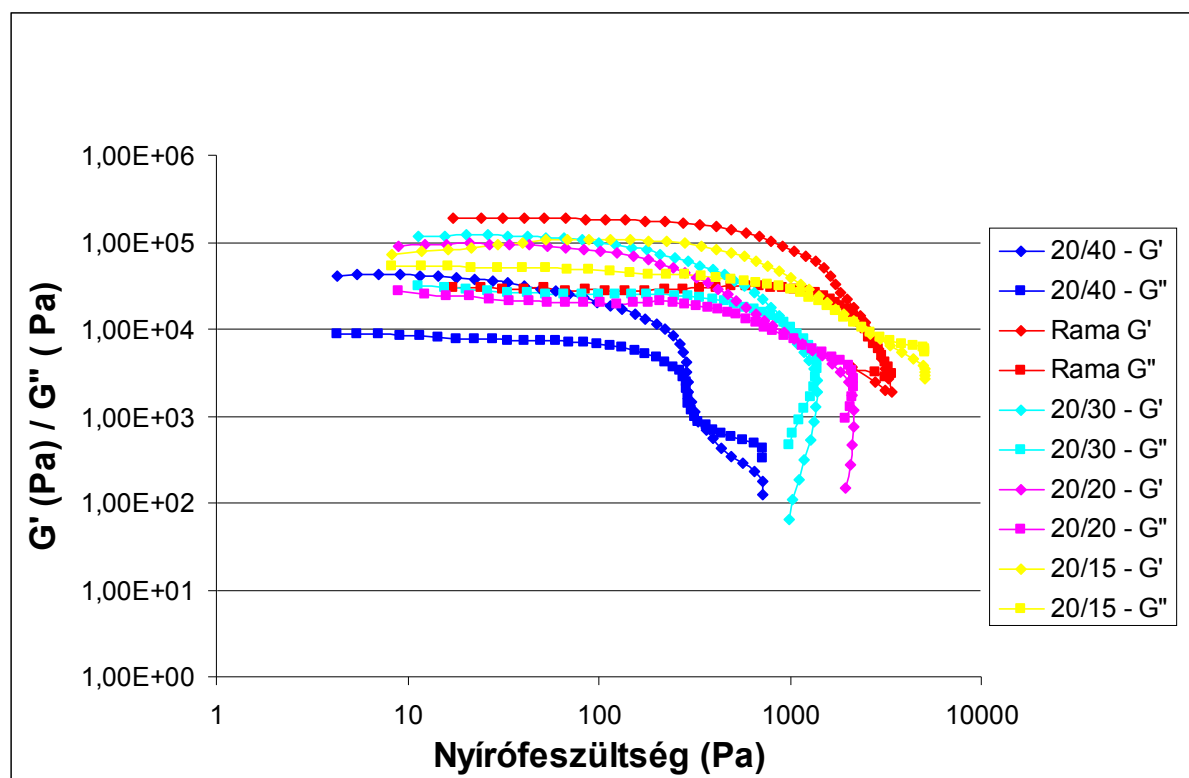
Annak ellenére, hogy a bírálóknak az inulinos ital jobban tetszett nagy általánosságban, a két csicsókalisztes minta megítélése sem volt kedvezőtlen. Eredményeim alapján érdemes a csicsókaliszttel, mint tejitalok természetes állománykialakítójával foglalkozni, bár a technológiát, illetve a receptúra összeállítását szükséges továbbfejleszteni, hogy mindenki számára elfogadható, népszerű terméket tudjak előállítani.

5.5. Csicsókalisztek alkalmazása zsírpótlóként

TDK dolgozatomban a csicsókaliszt állománykialakító hatását nemcsak tejtermékekben, hanem zsírpótló keverékekben is vizsgáltam, mivel a szakirodalomban számos utalás található arra, hogy a tiszta inulin alkalmas zsírpótlásra. (Guggisberg et al (2009), Guven et al. (2005), Kip et al. (2006), Paseepholet al. (2008))

5.5.1. Inulinnal készült zsírpótlók oszcillációs reológiai eredményei

Első lépésként kereskedelmi forgalomban kapható inulin felhasználásával készítettem keverékeket, és azok reológiai tulajdonságait a cukrászatban elterjedten használt Rama margarinnal hasonlítottam össze. A 11. ábrán az inulinos minták és a Rama G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében láthatóak.

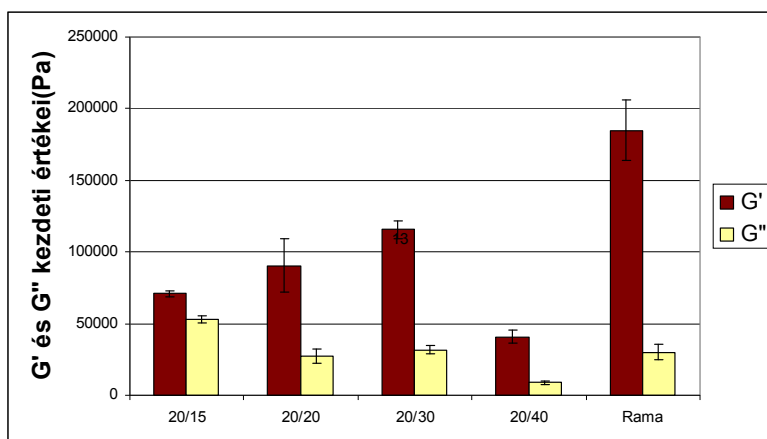


11. ábra: Különböző inulintartalmú zsírpótló gélek és a Rama amplitúdó söprés reogramjai

Mindegyik reogram esetében van egy kezdeti stagnáló szakasz, a G' és G'' értékek nem csökkenek, majd egy bizonyos pont után jelentős modulus értékcsökkenés jelentkezik. A G' és G'' függvények minden minta esetében metszik egymást. A kapott értékek alapján azt a

