

SZAKDOLGOZAT

KOVÁCS PANNA SZAKDOLGOZAT

Kovács Panna

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gabona és Iparnövény Technológia Tanszék

Nátrium-alginát alapú édesipari termék előállításának lehetőségei

Kovács Panna

Budapest

2023

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Édes- és zsiradékgyártási technológiák és minőségügy**

Szakkolgozat készítés helye: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék


Hallgató: Kovács Panna

A szakkolgozat címe:


Nátrium-alginát alapú édesipari termék előállításának lehetőségei

Konzulens: Lambertné Meretei Anikó

Beadás dátuma: 2023. november


szakkolgozat készítés helyének vezetője
(Badakné dr. Kerti Katalin)


konzulens
(Lambertné Meretei Anikó)


Badakné dr. Kerti Katalin
Édes- és zsiradékgyártási technológiák és minőségügy

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A munka célja.....	2
3. Irodalmi áttekintés	3
3.1 Hidrokolloidok.....	3
3.1.1 Hidrokolloidok, mint sűrítőanyagok	4
3.1.2 Hidrokolloidok, mint stabilizátorok/emulgeálószeresek	4
3.1.3 Hidrokolloidok, mint zsírhelyettesítők.....	5
3.2 Nátrium-alginát.....	6
3.3 A gélképződés.....	8
3.4 Az ehető filmek.....	10
3.5 A szferifikáció.....	11
3.6 Nátrium-alginátot tartalmazó termékek	13
4. Anyagok és módszerek.....	16
4.1. Kérdőív	16
4.2. Előkísérletek	16
4.2.1. Hidratálódás vizsgálata	16
4.2.2. Hőmérséklet hatása a hidratálódásra	17
4.2.3. Szferifikáció kalcium-klorid használatával	17
4.2.4 Kísérletek különböző koncentrációkkal	17
4.2.5 Fagyasztás hatása	18
4.2.6 Kalcium-laktáttal végzett kísérletek.....	18
4.2.7 Az idő vizsgálata	19
4.3 Termékfejlesztési kísérletek	19
4.3.1 Ízesített minták készítése.....	19
4.3.2 Szferifikáció gyümölcspürével.....	20

4.3.3 Szferifikáció gyümölcslé és püré keverésével	21
4.3.4 Kísérlet cukor hozzáadásával	22
4.3.5 SMS mérés	22
4.3.6 Érzékszervi bíráló	24
5. Kísérleti eredmények és értékelésük	25
5.1 Kérdőív kiértékelése	25
5.2 Előkísérletek értékelése	28
5.2.1 Hidratálódás vizsgálata	28
5.2.2 Hőmérséklet hatása a hidratációra	29
5.2.3. Szferifikáció kalcium-klorid használatával	29
5.2.4. Kísérletek különböző koncentrációkkal	30
5.2.5 Fagyasztás hatása	31
5.2.6. Kalcium-laktáttal végzett kísérletek	32
5.3 Termékfejlesztés kísérletek kiértékelése	32
5.4 SMS mérések kiértékelése	35
5.5 Érzékszervi bíráló kiértékelése	39
6. Javaslatok	42
7. Összefoglalás	43
8. Irodalmi hivatkozás	44
9. Mellékletek	48
10. Köszönetnyilvánítás	60
11. Nyilatkozat	61

1. Bevezetés

A nátrium-alginát igen elterjedt alapanyag, nem csak a gyógyszeriparban, hanem az élelmiszeriparban is, mégis keveseknek ismerős ez az összetevő. Sokan nem tudják, hogy ez a barna algából kinyert komponens kiváló gélképző tulajdonságokkal rendelkezik, emiatt alkalmas sűrítésre, stabilizálásra, emulgeálásra, de még zsírhelyettesítésre is. Hidratálva kalcium ion jelenlétében ruganyos gélt képez, mely alkalmas élelmiszerek ehető borítására, képes befolyásolni a telítettség érzetet, de akár a húsiparban műbélként is megállja a helyét. Rengeteg potenciál rejlik a nátrium-alginátban, mely a modern táplálkozás és az élelmiszeripar fejlődését is elősegítheti.

Éppen egy ilyen innováció a szferifikáció, melyet molekuláris gasztronómiaként is emlegetnek. Az eljárás során olyan zselé burokkal körbevett individuális, töltelékkel rendelkező élelmiszereket lehet megalkotni, melyek egyaránt alkalmasak a tányér díszítésére, de önálló fogásként is megállják helyüket. Dolgozatomban egy ilyen kanalazható édesipari termék kifejlesztését szeretném bemutatni, melyet a szferifikáció különböző módszereivel kísérleteztem ki.

2. A munka célja

Kutatásom célja a nátrium-alginát, mint élelmiszer alapanyag vizsgálata, általános és élelmiszeripari felhasználásának ismertetése, valamint közvéleménykutatás indítása az alapanyag fogyasztási- és felhasználási szokásaival kapcsolatban. A kapott eredmények felhasználásával olyan nátrium-alginát tartalmú édesipari termékek fejlesztése mely széleskörűen fogyasztható az egész népesség számára: alkalmas lehet gyermekek és idősek táplálására, valamint megjelenését ítélve megnyerő lehet a tinédzserek és felnőttek számára is. Eredeti célom olyan ehető filmréteggel készült, individuális gömb alakú kanalazható termék fejlesztése, mely értékes tápanyagokban gazdag, hiszen gyümölcs-püré felhasználásával készül, ami folyékony halmazállapotban jelenik meg a termék belsejében. Célom volt továbbá a késztermék fizikai paramétereinek SMS mérőberendezésen történő vizsgálata majd érzékszervi tulajdonságainak értékelése laikus bírálók bevonásával.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 Hidrokolloidok

Az élelmiszer-hidrokolloidok nagy molekula tömegű, hidrofil tulajdonságokkal rendelkező biopolimerek, melyeket a textúra, íz és a szavatossági idő megfelelő kialakítására használnak (Dickinson, 2003). A hidrokolloidok hosszú láncú polimerek sokféle csoportját alkotják, melyek könnyen diszpergálódnak, teljesen vagy részben oldódnak, valamint hajlamosak a vízben megduzzadni. Ezen felül képesek megváltoztatni az oldatok fizikai tulajdonságait is: használhatóak sűrítőanyagként, zselésítőszerként, stabilizátorként, emulziókhöz és diszperz rendszerekhez, kristályképződés elősegítéséhez, az ízanyagok szabályozott felszabadításához stb. (Phillips and Williams, 2009). A hidrokolloid kifejezés magába foglalja az összes olyan poliszacharidot, amelyet növényekből, algákból vagy mikrobiális forrásokból nyertek ki. Ebbe a csoportba tartoznak a különböző gumik, melyek növényi nedvekből származnak, és a kémiai vagy enzimatikusan nyert keményítőtől vagy cellulózból származó biopolimerek is (Dickinson, 2003). A hidrokolloid megnevezést általában bizonyos poliszacharidokra és fehérjékre szokás használni, melyek az iparban széleskörűen alkalmazhatók, hiszen különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. (Phillips and Williams, 2009). A sok hidroxilcsoport jelenléte növeli az affinitásukat, hogy vizet kössenek meg, így hidrofillé válnak, ezenkívül a hidrokolloidok diszperziót képesek létrehozni, ami egy átmenet az oldat és a szuszpenzió között, és kolloid tulajdonságokkal rendelkezik (Saha and Bhattacharya, 2010). Emiatt hívják őket hidrofil kolloidoknak, vagy más néven hidrokolloidoknak (Valdez, 2012). A zselatin is egy különlegesen kivételes tagja ennek a csoportnak, ugyanis kiváló hidrofil és polidiszperz képességekkel rendelkezik, ám nem poliszacharid, hanem fehérje (Dickinson, 2003). Más élelmiszerfehérjéket, mint a tejsavó fehérjék, nem sorolják a hidrokolloidok közé, annak ellenére, hogy aggregációs és gélesedési tulajdonságokat mutatnak, melyek bizonyos mértékig átfedik a poliszacharidokét (Li and Nie, 2016). A hidrokolloidok az emberi egészségre is hatással lehetnek, ugyanis az étvágy szabályozásával, a bélműködés pozitív befolyásolásával, a csontritkulás kockázatának csökkentésével, a szívkoszorúér betegségek és vastagbélrák megelőzésével hozhatók összefüggésbe (Li and Nie, 2016).

3.1.1 Hidrokolloidok, mint sűrítőanyagok

A hidrokolloidokat előszeretettel alkalmazzák az iparban, ugyanis az élelmiszerek olyan reológiai tulajdonságait képesek megváltoztatni, mint a textúra vagy viszkozitás, hiszen képesek sűríteni az anyagokat, így ez a legfontosabb tulajdonságuk, mint emulgeáló-, stabilizáló-, és állománykialakító anyagok. A Codex Alimentarius Bizottság által kidolgozott International Numbering System (INS) (Nemzetközi Számozási Rendszer) alapján a sűrítőanyagok és állománykialakítók az adalékanyagok közé tartoznak a címkézés szempontjából.

Maga a sűrűsödés egy kritikus koncentráció, mely az átfedő koncentráció (overlap concentracion) (C^*) felett következik be. Ez alatt az érték alatt a hidrokolloid diszperzió newtoni folyadékként viselkedik, de a kritikus koncentráció felett nem newtoni viselkedést mutat (Phillips and Williams, 2009). A viszkozitás változásának mértéke függ a használt hidrokolloid fajtájától, koncentrációjától, a pH értéktől, a hőmérséklettől és az élelmiszertől, amiben alkalmazni kívánják. Híg diszperzióban az egyedülálló hidrokolloid molekulák szabadon mozognak, míg a koncentrált rendszerben ezek a molekulák elkezdenek egymással érintkezni, hiszen mozgásuk már korlátozottabbá válik. Az átmenet szabad mozgásból egy hálózathoz hasonlító rendszerbe tulajdonképpen maga a sűrűsödés folyamata (Valdez, 2012). Az élelmiszeripari hidrokolloidok nagy moláris tömeggel rendelkeznek (Dickinson, 2003), mely a polimer oldat viszkozitását jelentősen befolyásolja. Sőt, a molekuláris méret mellett egy polimer molekula hidrodinamikai méretét a molekula szerkezete is befolyásolja: a lineáris szerkezetű, merev molekulák nagyobb hidrodinamikai mérettel rendelkeznek, mint az elágazó, nagy flexibilitással rendelkező, ugyanolyan molekuláris tömegű polimer molekulák, így ennél fogva nagyobb viszkozitást eredményeznek (Valdez, 2012).

3.1.2 Hidrokolloidok, mint stabilizátorok/emulgeálószer

Az emulziós rendszerek kialakulásánál különbséget kell tennünk emulgeálószer és stabilizátorok között. Az emulgeálószer az egyetlen olyan kémiai anyag, vagy anyagok összessége, mely elősegíti az emulzió képződését, és fenntartja ezt az egységes rendszert a határfelületi feszültség csökkentésével. Ezzel szemben, a stabilizátor egy olyan kémiai komponens, vagy komponensek keveréke, mely hosszútávú stabilitást biztosít az emulzióknak (Dickinson, 2003). A tradicionális nézet szerint a kiváló emulgeálószer, pl.: a fehérje alapú emulgeálószer, rugalmas molekulaszerkezettel rendelkeznek, melyek gyors

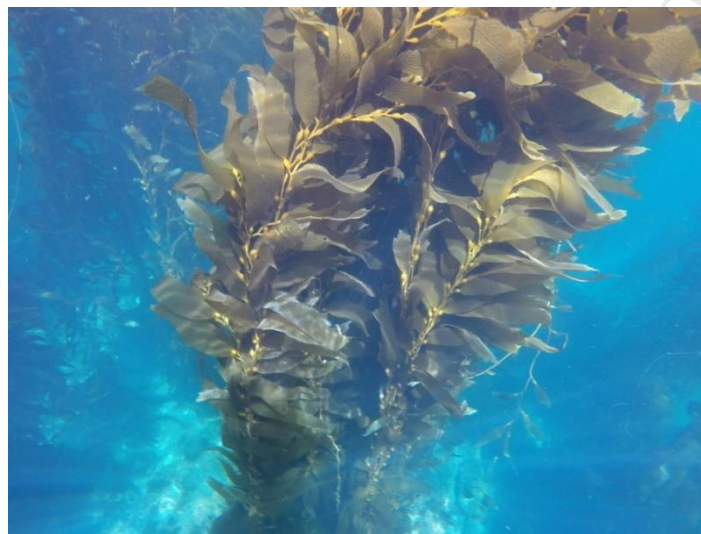
adszorpciót és átrendeződéseket eredményeznek a határfelületen. Ebből kifolyólag, a merev hidrokolloidok nem tekinthetők hagyományos emulgeálószernek, de hidrofil tulajdonságuk, nagy molekulatömegük és gélesedési képességük miatt a stabilizátorok csoportjába beleillenek. Ezen felül, néhány hidrokolloid jól adszorbeálódik az olaj-víz határfelületen, így képes stabilizálni az emulziót: késleltetik a diszpergált szilárd részecskék kicsapódását, valamint az olajcseppek újbóli egyesülését, csökkentik az olajcseppek és habok krémesedési sebességét, megakadályozzák az olajat tartalmazó gélrendszerek egyesülését, és a diszpergált részecskék aggregációját. Ezen kívül, a fehérje eredetű emulgeálószerrel összehasonlítva, a hidrokolloidok nagyobb molekulamérete és erősebb hidrofil tulajdonsága miatt vastagabb stabilizáló réteget képesek létrehozni, mely megvédi a cseppeket az aggregációtól kedvezőtlen körülmények között, mint kalciumsók jelenléte, vagy hősokk kezelés (Li and Nie, 2016).