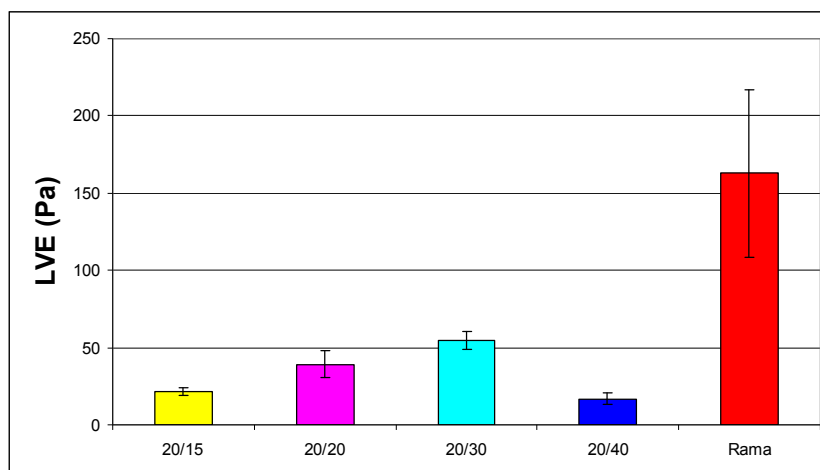
következtetést lehet levonni, hogy a 20/20 és 20/30-as koncentrációban készült inulin gélek G'' értékei a kereskedelemben kapható, Rama margarin G'' értékéhez igen hasonló kezdeti szakaszt produkálnak. A Rama szilárd tulajdonságát az előbb említett két minta közül még a 20/15 koncentrációjú gél is megközelítette. A 20/40-es gélnek a nagyobb folyadéktartalma a reológiai tulajdonságokat oly módon befolyásolta, hogy az, mint zsírpótlót alkalmatlanná teszi. Az inulinos minták reológiai tulajdonságai alapján választottam ki azt a koncentrációt, amellyel a csicsókaliszttel készült zsírpótlókat állítottam elő.

A 12-16. ábrán az inulinnal készült minták oszcillációs reogramjairól leolvasható paraméterek láthatók.



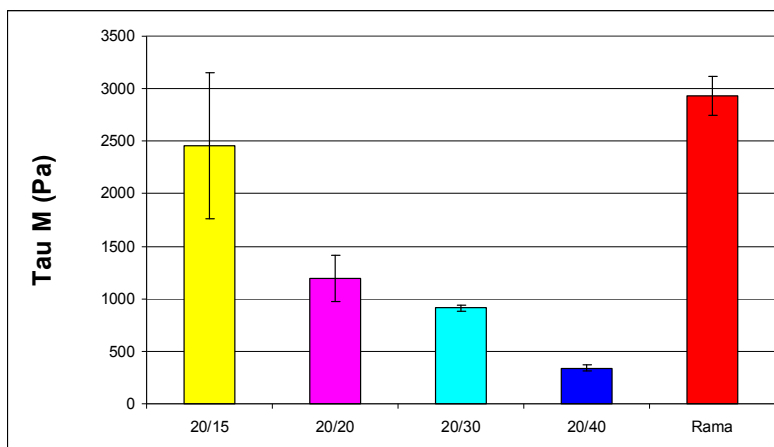
12. ábra Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama kezdeti G' és G'' értékei

A 12. ábrán megfigyelhető, hogy a Rama margarin rendelkezik a legnagyobb G' értékkel, ami arra utal, hogy nyugalmi állapotban ennek a mintának a legnagyobb a szilárdsága. Az inulinos minták közül a legnagyobb értéket a 20/30-as minta éri el. A legalacsonyabb értékkel a 20/40-es minta rendelkezik, ennek a gyakorlati jelentősége, hogy a minta nyugalmi állapotban is viszonylag kevésbé szilárd, közelít a folyékony állapothoz. A G'' értéket vizsgálva arra a megállapításra jutottam, hogy a 20/20, 20/30 és a Rama azonos nagyságrendbe esik, vagyis mindhárom minta nyugalmi állapotban közel azonos mértékben viszkózus, míg a 20/15-s minta a legkevésbé, a 20/40-es pedig a leginkább rendelkezik a folyadékokra jellemző kezdeti tulajdonságokkal. Megjegyzendő, hogy az inulin koncentrációjának csökkentésével a minták G' értékei növekedtek, ami a 20/40-es minta esetében már nem valósult meg, nem épült ki az a szerkezet, ami a többi inulinos mintánál jellemző volt. A nagy víztartalom miatt kevésbé lett szilárd, így zsírpótlónak kevésbé alkalmas.



13. ábra: Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama LVE értéke

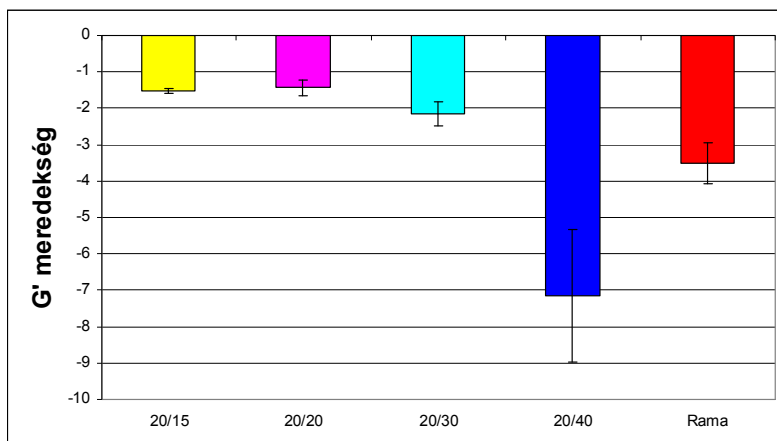
A 13. ábrán LVE értékek láthatók, azaz a viszkoelasztikus tartomány vége. Ez azt jelenti, hogy ezen deformáció értéke alatt a minta irreverzibilis változást nem szenved. A gyakorlat számára a minta stabilitását mutatja. A legstabilabb, a deformációnak ellenállni tudó minta a Rama margarin, melyet a 20/30-as minta követ. Megjegyzendő hogy a 20/15-s minta, habár az inulinos minták közül a legnagyobb keménységet lehetett tapasztalni, mégis a legkisebb deformációra képes volt megváltoztatni az állagát. A 20/30-as minta közelíti meg legjobban a referenciaként tekintett Rama margarin értékét.