3.1.3 Hidrokolloidok, mint zsírhelyettesítők

Mivel a különböző élelmiszer-eredetű zsírok jelentősen képesek befolyásolni az emberi egészséget, így az élelmiszeripar elkezdte a különböző termékek csökkentett zsírtartalmú változatát kifejleszteni. A zsírok jellemzően a legtöbb élelmiszerben megtalálhatók, hiszen a kívánt ízt, állagot és megjelenést biztosítják, így a zsírtartalom csökkentése a különböző érzékszervi tulajdonságok megváltozását vonhatja maga után, ezért olyan élelmiszereket kell fejleszteni, melyek az eredeti termék tulajdonságaival rendelkeznek. Erre az egyik leghatékonyabb módszer a különféle zsírpótlók és zsírhelyettesítők használata. A hidrokolloid alapú zsírpótlók közé tartozik többek között az inulin, pektin, guargumi, xantángumi, kappa-karragén, nátrium-alginát és szentjánoskenyér-gumi is. Amellett, hogy zsírpótlóként funkcionálnak, néhány hidrokolloid fokozza a zsírcsökkentett emulziók ízintenzitását azzal, hogy meghosszabbítja a nem poláros ízmolekulák diffúzióját és tartózkodási idejét a rendszerben (Li and Nie, 2016).

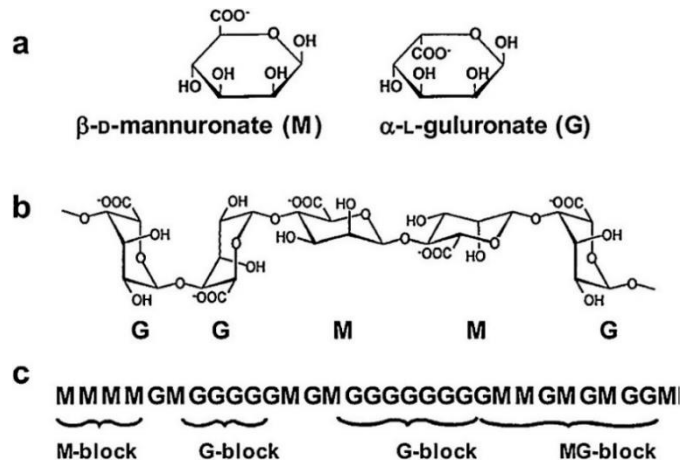
3.2 Nátrium-alginát

Az alginátok alkotják az elsődlegesen barna algákból kinyert poliszacharidok csoportját. Az alginát molekulák biztosítják a flexibilitását és szilárdságát a növénynek, valamint ezek a tulajdonságok elengedhetetlenek a tengeri körülményekhez való alkalmazkodáshoz a növekedés érdekében. A legjelentősebb algafajta mely alginátot tartalmaz a *Macrocystis pyrifera* L. (1. ábra), mely elsődlegesen az USA kaliforniai partvidékén, Dél-Amerika délnyugati és észak-nyugati partvonalán, valamint Ausztrália és Új-Zéland partjainál él. Ezen kívül még a *Laminaria hyperborea* L., *Laminaria digitata* L., és *Laminaria japonica* L. fajok a jelentősek.



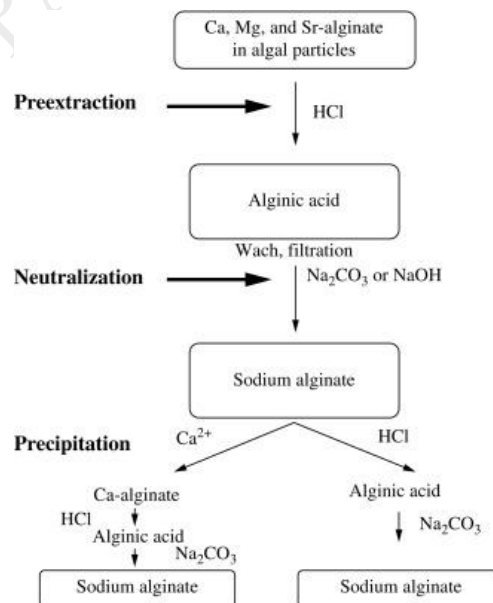
1. ábra *Macrocystis pyrifera* (Internet 1)

Az alginátokat továbbá baktériumok is képesek szintetizálni, mint a *Pseudomonas aeruginosa* és *Azobacter vinelandii* (Valdez, 2012). A kinyert alginát sav β -D-mannuron- (M) és (1-4) kötéssel kapcsolódó α -L-guluronsavból (G) áll (2. ábra), melynek sója az alginát, ami egy lineáris láncú, savas jellegű kopolimer (Sebe, Kállai-Szabó and Zelko, 2012). Az M és G szakaszok eloszlása az alginátláncokban három különböző blokk típust eredményezhet: poli-M blokkokat, poli-G blokkokat és váltakozó MG blokkokat (Dettmar, Strugala and Richardson, 2011). A G blokkok csak L-guluronsavból, az M blokkok teljes mértékben csak D-mannuronsavból állnak, az MG blokkok pedig mindkettőt tartalmazzák, így meghatározzák az alginátok savban való oldhatóságát. Az egyes egységek hányada függ az alga fajtájától, a felhasznált részétől és korától (Tavassoli-Kafrani, Shekarchizadeh and Masoudpour-Behabadi, 2016).



2. ábra Az alginsav szerkezete (Internet 3)

Az alginátot iparilag széles körben használják vízkötő képessége, zselésítő-, viszkozitást befolyásoló- és stabilizáló tulajdonságai miatt (Phillips and Williams, 2021). A legnagyobb előnye, hogy hőre stabil géleket tud képezni, melyek már szobahőmérsékleten képesek dermedni. (Valdez, 2012). Ahhoz, hogy az alginátot ipari felhasználásra előállítsák (3. ábra), az algát általában mechanikusan begyűjtik, majd szárítják, kivéve az *M. pyrifera* leveleit, hiszen azokat még nedvesen feldolgozzák. A szárított és őrölt algából aztán kivonják az alginátot híg savas kezeléssel, hogy eltávolítsák vagy degradálják a kapcsolódó neutrális homopoliszacharidokat, mint a laminarint és fukoidánt (Gombotz and Wee, 1998). A második lépésben az alginsavból nátrium-karbonáttal vagy nátrium-hidroxiddal oldatot készítenek, így létre jön a vízoldható nátrium-alginát.



3. ábra Nátrium-alginát előállítása (Internet 2)

Később szétválasztó műveleteket (szitálás, fluidizáció, centrifugálás és szűrés) alkalmaznak annak érdekében, hogy a megmaradt algarészecskéket eltávolítsák. A vízben oldott nátrium-alginátot közvetlenül alkohollal, kalcium-kloriddal vagy ásványi savval kicsapják, majd végül szárítják és megőrölik. (Phillips and Williams, 2021).

A nátrium-alginát erős keverés közben hideg- és meleg vízben is feloldható. Kétértékű kalciumion jelenlétében gélt képez hő szükséglete nélkül. A modern élelmiszeriparban úgynevezett sphere-t (gömböt) készítenek nátrium-alginát és kalcium-sók felhasználásával. (Thakur *et al.*, 2018). Az alginátok kationok iránti affinitása és gélképző tulajdonsága leginkább a G-részek jelenlétének köszönhető, mivel ha két G-rész szomszédos egymással a polimerben, akkor kötőhelyet képeznek a többértékű kationok számára, így akár 3,5-nél kisebb pH-n is képesek gélt képezni (Dettmar, Strugala and Richardson, 2011).

Az élelmiszer adalékanyagokat E számmal jelölik az Európai Unión belül (az E jelzés Európát jelöli), melyet az összetevők között feltüntetnek a címkén. Ezek a jelölések az International Numbering Systemet (INS) követik, amit a Codex Alimentarius Bizottság határozott meg. Európában az INS adalékanyagok közül nem mindegyik engedélyezett. (Li and Nie, 2016). A nátrium-alginát az E 401 jelzéssel rendelkezik. A MÉ 1-3-2001/113 számú előírása szerint dzsemekben, zselékben és marmeládokban, valamint más kenhető gyümölcskészítményekben (beleértve a MÉ 2-33 számú irányelv szerinti és a csökkentett energiatartalmú termékeket) maximálisan 10 g/kg mennyiségben fordulhat elő a nátrium-alginát, önmagában vagy kombinációban. Teljes zsírtartalmú pasztörözött tejszínben mennyiségi korlátozás nélkül, bébiételnek szánt desszertekben és pudingokban maximálisan 0,5 g/kg fordulhat elő egyedileg, vagy keverten (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV, 2009). Ezen kívül a közös FAO/WHO szakértői bizottság (JECFA) vizsgálta a nátrium-alginát toxicitását emberi és állati szervezetek számára, melyből kiderült, hogy az adalékanyag nem allergizáló hatású, nem okoz semmiféle szem-vagy bőrirritációt. (the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1973)

3.3 A gélképződés

Míg más hidrokolloidok sűrítőanyagként funkcionálnak, addig egyesek képesek géleket képezni: polimer láncok fizikai, hidrogénkötésekkel történő összekapcsolódásával, és kationok által közvetített térhálósítással. Ezek a gélek különböznek a szintetikus polimer gélektől, melyek általában kovalenskötésekkel kapcsolódó polimerláncokból állnak. Ebből

kifolyólag, a hidrokolloid géleket gyakran „fizikai géleknek” is nevezik. Képződésüket különféle tényezők befolyásolják úgy, mint a gélképző anyag koncentrációja, a közeg pH értéke, moláris tömeg, polimerizáció foka, hőmérséklet, ionösszetétel és az oldószer minősége. A géleket tulajdonképpen úgy is definiálhatjuk, mint átmenet szilárd és folyékony anyagok között, melyek mechanikai merevséget mutatnak, és olyan polimer molekulákból állnak, melyek összekapcsolódva kusza és egymással összefüggő molekuláris hálózatot alkotnak víz hozzáadásával. A gél kifejezést az élelmiszeriparban olyan élelmiszerekre használják, melyek magas víztartalommal rendelkeznek, ennek ellenére többé-kevésbe megtartják alakjukat a formából kivéve. Azonban, a leggyakoribb meghatározás a dinamikus viszkozimetriában használatos reológiai tulajdonság, miszerint a gél egy viszkoelasztikus rendszer, melynek tárolási modulusa (G') nagyobb, mint a veszteségi modulusa (G''). Az ionotróp gélesedés a hidrokolloid láncok ionokkal való kötődése kapcsán megy végbe, jellemzően negatív töltésű poliszacharidok kationok által közvetített gélesedési folyamata. Ilyen rendszerek például az alginát, a karragén és a pektin. Az ionotróp gélesedés diffúzióval vagy belső gélesedéssel történik. A hidegen dermedő (cold-set) gélesedés során a hidrokolloid porokat langyos/forró vízben oldják fel, hogy diszperziót képezzenek, mely lehűléskor entalpiáskusan stabilizált láncok közötti hélixet eredményez, mely háromdimenziós hálózatot alakít ki. (Saha and Bhattacharya, 2010). Az alginát vizes oldatának egyik tulajdonsága, hogy szilárd gél képez két- és háromértékű fémionokkal, például kétértékű alkáliföldfémekkel (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) vagy háromértékű (Fe^{3+} és Al^{3+}) ionokkal (Sachan *et al.*, 2009). Mivel a többértékű kationok és alginátok között nagyon gyors és visszafordíthatatlan kötésrendszer alakul ki, így a két komponens közvetlen összekeverése ritkán eredményez homogén géleket. Ilyenkor általában gélcsomok keletkeznek (fish-eyes). Az egyetlen kivétel az, ha egy kis molekulatömegű alginátot kis mennyiségű keresztkötésű ionokkal, nyíróerő mellett keverünk össze. Ez ugyan egy gyenge gél eredményez, de néhány élelmiszerben felhasználható (Phillips and Williams, 2021).

Azokat a térhálósító helyeket, amelyek akkor keletkeznek, amikor egy többértékű kation kötések hoz létre a poliszacharidok között, csomóponti zónáknak hívjuk (junction zones). (Sachan *et al.*, 2009). Ezek a csomóponti zónák nagyon fontos szerepet játszanak a hidrokolloidok gélesedésének folyamatában, ugyanis a zónák száma, és a bennük elhelyezkedő molekulák mennyisége a szilárd gél karakterisztikáját határozzák meg: minél több molekula van a csomópontokban, annál merevebb lesz a gél. A csomóponti zónák erősségét azok hossza nagyban befolyásolja. A kalciumhidak következtében a kötés

szilárdsága arányosan növekszik a zóna hosszával. Ezen kívül az oldószer minősége is fontos tényező, ugyanis a metoxipektin tartalmú gélekben hidrogénkötések csak akkor jöhetnek létre, ha a vízakaktivitást cukor hozzáadásával kellően csökkentjük. Nagyon sokféle kapcsolódási zóna létezik, az alginátok például 'egg-box' elnevezésével rendelkeznek (Saha and Bhattacharya, 2010). Ez arra utal, hogy a kétértékű kalcium-kation úgy illeszkedik az elektronegatív üregekbe, mint tojás a tojástartóba. (Sachan *et al.*, 2009). Az alginát junction zónái két molekulából állnak, viszont kisebb deformációt képesek elviselni, mint az ugyanannyi csomóponti molekulákkal rendelkező iota-karragének. Ennek ellenére viszont, lehetséges olyan alginát géleket készíteni, melyek a zónákban található kalciumhidak erőssége miatt nem olvadnak meg melegítés hatására (Saha and Bhattacharya, 2010; *Youtube 1*).

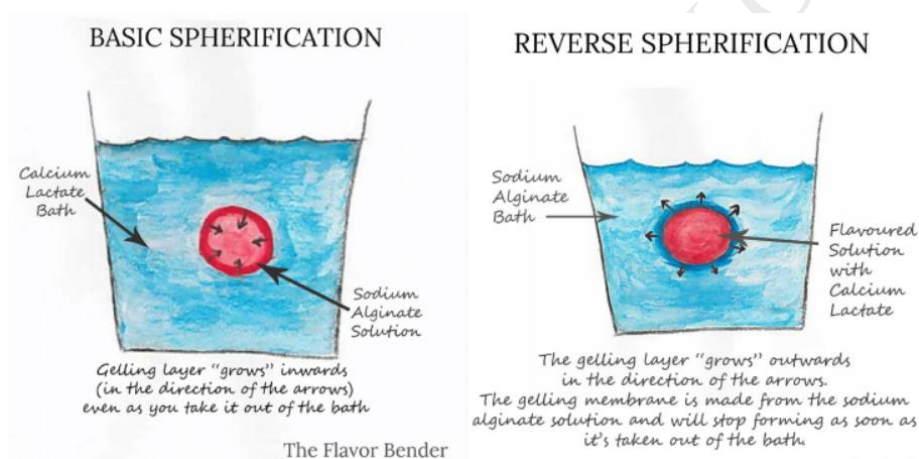
3.4 Az ehető filmek

Az élelmiszer-csomagolás fő feladata, hogy megvédje az élelmiszereket a fizikai, kémiai és biológiai hatásoktól, késleltesse a romlásukat, valamint az élelmiszerek minőségének és biztonságának megőrzése mellett megnövelje azok eltarthatósági idejét. Az egyik ilyen csomagolásforma az ehető filmréteg, mely egy vékony (0,3 mm-nél vékonyabb) anyagréteg, ami az élelmiszer bevonására, a természetes réteget helyettesítésére vagy megerősítésére szolgál, továbbá a termék részeként fogyasztható. A bevonat akár egyénileg is felvihető a késztermék egyes darabjaira, melyek különböző okok miatt nem lettek egyedileg becsomagolva, például dinnyénél, epernél, különböző gyümölcsöknél, dióféléknél és babnál is alkalmazható (Parreidt, Müller and Schmid, 2018). Lineáris szerkezetének köszönhetően az alginát erős filmeket és megfelelő szerkezeteket tud kialakítani, így jó filmképző anyagnak tekinthető. A nátrium-alginát, a többi algináthoz hasonlóan, vízben oldható, erős, fényes, íztelen, szagtalan, rugalmas és alacsony oxigén- és olajáteresztő tulajdonságokkal bíró filmeket képez (Xiao, Gu and Tan, 2014). Az egyik leggyakrabban használt elkészítési eljárás az oldószeres öntés, másnéven nedves módszer. Az ehető anyagokból készített diszperziót egy megfelelő alapanyagra öntjük, majd hagyjuk megszáradni. A másik lehetőség a száraz eljárás, melyben masszát formákba nyomják vagy extrudálják alacsony nedvességtartalom mellett. Alginát filmek esetén az öntéses módszert alkalmazzák. Ugyan gyorsan reagál az alginát a kalciumionokkal, de a film készítése nehézkes folyamat, így általában két lépésben végzik: vagy egy részlegesen száraz filmet öntenek, amit majd később kalcium oldatba merítenek, vagy egy előre kialakított filmre kalcium oldatot

permeteznek. Ezen kívül a habbal bevonást is alkalmazzák emulzióknál, ahol a hab felszakadozik, így egyenletesen jut a bevonóoldat a termék felületére. (Tavassoli-Kafrani, Shekarchizadeh and Masoudpour-Behabadi, 2016).

3.5 A szferifikáció

A szferifikációt Ferran Adria séf fejlesztette ki éttermében 2003-ban. A technika lényege, hogy a nátrium-alginát kalcium inokkal történő gélképző hatását kihasználva gyöngyszerű ehető töltött gömböket készítenek. A gömbök különböző méretben is elkészíthetők a raviolitól egészen a kaviárig. Készítésükhöz két különböző technika áll rendelkezésre: a sima (direkt/basic) és a fordított (reverz) szferifikáció (4. ábra).



4. ábra A sima és a fordított szferifikáció (Internet 4)

Mindkét típushoz szükség van egy fürdető és egy alap oldatra, melyeket egymásba csepegtetve alakulnak ki a gömbök (Internet 5). A direkt szferifikációban a nátrium-alginátot tartalmazó alapoldatot juttatjuk a kalcium ionot tartalmazó fürdető oldatba. Ezzel a technikával szinte nem is érzékelhető a gél membrán, mivel a szilárd fázis a termék belsejében alakul ki, így a golyók azonnal szétfoszlanak a szájban. Könnyebben lehet közel tökéletesen szabályos golyókat kialakítani, hiszen a fürdetővíz viszkozitása nagyon alacsony, így az alap oldat részecskéi gömb forma elérésére tudnak törekedni. Azonban, elkészítés után azonnal fogyasztani érdemes, hiszen hiába öblítjük le vízzel az elkészült kaviárt, a gélesedés továbbra is folytatódik, így az alapoldat a gömb belsejében is megszilárdul (Internet 7).

A reverz szferifikáció alkalmazásakor a kalciumtartalmú alapoldatot juttatjuk a nátrium-alginátos fürdető oldatba. Az így készített gömbök tartósak, későbbi fogyasztásra is alkalmasak. A sima szferifikációval ellentétben itt a gélesedés folyamata megállítható,

amennyiben a kész terméket vizes fürdőbe merítjük, és leöblítjük róla a felesleges nátrium-alginát oldatot. Ennél a módszernél egy vastagabb filmréteg képződik, így jobban megőrzik formájukat, viszont fogyasztáskor érezni lehet a töltelék mellett ezt a vékony ruganyos gélét. Fontos azonban, hogy a fordított eljárásnál, bár szép eredményt lehet elérni, mégsem tanácsos kalcium-kloridot használni, ugyanis a nagyon keserű íz belül, az alapoldatban fog megjelenni. Érdeemes kalcium-laktátot vagy kalcium-glükonátot alkalmazni. Mivel a nátrium-alginát oldat alkotja a nagy mennyiségű fürdető oldatot, így muszáj számolni az összekeverése közben keletkező légbuborékokkal. Érdeemes pihentetni az oldatot használat előtt. Mivel a nátrium-alginát oldatnak nagyobb a viszkozitásam mint a sima víznek, így a golyócskák könnyen összetapadhatnak benne, és amorf, nyúlós képletet alkothatnak. Ennek elkerülése érdekében érdemes lehet az alap, azaz töltelék oldatot, xantánnal sűríteni, hogy az át tudjon hatolni a nátrium-alginát oldaton. Ehhez érdemes 0,5% nátrium-alginát oldatot készíteni desztillált víz felhasználásával, ugyanis a kemény csapvíz kalcium-ionjaival reakcióba léphet a nátrium-alginát. A fő, kalciumot tartalmazó oldatot kalcium-laktát esetén 1%, míg kalcium-glükonát esetén 2%-osnak érdemes készíteni. Minél tovább hagyjuk a nátrium-alginát oldatban az alapoldatunkat, annál vastagabb lesz a gélréteg. Ha a gömböket a levegőn hagyjuk, előfordulhat, hogy a gélburok megkeményedik és kiszárad, így érdemes folyadékban tárolni azokat. Ozmózis hatása miatt azonban az ízesített belső oldatban szegényedhet a termék, így ajánlott a töltelékkel megegyező oldatba meríteni őket (*Internet 8*). A szferifikációnak van egy másik változata is, a fagyasztott fordított szferifikáció, mely csökkenti az előkészítési időt és tökéletes gömb formákat eredményez. A lépések hasonlóak a fordított szferifikáció alkalmazásához, de ennél a módszernél a kalcium-iont tartalmazó alapoldatot formákba töltve le kell fagyasztani. Ezután kell a meleg alginát fürdőbe helyezni, majd 2-5 percig benne tartani, hogy felolvadjon és kialakuljon a gél réteg. Ennek az eljárásnak a következtében nem szükséges a belső töltelék sűríteni, és szabályos gömböket kapunk a kísérlet végére. Egyetlen hátránya, hogy csak olyan élelmiszereknél alkalmazhatók, melyek bírják a fagyasztást (*Internet 9*).

Fontos azonban, hogy mindkét módszerhez szükséges a megfelelő kalcium forrás kiválasztása. A legolcsóbb megoldás a kalcium-klorid, melyet általában a direkt szferifikáció fürdető oldatában alkalmaznak. Nagyon jól oldódik vízben, de sós, keserű mellékízzel rendelkezik, így édesipari felhasználásra nem ajánlott, de az élelmiszeripar más területein sütőporként és érlelt sajtok készítésére használják. A második lehetőség a kalcium-laktát, melyet a reverz szferifikációban az alapoldatban alkalmaznak, hiszen kevésbé ad keserű ízt,

mint a kalcium-klorid. Ezeken kívül alkalmazható még a kalcium-glükonát, mely a fordított szferifikációban a főoldatban alkalmazva sem annak ízét, sem állagát nem befolyásolja. Hideg vízben remekül oldódik. Egyéb anyagokként szoktak alkalmazni nátrium-citrátot, mely képes az alapoldat pH-jának növelésére, ugyanis a fordított szferifikáció 3,6 pH érték alatt nem megy végbe. A nátrium-citrát sós és savanyú ízt kölcsönöz az oldatnak, így mérsékelten kell használni. Ezen felül, ha a főoldatunknak túl alacsony a viszkozitása, xantán-gumit lehet alkalmazni annak sűrítésére, ami meleg és hideg vízben egyaránt oldódik, és széles pH tartományban is stabil marad (Internet 6).