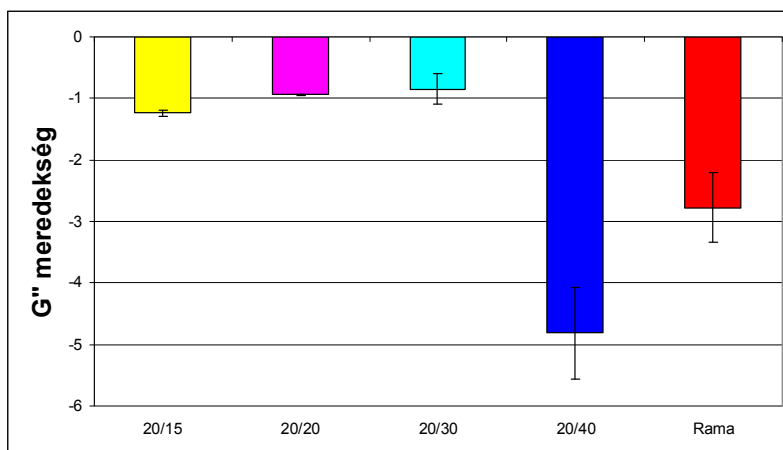
14. ábra: Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama nyírófeszültsége a metszéspontban τ_M

A 14. ábrán a Tau M értékek láthatók. A fázishatár érték a Rama margarinnál lett a legmagasabb, míg a 20/40-es mintánál a legalacsonyabb, tehát a minták közül a jelen vizsgálat során a legkrémesebb, zsírszerű anyagnak adódott. Megfigyelhető, hogy a folyadék koncentráció csökkentésével az értékek is csökkentek. A víztartalom növelésével a minták egyre kisebb nyírófeszültség értéknél váltak viszkoelasztikus szilárd anyagból

viszkoelasztikus folyadékká, azaz egyre kisebb deformáció hatására váltak könnyen kenhetővé, „folyóssá”.

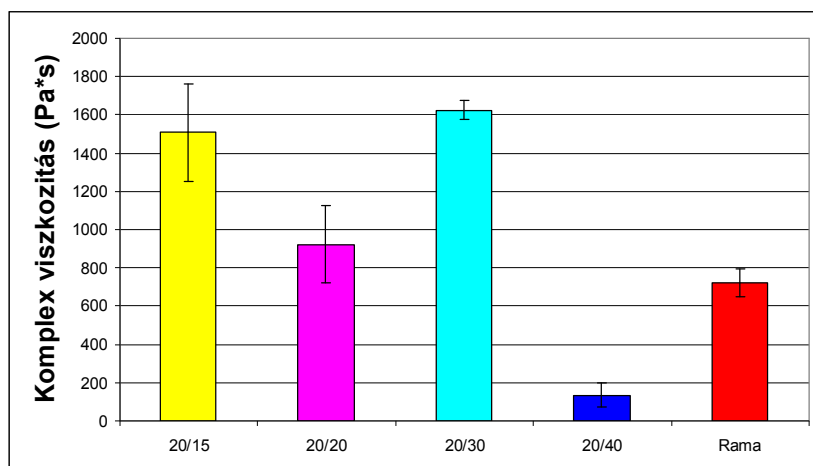


15. ábra: Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama G' meredeksége



16. ábra: Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama G'' meredeksége

A 15-16. ábrán látható a minták G' és G'' szakasz meredeksége, a lineális viszkoelasztikus tartomány vége és a metszéspont között. Gyakorlati jelentősége, hogy a növekvő deformációra mennyire lesz kenhető az adott minta. A legintenzívebb változást a 20/40-es minta mutatta, melyet a Rama követett. A másik három minta, (20/15, 20/20, 20/30) tulajdonságai kedvezőbbek a fogyasztó számára, mert egyenletesebb viselkedést mutatnak, nem lép be egy drasztikus állapotváltozás egy bizonyos a deformáció hatására.



17. ábra: Az inulinnal készült zsírpótló gélek és a Rama komplex viszkozitása

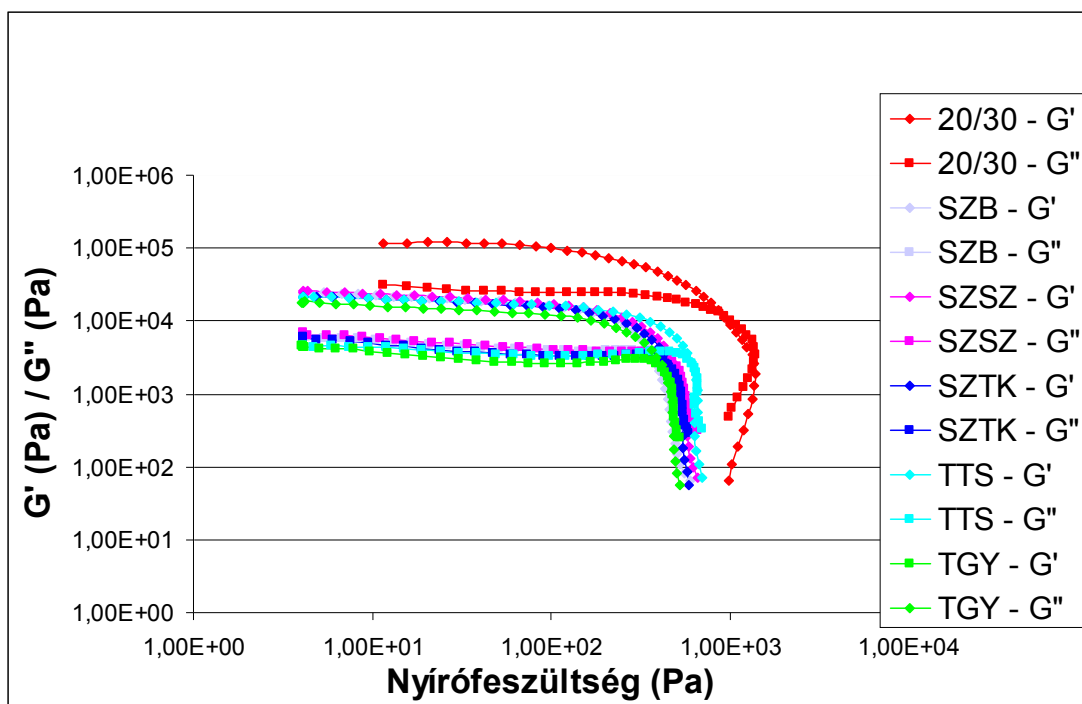
A 17. ábrán a komplex viszkozitás értékei láthatóak. Legmagasabb értékeket a 20/30-as és 20/15-ös minta mutatja, ezeket a 20/20-as és a Rama követi, míg legkisebb viszkozitással a 20/40-es minta rendelkezett.

Az amplitúdósöprés módszerével végzett oszcillációs reológiai vizsgálat gyakorlati jelentősége az, hogy széles deformációtartományban vizsgáljuk a minták rugalmas és viszkózus tulajdonságait. Eredményeim és tapasztalataim alapján az inulinos mintákat hűtő hőmérsékleten azonnal, probléma nélkül, könnyedén a mérések alá lehetett vetni. Az élelmiszer felhasználási gyakorlatban ez azt jelenti, hogy könnyen kenhetőek és vághatóak voltak. A Rama margarinról nem mondható ugyanez el, sőt még 20°C-on is jóval magasabb értékeket mutatott, annak ellenére, hogy a kezdeti stabilitása jelentősen nem haladja meg az inulinos mintákét.

Az értékek és az ábrák alapján a 20/20-as és a 20/30-as minta kiválasztása tűnik a legkézenfekvőbbnek. Ennek a két mintának a reológiai tulajdonságai a legmegfelelőbbek. A két minta közüli választás egy egyszerű, mégis logikus szempont alapján történt: költséghatékonyság és kalóriatartalom szempontjából a 20/30-as minta a kedvezőbb, mivel több vizet tartalmaz. A csicsókalisztekkal tehát 20/30-as arányban készítettem zsírpótló keverékeket.

5.5.2. A csicsókaliszttal készült zsírpótlók oszcillációs reológiai eredményei

A csicsókaliszttal készült zsírpótló gélek és a referenciaként alkalmazott 20/30-as inulinos minta amplitúdósöprés reogramjait mutatja a 18. ábra.

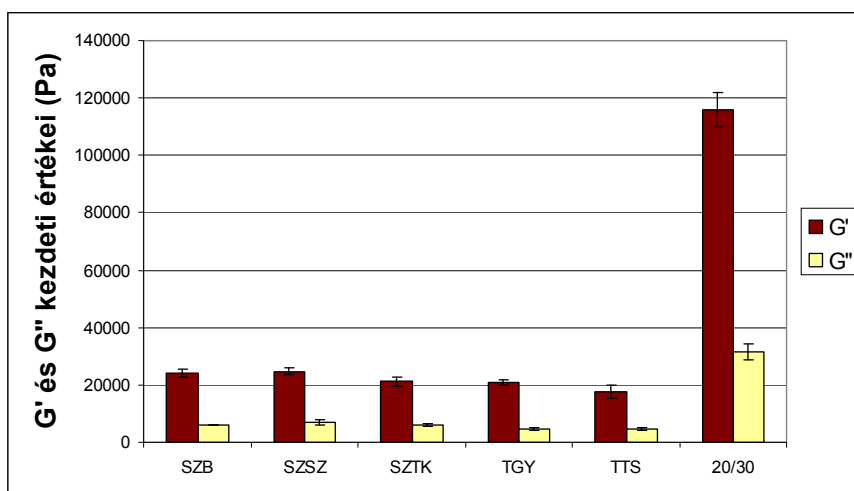


18. ábra: A különböző csicsókalisztekkel, illetve inulinnal készült zsírpótló gélek amplitúdó söprés reogramjai

(SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, SZB: szarvasi bárdi, TTS: tápiószelei tápió sima, TGY: tápiószeleii gyöngyvér)

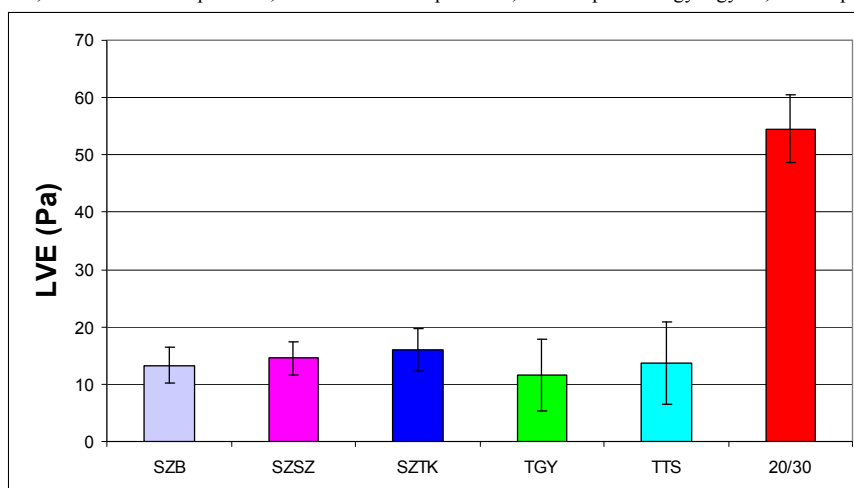
A csicsókaliszttal készült minták hasonló lefutásúak voltak, mint az inulinnal készült minták, csak kisebb G' és G'' értékekkel jellemezhetők. A csicsókalisztből készült minták reogramjai között jelentős különbség nem látható.

A 19-24. ábrán a csicsókaliszttal készült minták oszcillációs reogramjai láthatók.



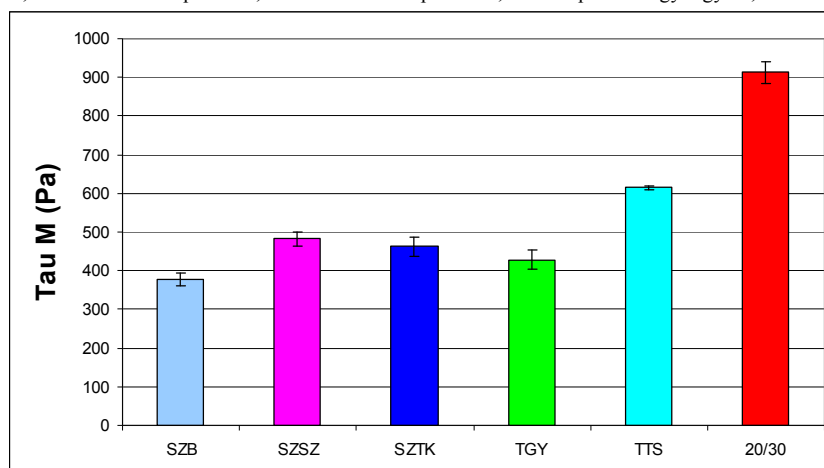
19. ábra A különböző csicsókalisztekkel, ill. inulinnal készült zsípótló gélek kezdeti G' és G'' értékei