3.6 Nátrium-alginátot tartalmazó termékek

Az alginátok széles körben alkalmazhatóak, hiszen az élelmiszer- és textiliparban sűrítőként, stabilizátorokként, de a gyógyszerészetben, az egészségügyben és a fogorvoslás területén is megtalálhatók (Dettmar, Strugala and Richardson, 2011). Egy adott élelmiszertermékben használandó hidrokolloid kiválasztása nagyban függ a zselésítő képességétől. Az nátrium-alginát például előzetes melegítés nélkül géleket képez, hiszen hideg vízben is oldódik, ebből kifolyólag ezek a hidegen formált gélek hőstabilak lesznek, így előszeretettel használják hidegen elkészített instant sütőkrémekhez, melyek sütésállóak. Ezen kívül, mint gélképző anyag, gyümölcs- és zöldségkészítményekben, feldolgozott hal és húskészítményekhez, pudingokban, desszertekben, sütőipari töltelékekben és krémekben is előfordul. Továbbá burkolókrémekben, feltétekben és lekvárokból is alkalmazzák, de ezekben a termékekben csak kalciummegkötő anyagok jelenlétében kompatibilis a tejjel (Saha and Bhattacharya, 2010). Az alginátokat a fagyalt olvadási tulajdonságainak befolyásolására is használják (Phillips and Williams, 2021).

Lee és Rogers kutatásukban a kalciumforrás és a romlási idő hatását vizsgálták a nátrium-alginát felhasználásával, szferifikációval készített kaviáron. A kísérlethez előre hidratált nátrium-alginátot, kalcium-kloridot, kalcium-lakátot és kalcium-glükonátot használnak. Minden anyagból külön-külön 1 m/m%-os oldatokat készítettek. Ezután egyetlen csepp nátrium-alginát oldatot adtak a kalcium-klorid oldatokhoz, majd főzték őket. A későbbiekben kis deformációs oszcillációs reológiai mérést alkalmaztak a rugalmassági (G') és veszteségi (G'') modulusok meghatározására. A vizsgálatok végeztével azt állapították meg, hogy a gélesedés sebessége a legnagyobb a kalcium-kloridnál volt, míg a leglassabb a kalcium-glükonátnál. A gélesedés kinetikáját ugyan befolyásolja a kalciumforrás, de sem a

végső alginát gélerőssége, sem a kalciumdiffúzióval szembeni heterogén szerkezeti ellenállása nem változott. A kalcium-klorid 100 sec. után érte el a maximális keménységet, míg a kalcium-laktát 500 sec., a kalcium-glükonát pedig több mint 3000 sec. után. Az áteresztőképesség szempontjából a kalcium-klorid a legjobb megoldás, amennyiben a keserű íz elfedhető, míg a testre szabható membránvastagság eléréshez a kalcium-glükonát lehet a legmegfelelőbb választás (Lee and Rogers, 2012).

A nátrium-alginátot tartalmazó ehető filmek témakörében számos kutatás elérhető. Mastromatteo és munkatársai sárgarépat vontak be nátrium-alginát alapú filmmel. A beérkezett sárgarépat meghámozták és felkockázták, majd 30 $v/v\%$ etanol oldatba mártották, és hagyták a levegőn száradni. A kezelt minták felét 4 $m/v\%$ nátrium-alginát vizes oldatába, majd 5 $m/v\%$ kalcium-klorid oldatba mártották 1 perc erejéig, hogy a gélesedési folyamat megkezdődjön. Végül újra az etanol oldatos merítést alkalmazták. A lépések elvégzése után minden egyes kontroll sárgarépaszeletet passzív MAP csomagolóanyagba csomagolták, a mártott minták pedig egy aktív MAP csomagolóanyagot is kaptak, majd 4°C-on tárolták őket. Vizsgálták a gázösszetételt, a mikrobiológiai- és pH változásokat. Végezetül arra a következtetésre jutottak, hogy a legnagyobb hatékonysággal az alginátos bevonat előtti és utáni etanolba mártott minták érték el a legjobb eredményeket, valamint mind az aktív és mind a passzív MAP csomagolás hatékonynak bizonyult. Az etanolba merítés és a bevonás kombinációja jobban szabályozta a mikrobaszaporodást, mint magában az alginátos bevonás. A merítés és a bevonás kombinációja lehetővé tette az érzékszervi tulajdonságok jó megőrzését, így az eltarthatóság körülbelül 12-13 nappal növekedett, míg a bevonatlan minták 2 nap után megromlottak (Mastromatteo, Conte and Del Nobile, 2012).

Kurucz Anna és Gyimes Ernő kutatómunkájukban nátrium-alginátot tartalmazó ehető műbelet hoztak létre különböző húsipari termékekhez. Ehhez nátrium-citrát, citromsav, víz és nátrium-alginát felhasználásával egynemű gélt készítettek, melyet rudakká formáltak. Három különböző koncentrációjú (15%, 20%, 25%) kalcium klorid oldatot készítettek, melyekbe belehelyezték a rudakat. A 15%-os oldatnál nem alakult ki megfelelő filmréteg. A későbbiekben üzemi próbagyártást is végeztek, majd érzékszervi bírálókkal értékelték a kapott termékeket: a 25% töménységű kalcium-klorid oldat használatakor a filmréteg túlságosan keménynek bizonyult, negatívan befolyásolta az elkészített virsli érzékszervi jellemzőit. A 20%-os oldat használatakor egy lágyabb, rugalmasabb, de harapható filmréteget kaptak. A későbbiekben rámutatnak, hogy kiemelkedően fontos a virsli

receptúrája ahhoz, hogy a nátrium-alginátos filmréteggel bevonva pozitív érzékszervi jellemzőkkel rendelkező készterméket lehessen készíteni. Következtetésképpen arra jutottak, hogy a nátrium-alginát masszába való töltéshez nagy viszkozitású, sűrű anyagra van szükség, valamint a hústölteléknek is tartalmaznia kell kalcium sót, annak érdekében, hogy a műbél és a töltelék között megfelelő kötés alakuljon ki, hogy ne lehessen olyan könnyedén „meghámozni” a készterméket (Kurucz and Gyimes, 2015).

Guarda és munkatársai különböző hidrokolloidok, köztük a nátrium-alginát kifejtett hatását vizsgálta friss kenyérben, melyet kereskedelemben is kapható kenyérsütésre alkalmas búzalisztból készítettek. A különböző hidrokolloidokból 0,1 és 0,5 %-nyit adtak a tésztakeverékhez. Három sütési sorozatból négy mintát elemeztek a későbbiekben. A vízadszorpció mértéke a HPMC (hidroxipropil-metilcellulóz) mellett a nátrium-alginátnál növekedett a legjobban, a kontrollhoz képest. A tészta stabilitásánál nem az alginátnál érzékelték a legnagyobb eltérést. Összességében megállapították, hogy a hidrokolloidok friss kenyér minőségére gyakorolt összehatását tekintve nem jelenthető ki általános hatás, hiszen minden új tulajdonság egy-egy specifikus hidrokolloidhoz kapcsolható. Még bonyolultabb ilyesfajta következtetéseket levonni, ha a hidrokolloid természetes forrásból származik (mint a nátrium-alginát), hiszen ilyenkor a feldolgozás és a szárítás folyamata miatt nagy eltérések tapasztalhatók. (Guarda *et al.*, 2004)

4. Anyagok és módszerek

4.1. Kérdőív

Kísérletem megkezdése előtt kérdőívet készítettem a termékpreferenciák felméréshez. Kitértem a demográfiai adatokra, nátrium-alginát, mint élelmiszeripari alapanyag ismeretére, valamint a szferifikációval készített édesipari termék véleményezésére is. A kérdőívet a „Google Űrlapok” webhely segítségével készítettem el, és online, különböző közösségi médiai felületek használatával volt lehetősége kitölteni a válaszadóknak 3 hónapon keresztül. A kérdéseket a célkitűzéseim és a szakirodalmi forrásaim alapján fogalmaztam meg úgy, hogy azok segítsék a nátrium-alginátból történő termékfejlesztésemet. A kérdőív kiértékelését a „Kísérleti eredmények és értékelésük” című fejezetben ismertetem.

4.2. Előkísérletek

4.2.1. Hidratálódás vizsgálata

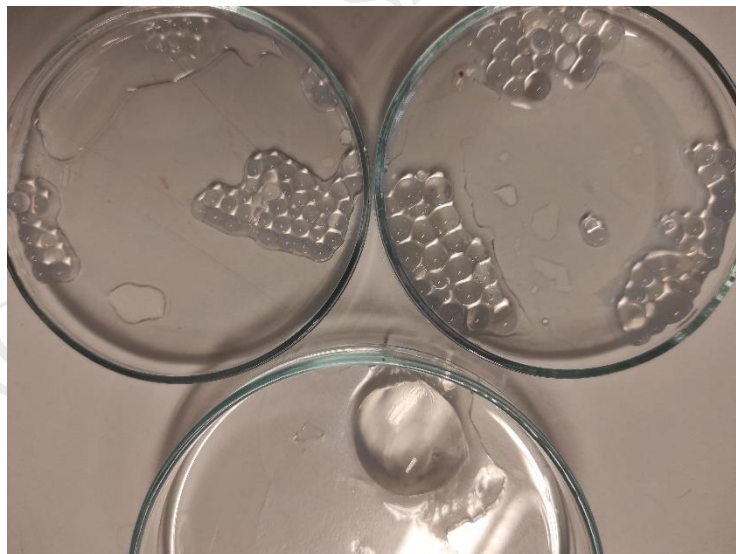
A kísérletek megkezdése előtt meg kellett tapasztalnom a nátrium-alginát tulajdonságait, így először az oldhatóságot szerettem volna vizsgálni. Ez a jelenség azonban a Na-alginát esetében tulajdonképpen nem oldódás, hanem hidratálódás. Ennek vizsgálatához először 1 $m/m\%$ -os oldatot készítettem 1 g alginát por és 100 g szobahőmérsékletű desztillált víz bemérésével. Desztillált vízre azért volt szükség, mert a kemény csapvízben jelenlévő Ca^{2+} ionokkal reakcióba lépett volna a nátrium-alginát. Az oldatot rögtön keverni kezdtem üvegbottal, melyhez 3x1 perc időtartamot szabtam meg. Mivel az üvegbotos keverés nem volt célravezető, így botmixert használtam a következő oldat elkészítéséhez. Szintén 1 $m/m\%$ -os oldatot készítettem 2 g alginát porból és 200 g desztillált vízből. Azért volt szükség a térfogat növelésére, mert a botmixer csak úgy tud hatékonyan dolgozni, ha teljesen elmerül a keverendő anyagban. Ismételten 3x1 perces keverőidőt alkalmaztam, az edény körbe forgatásával és a botmixer fel-le mozgatásával egyidejűleg. A továbbiakban csak ezt a keverési módszert alkalmaztam.

4.2.2. Hőmérséklet hatása a hidratálódásra

Az előbbi kísérleteket elvégeztem meleg víz használatával is. Ehhez 50 °C-os desztillált vizet használtam, melyet vízforralóval melegítettem, majd hőmérővel ellenőriztem a megfelelő hőmérsékletet. A továbbiakban nem alkalmaztam meleg vizet az oldatok elkészítéséhez, ugyanis a hidratálódást nem segítette elő.

4.2.3. Szferifikáció kalcium-klorid használatával

A direkt és reverz szferifikációk elkészítéséhez 1 $m/m\%$ -os nátrium alginát oldathoz 1 $m/m\%$ -os CaCl_2 oldatot használtam, melyhez a 200 g desztillált vízbe 2 g CaCl_2 -ot mértem be. Kiskanállal elkevertem a teljes oldódásig, majd ezt az oldatot kezdtem el csepegtetni a már előzőleg elkészített szobahőmérsékleten oldott nátrium-alginát oldatba, melyet egy 50 ml-es főzőpohárba töltöttem. Ehhez különböző eszközöket próbáltam ki: kiskanalat, kivágott végű műanyag pipettát, fecskendőt és nagyobb mérőkanalat, melyek különféle méretű gömböket eredményeztek (5. ábra). Az eszközök közül a fecskendő bizonyult a legjobb megoldásnak.



5. ábra Direkt szferifikáció különböző eszközök használatával (bal felül pipettával, jobb felül fecskendővel, alul középen kiskanállal készült gömbök).