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)



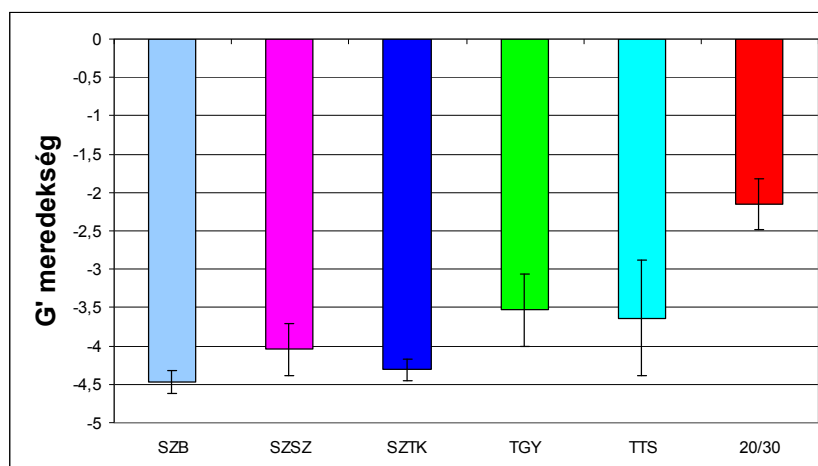
20. ábra A különböző csicsókalisztekkel, ill. inulinnal készült zsípótló gélek LVE értéke

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)



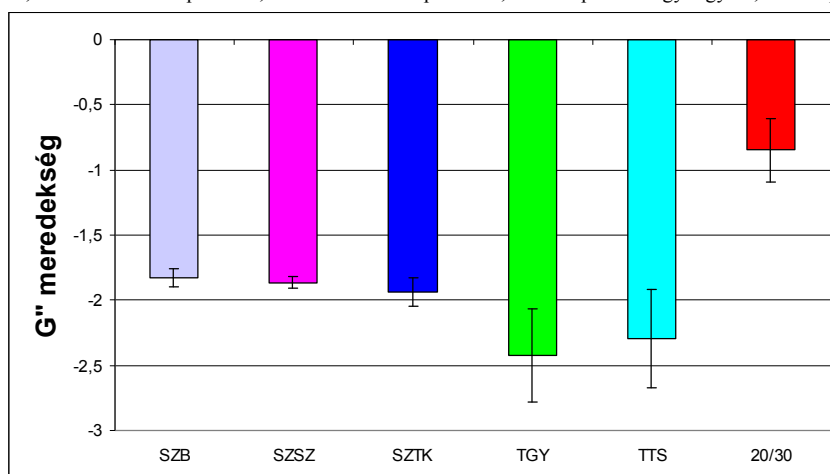
21. ábra A különböző csicsókalisztekkel, ill. inulinnal készült zsípótló gélek TauM értéke

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)



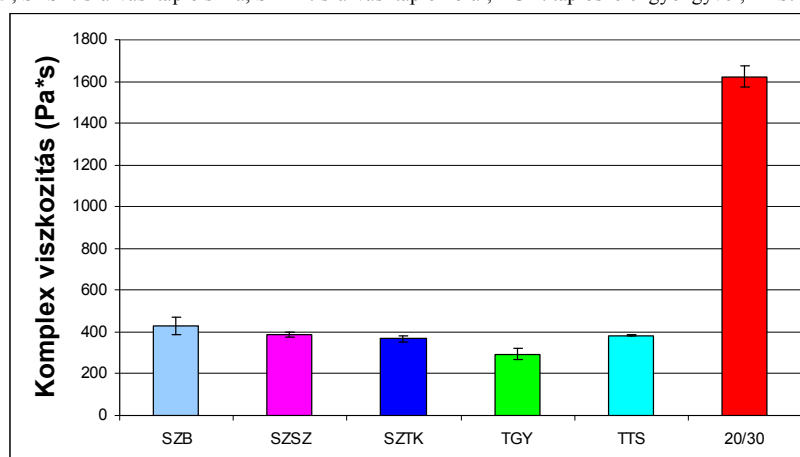
22. ábra A különböző csicsókalisztekkel, illetve inulinnal készült zsípótló gélek G' meredeksége

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)



23. ábra A különböző csicsókalisztekkel, illetve inulinnal készült zsípótló gélek G'' meredeksége

(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)



24. ábra A különböző csicsókalisztekkel, illetve inulinnal készült zsípótló gélek komplex viszkozitása

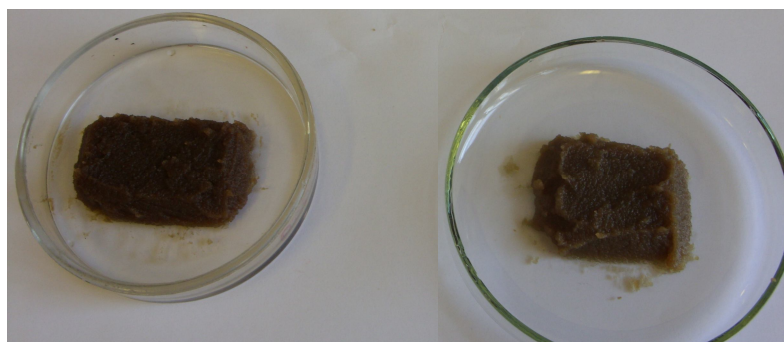
(SZB: szarvasi bárdi, SZSZ: szarvasi tápió sima, SZTK: szarvasi tápió korai, TGY: tápiószelei gyöngyvér, TTS: tápiószelei tápió sima)

A G' és G'' kezdeti érték, az LVE érték, a τ_M , és a komplex viszkozitás az inulinnal készült minta esetén kimagaslóan nagyobb volt, mint a csicsókalisztes mintáknál, míg G' és a G'' meredekségénél a kisebbnek bizonyult. A vizsgálatok összegzéseként elmondható, hogy az inulinos minta komplex viszkozitása, kezdeti szilárdsága nagyobb, míg a kenhetősége rosszabb, mint a csicsókás mintáknak. A különböző csicsókalisztekből készült minták kezdeti G' , G'' kezdeti, illetve LVE értékek között nem volt szignifikáns különbség. A τ_M és a komplex viszkozitás alapján a csicsókafajták megkülönböztethetőek voltak. A legmagasabb LVE értékkel az SZTK, a legalacsonyabbal a TGY rendelkezett. A τ_M esetében a TTS rendelkezett magasabb értékkel a többi mintánál, míg az SZB lett a legalacsonyabb. A G' és G'' meredekség értékekből azt a következtetést lehet levonni, hogy a csicsókalisztes minták nagy deformációval szemben ellenállóbbak, stabilabbak voltak, mint az inulinosak. Az ok az lehet, hogy a csicsókaliszt az inulin mellett egyéb hidrokolloidokat (pl. sejtfalalkotó poliszacharidokat) is tartalmaz, amelyek erősítik a kialakult gél szerkezetét.