4.2.4 Kísérletek különböző koncentrációkkal

Miután az első gömböket sikerült létrehozni, a nátrium-alginát oldatot három különböző koncentráción készítettem el: 0,5;0,75 és 1 $m/m\%$ -on. Minden esetben 200 g desztillált vízhez 1;1,5 és 2 g alginát port adtam. Mindhárom elkészített oldatot keverés után rögtön főzőpoharakba öntöttem, majd 10-15 és 20 perc után feljegyeztem a végbemenő szemmel

látható változásokat. Ezután 1 $m/m\%$ -os CaCl_2 oldatba csepegtettem a nátrium-alginát oldatokat.

4.2.5 Fagyasztás hatása

1 $m/m\%$ -os CaCl_2 oldatot lefagyasztottam közepes méretű szilikon gömb alakú formákba (6. ábra) teljes fagyásig, majd a különböző koncentrációjú nátrium-alginát oldatokba tettem teljes kiolvadásig (15-20p). Fordítva is elvégeztem a kísérletet, így a 3 különböző koncentrációjú Na-alginát oldatot fagyasztottam, majd ezeket tettem az 1 $m/m\%$ -os CaCl_2 oldatba. A termékfejlesztési kísérleteknél már csak ezt a fagyasztási módszert használtam.



6. ábra Az oldat fagyasztás közben a szilikon formában.

4.2.6 Kalcium-laktáttal végzett kísérletek

A kalcium-kloriddal ugyan sikerült létrehozni a szferifikációt, de igen keserű ízt kölcsönzött a terméknek, így másik Ca^{2+} forrást választottam: a kalcium-laktátot. Ebből is kezdetben 1 $m/m\%$ -os oldatot készítettem. Sajnos a Ca-laktát csepegtetése a Na-alginátba szintén sikertelennek bizonyult, de a direkt szferifikációt továbbra is sikeresen el tudtam készíteni.

Azonban mivel a kérdőívben megkérdezett emberek 85%-a közepes méretű gömböket preferálja, így az eddig gyártott golyóktól nagyobb gömbökre volt szükség, melyhez

megfelelő a fagyasztott minták mérete (a kérdőív eredménye megtekinthető a későbbi „Kísérleti eredmények és értékelésük” c. fejezetben). A lefagyasztott Na-alginát mintákat a Ca-laktát fürdőbe tettem. Minden koncentrációból 2-2 mintával dolgoztam. Az egyiket hagytam, hogy az oldatban olvadjon ki, míg a másikat 1 perc után kivettem.

Az eddigi kísérletekhez minden esetben csak 1 $m/m\%$ -os koncentráción vizsgáltam a kalcium-laktátot, hiszen a CaCl_2 -nál is ez volt a kiindulási koncentráció, ám a Ca-laktát dobozán szereplő gyártói utasítás más keverési arányt is javasolt: 130 g vízhez 4 mérőkanál port kell adagolni. 1 mérőkanállal kb 1 g port lehet kimérni, így az egyszerűség kedvéért a továbbiakban 130 g vízhez minden esetben 4 g port kevertem. A továbbiakban ezzel a koncentrációval is dolgoztam az 1%-os oldat mellett.

4.2.7 Az idő vizsgálata

Az előző kísérletekben sem a teljes olvadás megvárása, sem az 1 perc utáni kivétel nem bizonyult sikeresnek, így növeltem az áztatási időt. Az új mintákat már 3 és 6 percig hagytam a fürdetőoldatokban, majd minden esetben desztillált vízbe mártottam őket, hogy befejeződjön a géllépcsés, és ne maradjon rajtuk fölösleges anyag.

4.3 Termékfejlesztési kísérletek

4.3.1 Ízesített minták készítése

Az előkísérletek egyre sikeresebbnek bizonyultak, így áttértem az ízesített minták készítésére. Először almalevet választottam a minták ízesítéséhez, hiszen ez nagyon sok élelmiszerben előfordul, mint alapanyag (lekvárok, szörpök, gyümölcslevek stb.). Ehhez 100%-os almalevet használtam, melynek megmértem a pH értékét digitális, kalibrált kézi pH mérő készülékkel. A pH 3,85 volt. A nátrium-alginát oldatokat desztillált víz helyett almalé bemérésével készítettem a megszokott módon. A 3 különböző koncentrációt lefagyasztottam a formában, majd a maradékot hűtőszekrénybe helyeztem lefedve. Az előre elkészített fagyasztott Ca-laktát oldatokat nem tudtam a nátrium-alginát oldatokba meríteni, hiszen a nátrium-alginát bekötött. A fagyasztott Na-alginát mintákkal azonban elkészítettem a kísérletet. A sikertelenségre való tekintettel más alapanyagot kellett választanom a gömbök ízesítéséhez.

Mivel a kérdőív alapján a citrusos íz volt a legkedveltebb, így 100%-os narancslével is elkészítettem az oldatokat, melynek pH értéke 3,85 volt. Ezután a gyártói utasítás alapján elkészítettem a Ca-laktát fürdető oldatot, valamint, az 1 m/m %-os koncentrációjú oldatot is. Mivel 3 és 6 percen sem értem el megfelelő eredményt, így ebben az esetben megpróbáltam 9 percig is benne hagyni a fagyasztott mintát a Ca-laktát fürdőben, de ezzel a módszerrel sem sikerült a gömböket megalkotni.

A következőkben boltban vásárolható „Red multivitamin-vegyes gyümölcsital” (7. ábra) felhasználásával készítettem el a mintákat (8. ábra), melynek pH értéke 3,6 volt. A direkt szferifikáció ugyan sikeres volt, de a fordított eljárást sajnos ismételten nem sikerült jó eredménnyel kivitelezni.



7-8. ábra Red multivitamin- vegyes gyümölcslé (balra) és az ezzel készített gömbök áztatás során (jobbra).

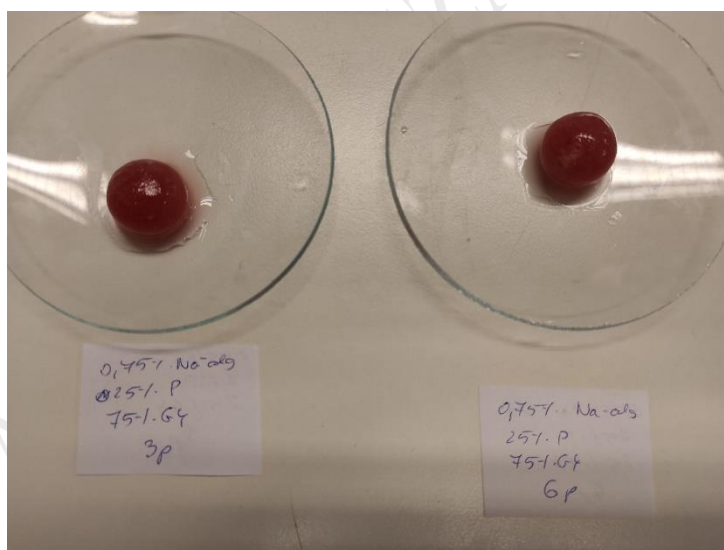
4.3.2 Szferifikáció gyümölcspürével

Mivel az eredeti tervem egy olyan édesipari termék fejlesztése volt, ami valódi gyümölcsöt is tartalmaz, ezért a kérdőív alapján a második legkedveltebb ízesítést, az epret választottam. A gyümölcspüré elkészítéséhez fagyasztott szamócat használtam, melyet 35 másodpercig melegítettem a mikrohullámú sütőben, hogy kicsit kiolvadjon, majd botmixerrel pürésítettem. A mért pH érték 3,6 volt. Mivel az eddigi kísérletek alapján a 0,5 m/m %-os

koncentrációjú nátrium-alginát oldattal készített minták sok esetben nem hozták a várt eredményeket, így a továbbiakban csak a 0,75 és az 1 $m/m\%$ -os oldatokkal dolgoztam, melyeket az eddigiekhez hasonlóan készítettem el az eperpüré felhasználásával, majd mintákat fagyasztottam le belőlük. Eközben elkészítettem az 1 $m/m\%$ -os és a gyártói utasítások alapján a két Ca-laktát fürdető oldatot. Teljes fagyás után ismételtén 3 és 6 percig hagytam a Ca-laktát oldatokban a Na-alginát oldatokat. Sajnos ez a módszer sem volt magában megfelelő, így további lehetőségeket kellett keresnem.

4.3.3 Szferifikáció gyümölcslé és püré keverésével

A következőkben gyümölcslevet és eperpürét kevertem össze különböző százalékos összetételben, majd ezekből készítettem már csak 0,75 $m/m\%$ koncentrációjú Na-alginát oldatot. A Ca-laktát oldatok közül a gyártói utasítás alapján meghatározott paraméterekkel dolgoztam tovább, hiszen abban nagyobb a Ca^{2+} ion koncentráció és jobb eredményeket sikerült vele elérnem. Az elkészített mintákat a szokásos módon lefagyasztottam és 3, illetve 6 percig hagytam a fürdető oldatokban. Készítettem 50-50 %-ban megoszló, 25% gyümölcslé és 75% püré, valamint 75% gyümölcslé és 25% püré keverékeket is (9. ábra).



9. ábra Sikeres direkt szferifikáció 0,75% nátrium-alginátra nézve, 25% gyümölcspürével és 75% gyümölcslével 3 percig áztatva (balra) és 6 percig áztatva (jobbra).

A reverz szferifikációval eddig nem sikerült jó eredményeket elérni, ezért újabb ötlet született: főzőpohár helyett egy nagy tálba készítettem el a fürdető oldatot (10. ábra), hiszen így a fagyasztott minták nem érnek sem egymáshoz, sem az edény falához. Ehhez 1000 g 0,75 $m/m\%$ -os Na-alginát oldatot készítettem 7,5 g por bemérésével, valamint a gyártói utasítás szerint készítettem el a Ca-laktátot, gyümölcslével. A fagyasztott mintákat ismételtén 3 és 6 percig hagytam az oldatban, melyeket rögtön elkezdtem locsolni a fürdető

oldattal kanállal, míg teljesen belemerültek és mindenhol érte őket az oldat, így sikerült egyenletes gélképződést elérnem. Ezzel a reverz szferifikáció is sikeresnek tekinthető.



10. ábra Reverz szferifikáció sikeresen elkészítve egy nagyobb tálban.

4.3.4 Kísérlet cukor hozzáadásával

Mivel a gyümölcslé magában is tartalmaz hozzáadott cukrot, így nem volt indokolt ennek kiegészítése, viszont a gyümölcspürét tartalmazó oldat önmagában túl savanyúnak bizonyult, így 5 $m/m\%$ és 10 $m/m\%$ cukorkoncentrációval is elkészítettem őket. 5 g cukor esetén 70 g gyümölcslevet és 25 g eperpürét, míg 10 g cukor esetén 70 g gyümölcslevet és 20 g eperpürét mértem be. Ezután kevertem be külön-külön a nátrium-alginátot 0,75 $m/m\%$ koncentrációban, valamint a kalcium-laktátot a gyártói keverési javaslat alapján a már előzőleg ismertettek szerint. A későbbiekben a botmixer könnyű használatához igazítva 200 g alapoldatot arányosan kevertem be az imént bemutatott számolás alapján. Így jöttek létre a 2 féle cukorkoncentrációval előállított reverz és direkt szferifikációkhoz szükséges alapoldatok. A fürdetőoldatokhoz mindkét esetben 0,75 $m/m\%$ Na-alginát vizes oldatát és a gyártói utasítás alapján elkészített Ca-laktát vizes oldatát használtam.