Szemrevételezés során a csicsókaliszttel készült minták színe, állaga a sötétzöld megjelenésével, heterogén, szemcsés állagával nem volt megfelelő a pontozásos érzékszervi vizsgálathoz. (25.-26.ábra) A szín mellett a minták jellegzetes illata is korlátozza azok zsírpótlóként való használhatóságát.



25. ábra: Az SZB, SZSZ és SZTK csicsókalisztekből készült zsírpótló gélek



26. ábra: TTS- és TGY-csicsókalisztekből készült zsírpótló gélek

A csicsókaliszttel készített zsírpótlók reológiai eredményei igazolták, azt, amit a korábbi kutatások az inulin gélkialakító tulajdonságáról írtak (Glibowski 2010.), sikerült az inulinnal készített mintákhoz hasonló állományt kialakítani. Az inulinnal készült mintáim oszcillációs módszerrel mért reológiai paraméterei nem minden esetben érték el a referenciaként választott Rama margarin értékét, de bizonyos tulajdonságaik jobbak voltak, mint például a kenhetőség alacsony hőmérsékleten.

A csicsókaliszttel készült zsírpótlók reológiai tulajdonságai kedvezőek voltak, azonban legfőbb hátrány a színük volt, ezért kizárólag olyan élelmiszerekben használható fel állományjavítóként, amelyek színvilága megengedi ezt, például a padlizsán krém.

6. Összefoglalás

A dolgozat célja az volt, hogy a csicsókából előállítsak egy olyan természetes állománykialakítót, amit sikerrel lehet felhasználni különböző élelmiszeripari termékekhez.

A kutatás elején 5 különböző csicsókafajta gumójából egyszerű szárítási technológiával sikeresen készítettem liszteket, amelyek magas inulin tartalommal, és szép, lisztre jellemző megjelenéssel rendelkeztek.

Az így elkészített csicsókaliszteket elsőként tejitalban alkalmaztam állománykialakítóként. A csicsókás minták elkészítését kereskedelmi forgalomban kapható inulinnal különböző koncentrációban készített minták reológiai vizsgálata előzte meg. A tejitalok reológiai jellemzését rotációs viszkozimetriás mérésekkel végeztem el. A folyásgörbékre a Herschel-Bulkley modellt illesztettem. Megállapítottam, hogy a modell megfelelően illeszkedett a mérési adatokra ($R^2 > 0,98$), a minták dilatáns, nyírásra vastagodó reológiai viselkedést mutatnak ($n=1,5$), tixotróp tulajdonságot, azaz időfüggő viselkedést nem mutatnak, folyáshatárral nem rendelkeznek. A viszkozitás értékek alapján arra következtettem, hogy 5% koncentrációban a tejes mintákban a csicsókalisztnak jobb az állománykialakító képessége, mint az inulinnak, azaz nagyobb viszkozitás növekedést lehet elérni vele. Az érzékszervi vizsgálatok során a csicsókaliszttel készült minták népszerűsége elmaradt az inulinos mintáétól, de receptúrafejlesztés segítségével egy versenyképes terméket lehet előállítani, különösen azon fogyasztók számára, akik tudatosan választják a táplálkozás étlettanilag előnyös, prebiotikummal és rosttal dúsított termékeket.

Második lépésben a csicsókalisztek vízzel készített keverékeit, mint kalóriaszegény zsírpótlókat vizsgáltam. Az inulinos minták vizsgálatával kezdtem a mérést, ahol Rama margarint tekintettem referenciának, majd a megfelelő koncentráció kiválasztást követően csicsókaliszttel is készítettem mintákat. A zsírpótló minták reológiai jellemzését oszcillációs technikával, amplitúdó söprés módszer segítségével végeztem el. A G' (rugalmassági modulus) és G'' (veszteségi modulus) kezdeti értéke, az LVE érték (linéris viszkoelasztikus tartomány vége), a τ_M (nyírófeszültség a metszéspontban), és a komplex viszkozitás az inulinnal készült minta esetén kimagaslóan nagyobb volt, mint a csicsókalisztes mintáknál, míg G' és a G'' meredeksége kisebbnek bizonyult. A τ_M és a komplex viszkozitás alapján a csicsókafajták megkülönböztethetők voltak. A csicsókaliszttel készült zsírpótlók legfőbb hátránya a színük volt, ezért kizárólag olyan élelmiszerekben használhatók fel állományjavítóként amelyek színvilága megengedi ezt, például a padlizsánkrém.

7. Irodalomjegyzék

- Angeli I., Molnár L. (1991): A gyógyító csicsóka. Pannon Agrártudományi Egyetem, Kaposvár.
- Angeli I., Barat J., Molnár L. (2000): A gyógyító csicsóka. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Araujo, E. A., de Carvalho, A. F., Leandro, E. S., Furtado, M. M., de Moraes, C. A. (2010): Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. *Journal of Functional Foods* 2: 85-89.
- Balogh L. (2006): Napraforgó fajok. in: Bottka-Dukát Z., Mihány B. (szerk.): Biológiai inváziók Magyarországon. *Özönnövények II. KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmány kötetek* 10., Budapest.
- Beck, R. H. F., Pranzik, W. (1986): Inulinhaltige Pflanzen als Rohstoffquelle. *Biochemische und Pflanzenphysiologische Aspekte*. *Starch* 38: 391-394.
- Biacs P. (2000): Inulin és oligofruktóz táplálkozási jelentősége, élelmiszeripari alkalmazása, *Élelmezés Ipar* 54 (11): 350-352.
- Boeckner, L. S., Schnepf, M. I., Tungland, B. C. (2000): Inulin: a review of nutritional and health implications. *Advances in Food and Nutrition Research* 43: 1-63.
- Cardarelli, H. R., Buriti, F. C. A., de Castro, I. A., Saad, S. M. I. (2008b): Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially symbiotic petit-suisse cheese. *LWT - Food Science and Technology* 41: 1037-1046.
- Columna, F. (1616): *Minus cognitarum stirpium pars altera*. Romae.
- Coussement, P. A. A. (1999): Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. *Journal of Nutrition* 129(Suppl.): 1412S-1417.
- Dello, Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M., Babilacqua, A (2004): Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal* 14: 263–268.
- Figura, O. L., Teixeira, A. A. (2007): *Food Physics-Physical Properties-Measurement and Application*, Springer, Berlin, pp. 186-187.
- Franck, A. (2000): Food applications of prebiotics. In: G. Gibson, F. Angus (eds.): *LFRA ingredient handbook: Prebiotic and probiotics*. Surrey, UK: Leatherhead Publishers. pp. 1-18
- Franck, A. (2002): Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* 87(Suppl.2): 287-291.