4.3.5 SMS mérés

Az elkészített gömbök állományát SMS (Stable Micro System) Texture Analyser TA-XTplus penetrométerrel mértem a következő beállításokkal:

Szúrás:

P/2 2mm átmérőjű mérőfej,

mintavételezés 200pps (pps=point per second, 200 pontot vesz fel másodpercenként)

Mode: Return to start, Measure force in compression

Pre test speed: 1 mm/s

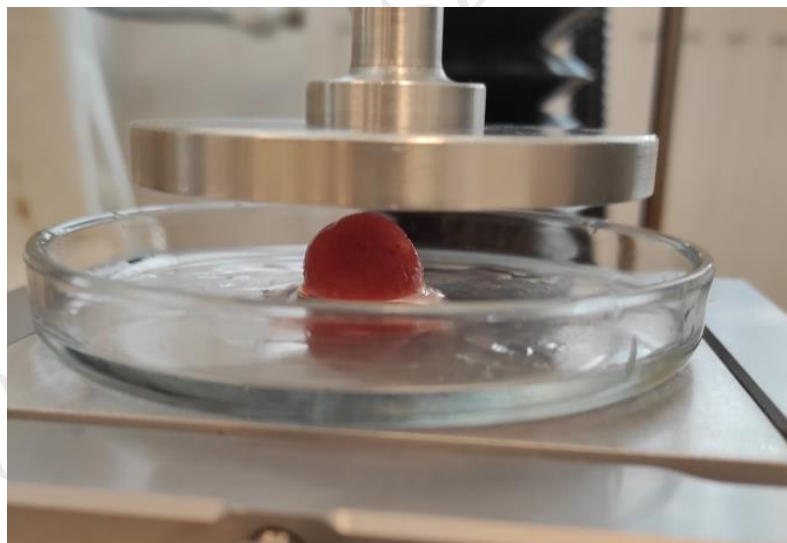
Test speed: 2 mm/s

Post test speed: 10 mm/s

Deformation: Strain, 90%

Trigger force 3g

A mérőműszer ajánlott beállítása a gömb alakú mintákra a szúrás P/2 2mm átmérőjű mérőfejjel, de sok esetben nem sikerült ezen beállításokkal releváns méréseket elvégezni, ugyanis sokszor nem történt penetráció, hiszen a golyó vagy elmozdult a nyomás hatására, vagy pedig a filmréteg volt kevésbé ellenálló, hiszen az átszakításához kevesebb erő kellett, mint az amúgy is nagyon kicsire állított triggererő, így a mérőfej szinte ellenállás nélkül hatolt a mintába és megbízhatatlan eredmények születtek. Emiatt a mérést egy nagyobb felületű fejjel (11. ábra), összenyomással folytattam a következő beállításokkal:



11. ábra Direkt szferifikációval készített gömb mérése SMS mérőberendezésen.

Összenyomás:

P/75 75 mm átmérőjű mérőfej,

mintavételezés 200pps (pps=point per second, 200 pontot vesz fel másodpercenként)

Mode: Return to start, Measure force in compression

Pre test speed: 1 mm/s

Test speed: 2 mm/s

Post test speed: 10 mm/s

Deformation: Strain, 50%

Trigger force 3g

A következő mintákra végeztem el a méréseket:

- Gyümölcslé direkt/reverz 3/6 perc
- 75 % gyümölcslé 25% gyümölcspüré direkt/reverz 3/6 perc
- 70% gyümölcslé 25% gyümölcspüré 5% cukor direkt/reverz 3/6 perc
- 70% gyümölcslé 20% gyümölcspüré 10% cukor direkt/reverz 3/6 perc

4.3.6 Érzékszervi bírálat

Az elkészített mintákból érzékszervi bírálatot is végeztem laikus, 18 év feletti fogyasztók bevonásával, ahol a termékek kedveltségét szerettem volna felmérni. A vizsgálathoz az egyszerű rangsorolás módszerét alkalmaztam, melynek lényege, hogy a 3-6 tételig terjedő mintasorozat tagjait bizonyos szempontok alapján egy 1-6-ig (1: legkedveltebb, 6: egyáltalán nem kedvelt) terjedő pontozási rendszerben kellett sorrendbe állítani (Kókai, 2008). A hat különböző mintát úgy szerettem volna kiválasztani, hogy 3-3 legyen reverz és direkt szferifikációból is. Ehhez a simán gyümölcsével bekevert, a 75% gyümölcslevet és 25% pürét tartalmazó, valamint a 70% gyümölcslevet, 25% pürét és 5% cukrot tartalmazó oldatokat választottam. Az előre lefagyasztott mintákat minden esetben 6 percig hagytam a fürdető oldatban. Minden mintát egyedi, 3 számjegyből álló random kóddal láttam el. A bírálók az előre összeállított bírálati lap alapján osztályozták a mintákat és minden bírálat azonos körülmények között zajlott (12. ábra). Az eredményeket Friedman teszttel értékeltem ki (Kókai és Sipos, 2020) (Glen, 2014).



12. ábra Az érzékszervi bírálat előkészítése.

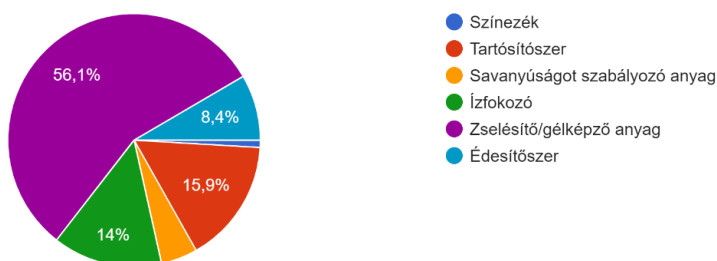
5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1 Kérdőív kiértékelése

A „Nátrium-alginát édesipari felhasználása” című kérdőívet 107 ember töltötte ki, mely 73 nőt és 34 férfit jelentett, akiknek a jelentős része (n=18, 77,6%) 18 és 25 év közötti életkorú. A kitöltők majdnem fele (n=48, 44,9%) érettségivel rendelkeznek, de jelenleg a felsőoktatásban tanul, míg 34,6%-a (n=37) főiskolai/egyetemi alapképzést végzett. Lakóhelyet tekintve 46 (43%) fő él kisvárosban, 30 (28%) főtől érkezett kitöltés a fővárosból és szinte ugyanannyi kitöltő él nagyvárosban (n=16, 15%), mint faluban (n=15, 14%).

Az első hipotézisem az volt, hogy nem ismert a nátrium-alginát a kitöltők körében, amit a kérdőív be is igazolt, hiszen 69 (64,5%) nemleges válasz érkezett az 5. kérdésre, miszerint „Hallott már a nátrium-alginátról?”. Ezután a válaszadóknak előzetes informálódás nélkül kellett előre meghatározott válaszlehetőségek közül kiválasztaniuk azt, ami szerintük a nátrium-alginátra jellemző (13. ábra). Ezt a kitöltők több mint fele (n=60, 56,1%) helyesen tette meg. Érdekeség azonban, hogy 17 fő (15,9%) szerint tartósítószerként, még 15 fő (14%) szerint ízfokozóként funkcionál.

6. Ön mit gondol, mi a nátrium-alginát?
107 válasz

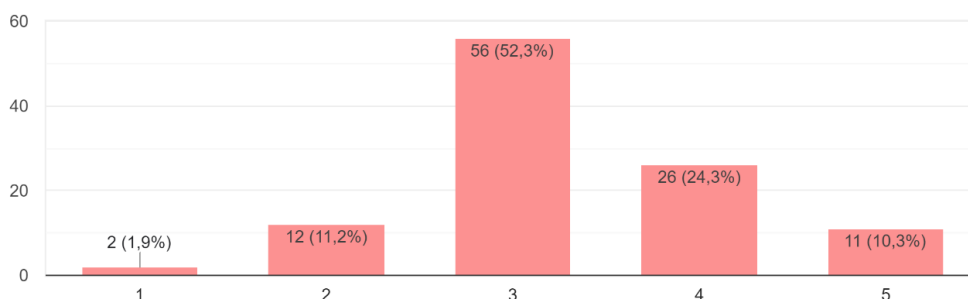


13. ábra A kitöltők válasza a nátrium-alginát funkciójáról.

A következőkben, értékelniük kellett egy 1-5-ig (1: egyáltalán nem venne, 5: biztosan venne) terjedő skálán, hogy mennyire szívesen vásárolnának olyan élelmiszert, melynek összetevői között szerepel a nátrium-alginát szó (14. ábra).

7. Mennyire szívesen venne olyan terméket, melynek összetevői között a nátrium-alginát szó szerepel?

107 válasz

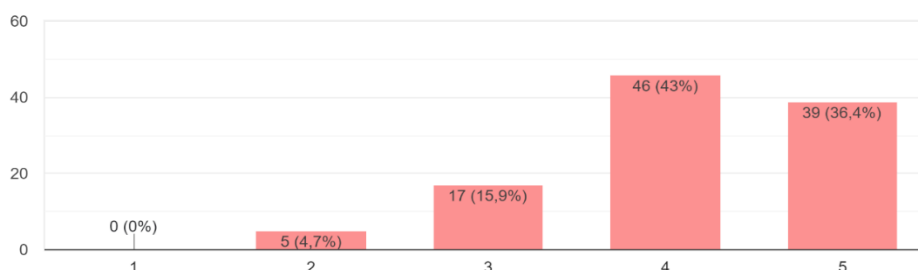


14. ábra A kitöltők válasza a nátrium-alginátot tartalmazó élelmiszerek vásárlására tájékoztatás előtt.

56 személy (52,3%) semlegesen állt a kérdéshez, 26 fő (24,3%) inkább venne, 12 fő (11,2%) inkább nem venne, 11 fő (10,3%) biztosan venne, míg 2 fő (1,9%) biztosan nem venne. Kértem, hogy pár szóban indokolják meg előző válaszukat. A beérkezett 61 válasz közül a legtöbb arról tájékoztatott, hogy magát a nátrium-alginát megnevezést nem tartják kedvezőnek, túlságosan idegennek, kémiaiainak, mesterségesnek hat. Érkeztek azonban olyan válaszok is, amelyek szerint ez nem befolyásolja a fogyasztókat a vásárlásban, teljesen semlegesen tekintenek rá. Ezen kívül néhány kitöltő teljesen tisztában volt a nátrium-alginát jellemzőivel. Ezután pár mondatban ismertettem a válaszadókkal az anyag jellemzőit, majd ismételten feltettem a kérdést, hogy így, hogy már tudatában vannak a nátrium-alginát élelmiszeripari szerepével, mennyire szívesen vennének ilyen alapanyagot tartalmazó élelmiszert (15. ábra). Az előbbi válaszokhoz képest 46 (43%) válasz érkezett az inkább venne, 39 (36,4%) válasz a biztosan venne, 17 (15,9%) semleges válasz és 5 (4,7%) inkább nem venne ilyen terméket. Ez arra enged következtetni, hogyha megfelelően tájékoztatva vannak a fogyasztók az egyes alapanyagok jelentőségéről, akkor sokkal nyitottabban állnak az esetlegesen eddig ismeretlen összetevő felé.

9. Így, hogy tudatában van a nátrium-alginát élelmiszeripari szerepével, mennyire venne szívesen ilyen alapanyagot tartalmazó élelmiszert?

107 válasz

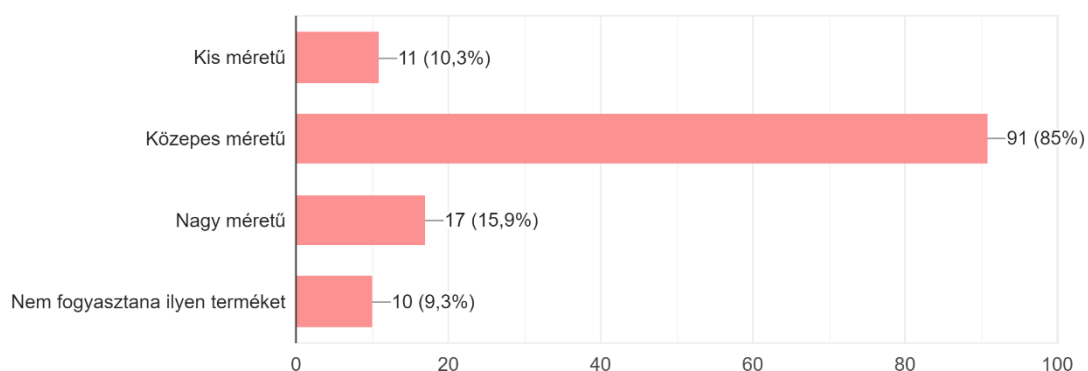


15. ábra A kitöltők válasza a nátrium-alginátot tartalmazó élelmiszerek vásárlására tájékoztatás után.