- Frank J., Szabó L. (1989): A napraforgó – *Heliantus annuus* L. Magyarország Kultúrflórája VI/15. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Franz, G., Kaus, J. (1987): Pflanzliche Polysaccharide mit Antitumorwirkung. *Z. Phytotherapie* 8: 114-116.
- Gasztonyi K., Bogdán J. (1985): Élelmiszerek kolloidikája és reológiája. Egyetemi jegyzet, Kertészeti Egyetem, Budapest.
- Glibowski, P. (2010): Effect of thermal and mechanical factors on rheological properties of high performance inulin gels and spreads. *International Dairy Journal* 99: 106-113.
- Villegas, B., Costell, E. (2007): Flow behaviour of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *International Dairy Journal* 17: 776-781.
- González-Tomás, L., Bayarri, S., Coll-Marqués, J., Costell, E. (2009a): Flow behavior of inulin-enriched dairy desserts. Influence of inulin average chain length. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 1214-1222.
- González-Tomás, L., Bayarri, S., Costell, E. (2009b): Inulin-enriched dairy desserts: physicochemical and sensory aspects. *Journal of Dairy Science* 92: 4188-4199.
- González-Tomás, L., Coll-Marqués, J., Costell, E. (2008): Viscoelasticity of inulin-starch-based dairy systems. Influence of inulin average chain length. *Food Hydrocolloids* 22: 1372-1380.
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinah, P., Buetikofer, U., Eberhard, P. (2009): Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yogurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal* 19: 107-115.
- Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., Hayaloglu, A. A. (2005): The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology* 58: 180-184.
- Juhász R., Zeke I. Cs. Balla Cs. Barta J. (2011): Oszcillációs reometria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban, *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 57(3): 169-180.
- Kaldy, M. S., Jhonston, A., Wilson, D. B. (1980): Nutritive value of Indian bread-root, squaw-root, and Jerusalem artichoke. *Economic Botany* 34: 469-476.
- Kalyani Nair, K., Kharb, S., Thompson, D. K. (2010): Inulin dietary fiber with functional and health attributes. A review. *Food Reviews International* 26: 189-203.
- Kays, S. J., Nottingham, S. F. (2007): Biology and chemistry of Jerusalem artichoke: *Heliantus tuberosus* L. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida.
- Kip, P., Meyer, D., Jellema, R. H. (2006): Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal* 16: 1098-1103.

- Kucukoner, E., Haque, Z. U. (2003): Liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikame maddelerinin Edam peynirinin tekstür ve olgunlaşmasına etkisi. *Gıda* 28: 227–233.
- Lásztity R., Törley D. (1987). *Élelmiszer Analitika I.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MÉ 1-2-89/107 (2008): Az élelmiszerekhez engedélyezett adalékanyagok általános előírásai.
- Meyer, D., Stasse-Wolthuis, M. (2009): The bifidogenic effect of inulin and oligofructose and its consequences for gut health. *European Journal of Clinical Nutrition* 63: 1277-1289.
- Meyer, P. D., De Wolf, J., Olivier, P. (2007): Inulin und Fructooligosaccharide. In: K. Rosenplenter, U. Nöhle (eds.): *Handbuch Süßungsmittel*. Hamburg, Germany: Behr's Verlag. pp. 155-193.
- Mezger, T. G. (2006): *The Rheology Handbook*. Vincentz Network, Hannover.
- Molnár L. (1987): A csicsóka termesztése és hasznosítása. Hosszúhegyi Mezőgazdasági Kombinát, Sükösd.
- Molnár L. (szerk.) (1985): A csicsóka termesztése és hasznosítása. Bárdibükk ÁG, Bárdudvarnok.
- Narayan, R., Kiessling, T., Tsao, G. T. (1988): Glycerol from the tuber of Jerusalem artichoke, Human Press, Totowa, New Jersey, pp. 45-54.
- Ohr, L. M. (2004): Nutraceuticals and functional foods. *Food Technology* 58: 71-75.
- Paseephol, T., Small, D. M., Sherkat, F. (2008): Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies* 39: 617-634.
- Roberfroid, M. (1993): Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 33: 103-148.
- Rowland, I. R., Rumney, C. J., Couttz, J. T., Lievense, L. C. (1998): Effect of *Bifidobacterium longum* and inulin on gut bacterial metabolism and carcinogen-induced aberrant crypt foci in rats. *Carcinogenesis* 19: 281–285.
- Schaller-Povolny, L. A., Smith, D. E. (1999): Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. *Journal of Food Science* 64: 555-559.
- Schaller-Povolny, L. A., Smith, D. E. (2001): Viscosity and freezing point of a reduced fat ice cream mix as related to inulin content. *Milchwissenschaft - Milk Science International* 56: 25-29.
- Soó R. (1965): *Fejldéstörténeti rendszertan*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Szabó L. Gy. (szerk.) (2010): A csicsóka, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
- Szakály S. (2001): *Tejgazdaságtan*, Dinasztia Kiadó, Budapest.

- Tárrega, A., Costell, E. (2006b): Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. *International Dairy Journal* 16: 1104-1112.
- Unk J., Szűcs Á. (1985): Beszámoló a MÜFA téma keretében az 1982-84. évi csicsókakísérlet értékeléséről. NÖMI Agrobotanikai Központ, Tápiószele.
- Villax Ö. (1947): Növénynevelés II. Különleges növénynevelés (pázsitfűfélék, gumós- és gyökérnövények, hüvelyesek). Pátria, Magyaróvár.
- Voragen, A. G. J. (1998): Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends in Food Science and Technology* 9: 328-335.
- Wada, T., Sugatani, J., Terada, E., Ohguchi, M., Miwa, M. (2005): Physicochemical characterization and biological effects of inulin enzymatically synthesized from sucrose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1246-1253.
- Yamazaki, H., Matsumoto, K. (1994): Purification of Jerusalem artichoke fructans and their utilisation by bifidobacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64: 461-465.

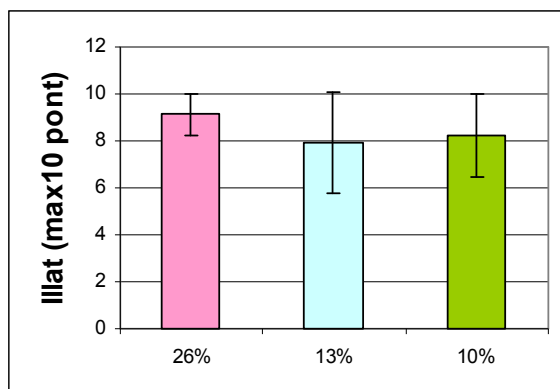
Mellékletek

Az 1. ábra Az érzékszervi vizsgálat bíráló lapja

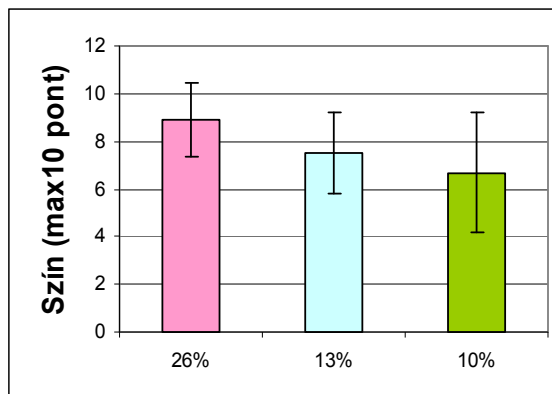
Kód	Illat Max. 10 p	Íz Max. 35 p	Allomány Max. 35 p	Szín Max. 10 p	Összbenyomás Max. 10 p	Össz. Pont Max.100p
816						
624						
763						

A 2. ábra Az inulinos és csicsókalisztes tejitalok reológiai értékei

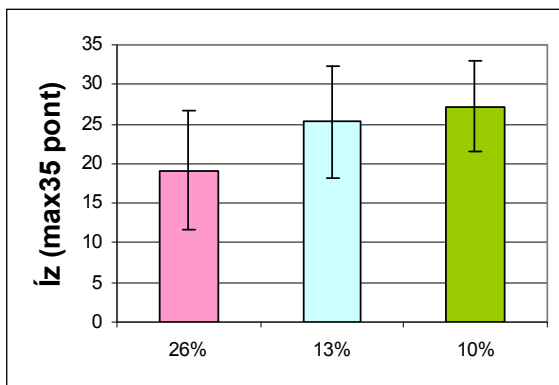
	K (mPa.s)		R2	
	átlag	szórás	átlag	szórás
natúr tej	2.9241	0.0149	0.9985	0.0007
Tej inun1%	3.1202	0.0730	0.9986	0.0009
Tej in5%	3.1061	0.0049	0.9986	0.0003
Tej in10%	3.2063	0.0877	0.9989	0.0010
Tej in20%	3.7261	0.0212	0.9986	0.0003
SZTK	3.5214	0.0180	0.9990	0.0003
SZSZ	3.1907	0.0532	0.9986	0.0004
SZB	3.3179	0.0057	0.9990	0.0006
TTS	3.6294	0.0450	0.9995	0.0002
TGY	3.5399	0.0364	0.9995	0.0003



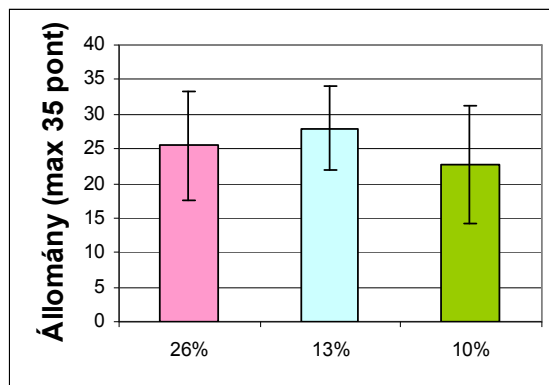
3.a ábra Illat (max 10 pont)



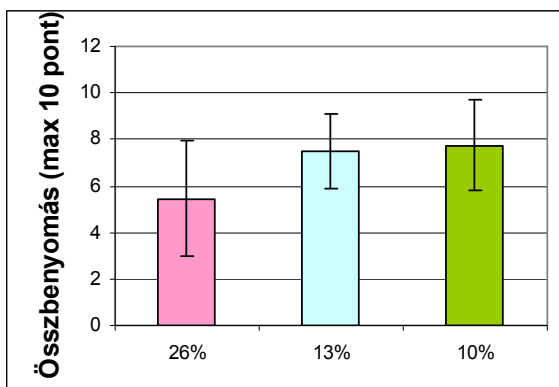
3.b ábra Szín (max 10 pont)



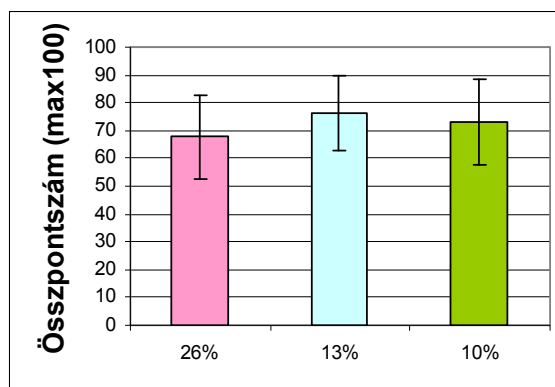
3.c ábra Íz (max 35 pont)



3.d ábra Állomány (max 35 pont)



3.e ábra Összbenyomás (max 10 pont)



3. f ábra Összpontszám (max 100 pont)