A következőkben rátértem a termékfejlesztéssel kapcsolatos kérdésekre. Első körben arra voltam kíváncsi, mit gondolnak a kitöltők a folyékony gyümölcspezet tartalmazó golyócskákról, melyet egy képpel illusztráltam. Az egyéni válaszok közül a legtöbbet használt szavak a következők voltak: érdekes (n=15), jó/jól (n=12), nem (n=12) olyan, mint...(n=10) és bubble tea (n=9). Elég megosztóak voltak a vélemények, nem lehet egyértelműen megállapítani, hogy inkább pozitív vagy inkább negatív benyomást kelt-e a termék első ránézésre. Ezután a termék ízesítésére kérdeztem rá. Egy személy több lehetőséget is bejelölhetett. A legnépszerűbb válaszok a citrusos (n=84, 78,5%), az epres (n=47, 43,9%) és a cseresznyés (n=44, 41,1%) voltak. Úgy gondolom, hogy valamelyest befolyásolhatta a válaszadókat az előző kérdéshez beillesztett illusztráció, hiszen azon narancssárga gömbök voltak láthatóak, így könnyedén megmagyarázható, hogy aki először találkozik ilyen termékkel, az első képre asszociál, amit lát róla, így ez megmagyarázhatja a citrusos íz népszerűségét. Ezen felül érkeztek még egyéni ízekről is javaslatok, mint mangó, ananász, dinnye stb. A következő kérdésben 3 képpel illusztráltam a leendő termék lehetséges méreteit, majd arra voltam kíváncsi, melyik a legmeggyőzőbb a fogyasztók számára. 91 (85%) válasz érkezett a közepes méretű termékre, 17 (15,9%) válasz nagy méretű termékre, 11 fő (10,3%) választotta a kis méretű terméket, valamint 10 fő (9,3%) nem fogyasztana ilyen terméket (16. ábra). Ezek alapján a későbbiekben a termékfejlesztés során is ezen információk alapján dolgoztam.

12. Milyen méretű golyókat fogyasztana szívesen?

107 válasz



16. ábra A termék méretére irányuló kérdésre beérkezett válaszok.

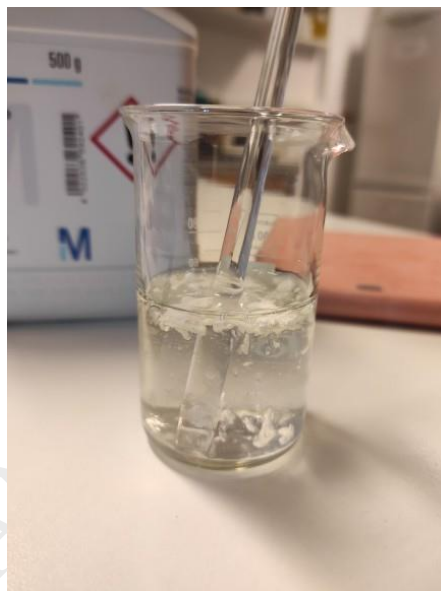
Végezetül a termék esetleges forgalomba kerülése utáni kilátásokra kérdeztem rá. A 250 ml-es poharas kiszereletet a legtöbben 600-1000 Ft értékben vásárolnák meg (n=72, 67,3%), míg a kitöltők majdnem fele (n=51, 47,7%) csupán 200-500 Ft-ot fizetne a termékért. Az utolsó

kérdésből kiderült, hogy nátrium-alginát alapú golyócskákat széles körben ajánlanák a fogyasztók, hiszen gyerekeknek (n= 71, 66,4%), serdülőknek (n=72, 67,3%) és fiatal felnőtteknek (n=66, 61,7%) is szívesen adnák fogyasztásra. A felnőttek (n=48, 44,9%) és az idősek (n=34, 31,8%) valamivel kevesebb szavazatot kaptak. A teljes kérdőív megtekinthető a Mellékletek című fejezetben.

5.2 Előkísérletek értékelése

5.2.1 Hidratálódás vizsgálata

A hidratáció vizsgálatánál üvegbottal történő keverés közben enyhe viszkozitás változás volt megfigyelhető, de a por nem oszlott el teljesen, nem oldódott fel kellően (17. ábra).



17. ábra Az alginát por nem oszlott el egyenletesen üvegbotos keverés hatására.

A keverési idő leteltével is darabos maradt az oldat. A gélesedés láthatóan és érezhetően elkezdődött, így a hidratálódás sikeresnek tekinthető. Amennyiben állni hagytam az oldatot, a különálló por részletek elkezdtek vízzel érintkezni, de csomókat képeztek és nem lett homogén az oldat. Áttérve a botmixeres keverésre, már az első perc leteltével rögtön észrevehető volt, hogy ugyan volt még a pornak fel nem oldódott része, de egy sokkal homogénebb, viszont zavarosabb oldatot kaptam, mivel a botmixer folyamatosan levegőt dolgozott be az oldatba. A további keverés hatására a fel nem oldódott por részek is eltűntek. A keverés végére habréteg jelent meg az oldat felületén, melyhez kb fél-egy órára volt szükséges, hogy kitisztuljon és buborékmentes legyen.

5.2.2 Hőmérséklet hatása a hidratációra

A meleg víz hatására sem az üvegbottal, sem a botmixerrel elkészített oldatoknál nem figyeltem meg különbséget a hidratálódás között a szobahőmérsékletű desztillált vízzel készített oldatokhoz képest. Így megállapítható, hogy a hőmérsékletnek nincs befolyásoló hatása a nátrium-alginát oldódására, mely az ipar szempontjából pozitív, hiszen nem kell energiát használni az alapanyagok felmelegítéséhez.

5.2.3. Szferifikáció kalcium-klorid használatával

A CaCl_2 bemérésével készített a különböző szferifikációs technikák alkalmazásánál a fecskendő bizonyult a legsikeresebb adagolási megoldásnak, hiszen szép, kicsi egységes gömböket lehetett vele létrehozni. Reverz szferifikációnál azonban az elkészített golyók nem süllyedtek le a viszkózus folyadékban, majd a kanállal történő kivételkor elvesztették individualitásukat, egybeértek, és egy nagy nyúlós masszát alkottak. Ezt a kísérletet elvégeztem a melegen oldott nátrium-alginát oldatban is, de nem tapasztaltam lényeges különbséget, ennél az esetről is egy nagy egybefüggő masszát kaptam (18. ábra).



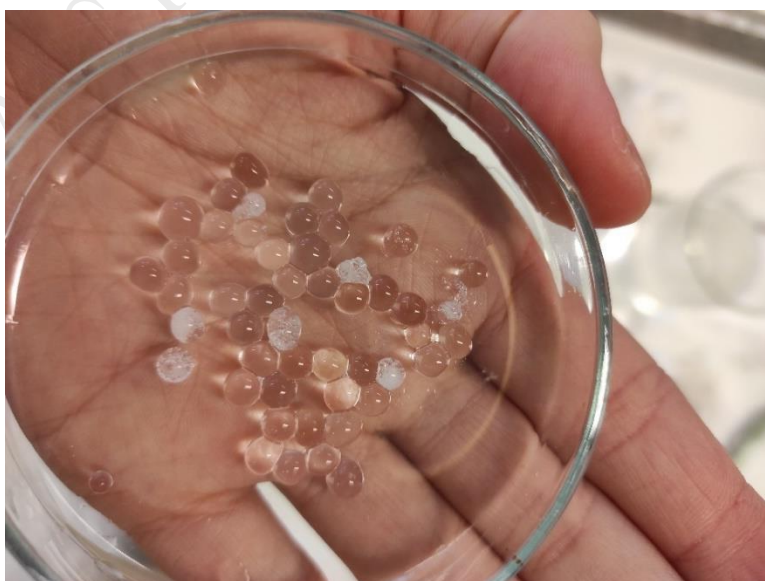
18-19. ábra Sikertelen reverz szferifikáció (balra) és sikeres direkt szferifikáció (jobbra).

A CaCl_2 oldatba való nátrium-alginát oldat csepegtetése azonban sikeresnek bizonyult. A gömbök egyesével, láthatóan elkülönültek egymástól és lesüllyedtek az oldat aljára (19. ábra). Szűrővel leszűrtem a gömböket, melyek megtartották alakjukat. A hidegen és melegen oldott nátrium-alginát oldatok között itt sem tapasztaltam különbséget. A különböző méretek kialakításakor a mérőkanállal sikerült nagy méretű gömböt létrehozni, melynek burka vastagnak és ruganyosnak érződött, enyhe nyomásra nem szakadt fel. Az oldatból való kivétel után rögtön felvágtam, folyadék szivárgott ki belőle, tehát belül

folyékony volt, viszont, ha állni hagytam, a vágás beforrt és nem eresztett több folyadékot. A közepes méret eléréséhez kivágott végű pipettát alkalmaztam, de ez nem bizonyult jó megoldásnak, hiszen nem lehetett irányítani a csöpögést, így volt, hogy az egész oldat egyszerre kijött a pipetta hegyén. A kiskanállal való csurgatás hatására amorf, giliszta alakú képződmény jött létre.

5.2.4. Kísérletek különböző koncentrációkkal

A különböző koncentrációkkal bekevert nátrium-alginát oldatoknál a 0,5 $m/m\%$ -os oldat 20 perc után szinte teljesen kitisztult, már csak a peremen látszott vékony habréteg. A 0,75 $m/m\%$ -os oldat 20 perc után még enyhén zavaros volt, és vékony habréteg is megfigyelhető volt a felszínen. Az 1 $m/m\%$ -os oldatnak nem volt elegendő a 20 perces pihentetés, kb 1 óra után tisztult ki teljesen. Az 1 $m/m\%$ -os CaCl_2 oldatba való csepegtetéskor a 0,5 $m/m\%$ -os nátrium-alginát oldatot használva a kis méretű golyókat sikerült megalkotni, ám a nagyobb méretűek kivételkor kifakadtak. Tapintásra vékony filmréteg volt érezhető. A nagyobb gömbből a Petri-csészén való kifakadásakor kifolyó nátrium-alginát hatására a kisebb gömbök is teljesen összetapadtak és egy nagy masszát alkottak. Felvágáskor a kisebb golyókban nem volt már folyadék. Amennyiben a 0,75 $m/m\%$ -os oldattal még úgy kezdtem el dolgozni, hogy hab volt a felszínen, az megmutatkozott az elkészített gömbök belsejében is (20. ábra). Sikerült nagy méretűt is alkotni, amely kissé amorf lett, de nem pukkad ki. Felvágáskor belül még folyadék volt benne. Az 1 $m/m\%$ -os Na-alginát oldattal hasonló eredményeket értem el. Amikor a CaCl_2 oldatot próbáltam a különböző koncentrációjú oldatokba csepegtetni, mindig hasonló eredményt értem el: a golyók nem süllyedtek bele az

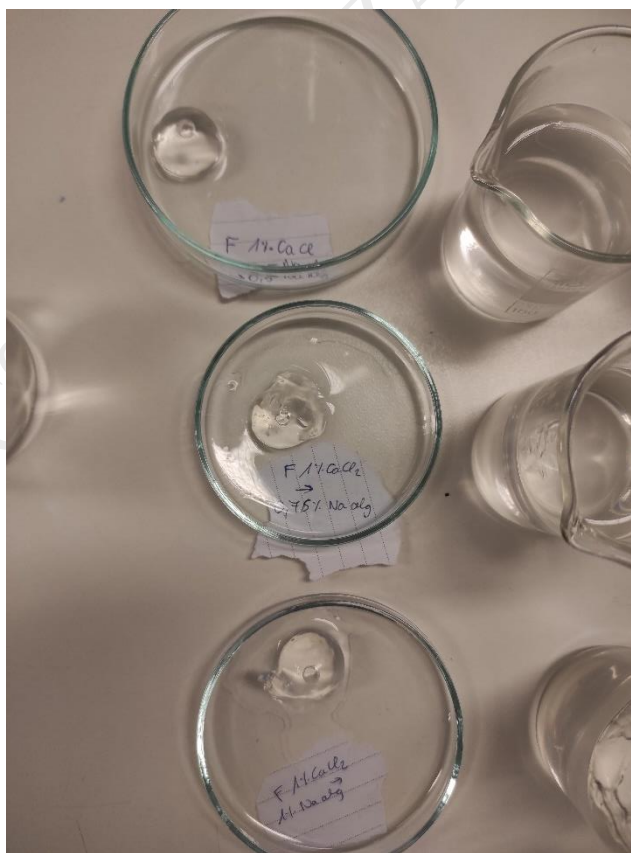


20. ábra A hab látszódik a direkt szfeirfkációval készített gömbök belsejébe.

oldatba, emiatt nem vette őket teljesen körül a nátrium-alginát, a felszínen összeértek és egy nagy, amorf szálakra szedhető képződmény keletkezett.

5.2.5 Fagyasztás hatása

A fagyasztás hatásának vizsgálatokor a 0,5 $m/m\%$ -os oldatban lévő gömb teljes kiolvadását követő kivételekor nem sérült a burok, nem repedt meg, de nem volt teljesen szabályos, kissé amorf volt. A gömb belsejében buborék volt megfigyelhető. A 0,75 $m/m\%$ -os oldatnál a CaCl_2 minta olvadás közben szétterült az oldat tetején, így egy félig amorf gömb keletkezett, de a burok stabil volt. Az 1 $m/m\%$ -os oldatnál is hasonló dolog történt, a CaCl_2 oldat a főzőpohár oldalánál kezdett el kiolvadni, így egy amorf gömb keletkezett (21. ábra). Reverz szferifikációnál a 0,5 $m/m\%$ -os oldatnál a gömb szétfolyt. A 0,75 $m/m\%$ -osnál a gömb alak megmaradt, de a felülete barázdált, repedezett volt. Az 1 $m/m\%$ -os oldatnál tapintásra egy keményebb burok képződött, mint a másik két koncentrációnál, de szintén kissé amorf gömb keletkezett.



21. ábra Direkt szferifikációval létrehozott különböző koncentrációjú nátrium-alginát oldatokba merített amorf gömbök.

5.2.6. Kalcium-laktáttal végzett kísérletek

A Ca-laktát első használatakor a fordított szferifikáció szintén sikertelen volt: mindhárom koncentráción egy nagy egybefüggő képződmény keletkezett. A 0,5 és 0,75 $m/m\%$ -os koncentráción kialakult ugyan 1-1 gömb, de ez a véletlennek tudható be. Ezzel szemben a különböző koncentrációjú nátrium-alginát oldatokat csepegtetve a kalcium-laktátba szép kisméretű gömböket sikerült alkotni. A fagyasztott Ca-laktátos mintákat 1 perc fürdetés után kivettem, ám ez az idő kevésnek bizonyult, ugyanis nagyon vékony filmréteg képződött, a golyók mindhárom koncentráción kipukkadtak. Az olvadásig benne hagyott minta viszont minden esetben amorf lett. Amennyiben fagyasztott Ca-laktátot tettem a nátrium-alginát oldatokba, a következő eredmények születtek: a 0,5 $m/m\%$ -os koncentráción a gömb eresztetni kezdett, az 1%-os koncentráción egy amorf gömb képződött. 0,75 $m/m\%$ -os koncentráción viszont egy szép, szabályoshoz hasonló gömböt kaptam.

5.3 Termékfejlesztés kísérletek kiértékelése

Az ízesített minták készítésekor az almalével elkészített nátrium-alginát minták egy éjszaka alatt teljesen beköttek a hűtőszekrényben (22. ábra), így a kalcium-laktátot tartalmazó fagyasztott mintákat nem tudtam belemeríteni. Valószínűleg az almalében megtalálhatóak olyan Ca^{2+} ionok, melyek rögtön reakcióba tudtak lépni a nátrium-algináttal, így megtörtént a gélképződés. Minél nagyobb volt a Na-alginát koncentráció, annál jobban bekötött az



22. ábra Az nátrium-algináttal kevert almalé teljesen beakötött a főzőpohárba, fejjel lefelé sem folyt ki.

oldat. Az előre lefagyasztott almaleves mintákból elkészítettem a szferifikációt 3 és 6 perces áztatóidővel is, gyártói és $1\text{ m/m}\%$ -os kalcium-laktát koncentráción. A gyártói koncentráción minden esetben szép gömböket sikerült elérnem 3 és 6 perces idővel is, de a másik koncentráción 3 percnél $0,5\text{ m/m}\%$ nátrium-alginát minta leengedett, valamint 6 percnél a $0,5$ és $0,75\text{ m/m}\%$ -os oldatok sem sikerültek. A felvágott minták minden esetben ugyan olyan zselés belsővel rendelkeztek, mint a hűtőszekrényben bekötött alapoldat, így más alapanyagot kellett választanom az ízesítéshez.

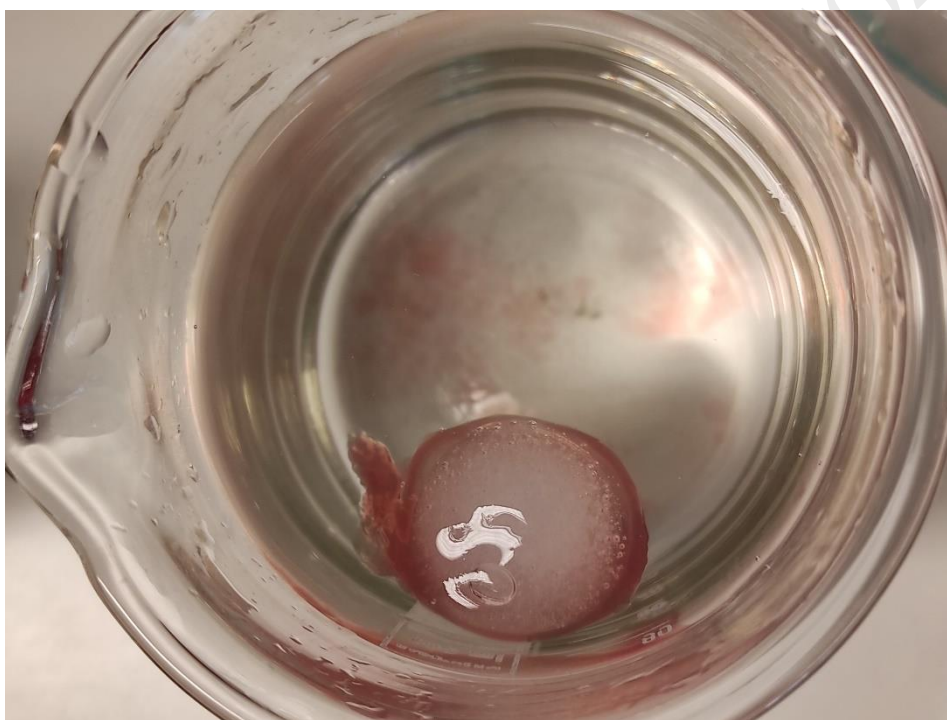
A narancsleves kísérlet sem bizonyult sikeresnek, hiszen mindhárom koncentráción kivétel után érintésre szétbomlottak a gömbök, nem voltak ruganyosak és nem alakult ki vastag burok sem. Mivel a pH érték megfelelő volt, így feltehetően más tényező miatt nem sikerült filmréteget képezni a nátrium-alginátnak és a kalcium-laktátnak, így ez az ízesítés sem volt célravezető.

A piros gyümölcsital nátrium-algináttal való bekeverése után már rögtön látszott, hogy megnőtt ugyan a viszkozitása, de nem kötött be úgy, mint az almaleves esetében. A 3 perces áztatás után a következő eredmények születtek (1. táblázat):

1. táblázat Gyümölcslével elvégzett szferifikáció eredményei 3 perc áztatás után.

3 perc		
Fürdető oldat	Fagyasztott oldat	Eredmény
Gyártói Ca-laktát	$0,5\text{ m/m}\%$ Na-alg	szép gömb, de ereszt
	$0,75\text{ m/m}\%$ Na-alg	vastagabb repedezett filmréteg, de szép gömb
	$1\text{ m/m}\%$ Na-alg	kicsit amorf, vastagabb repedezett réteg
$1\text{ m/m}\%$ Ca-laktát	$0,5\text{ m/m}\%$ Na-alg	vékony filmréteg, de nem szakad el
	$0,75\text{ m/m}\%$ Na-alg	kicsit vastagabb réteg, szép gömb
	$1\text{ m/m}\%$ Na-alg	túl vastagnak tűnik a réteg, berepedezett
$0,5\text{ m/m}\%$ Na-alg	Gyártói Ca-laktát	enyhe pirosas burok, de nem tartja magát, szétfolyik, amorf képződmény
$0,75\text{ m/m}\%$ Na-alg		
$1\text{ m/m}\%$ Na-alg		
$0,5\text{ m/m}\%$ Na-alg	$1\text{ m/m}\%$ Ca-laktát	
$0,75\text{ m/m}\%$ Na-alg		
$1\text{ m/m}\%$ Na-alg		

Kb. 30 perc pihentetés után Ca-laktátban fürdetett gömböknek már nem volt folyékony a belseje. A nátrium-alginát oldatokba mártott gömbök minden esetben szétfolytak, tapintásra nem képződött szilárd filmréteg, inkább egy nyálkaszerű anyag jött létre (23. ábra). A kísérlet sikertelensége miatt nem volt indokolt elvégezni ezt a mérést 6 percen is, így ott csak a direkt szferifikációt készítettem el. A gyártói Ca-laktát oldattal szebb és stabilabb gömböket sikerült megalkotni, de mind ezen a koncentráción, mind az 1 $m/m\%$ -os koncentráción az 1 $m/m\%$ -os nátrium-algináttal készült gömbök repedezettek lettek. A reverz szferifikációnál jelentkező piros nyálka arra enged következtetni, hogy a gélképződés közben az áztató oldatból is került be a gélbe, így feltételezhető, hogy lehetséges külön ízesített burkot létrehozni.



23. ábra Piros burokkal rendelkező sikertelen gömb már a desztillált vizes lemosáskor.

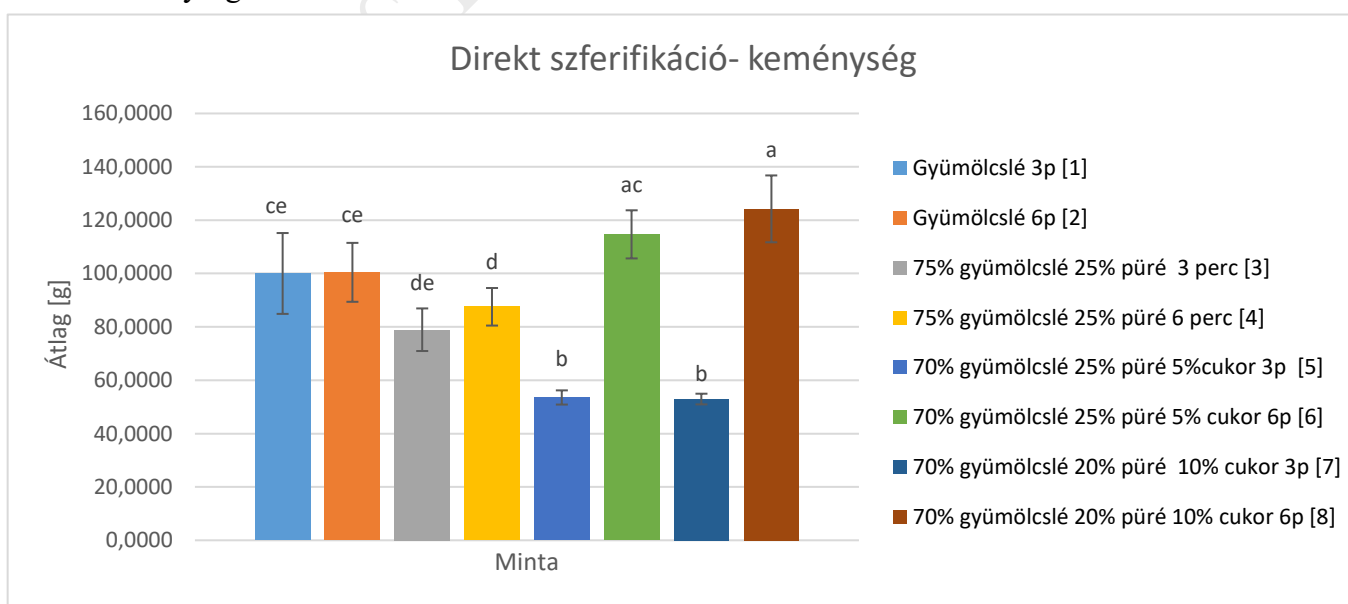
A tisztán gyümölcspüréből készített golyók sajnos egyik esetben sem tartották meg alakjukat, érintésre szétmállottak. Olyan érzést keltett, mintha nem képződött volna elegendő filmréteg. Ezt magyarázhatja az alacsony pH érték, ám ez sem biztos információ, hiszen nem minden gyümölcsnek folyamatosan állandó a pH értéke, ez akár szemenként is változhat. A továbbiakban a gyümölcspüré és a gyümölcsle keverékét próbáltam ki. Az eredmények alapján a 25 % gyümölcspüré és a 75 % gyümölcsle kombinációja bizonyult a legsikeresebbnek a direkt és reverz szferifikációnál, viszont itt már csak a gyártói Ca-laktát koncentrációt alkalmaztam. Ezt az alapoldatot változtattam tovább cukorral úgy,

hogy 5 és 10 $m/m\%$ cukorkoncentrációt kapjak. Mindkét módszerrel sikerül megalkotni az egyben maradó ruganyos gömböket.

5.4 SMS mérések kiértékelése

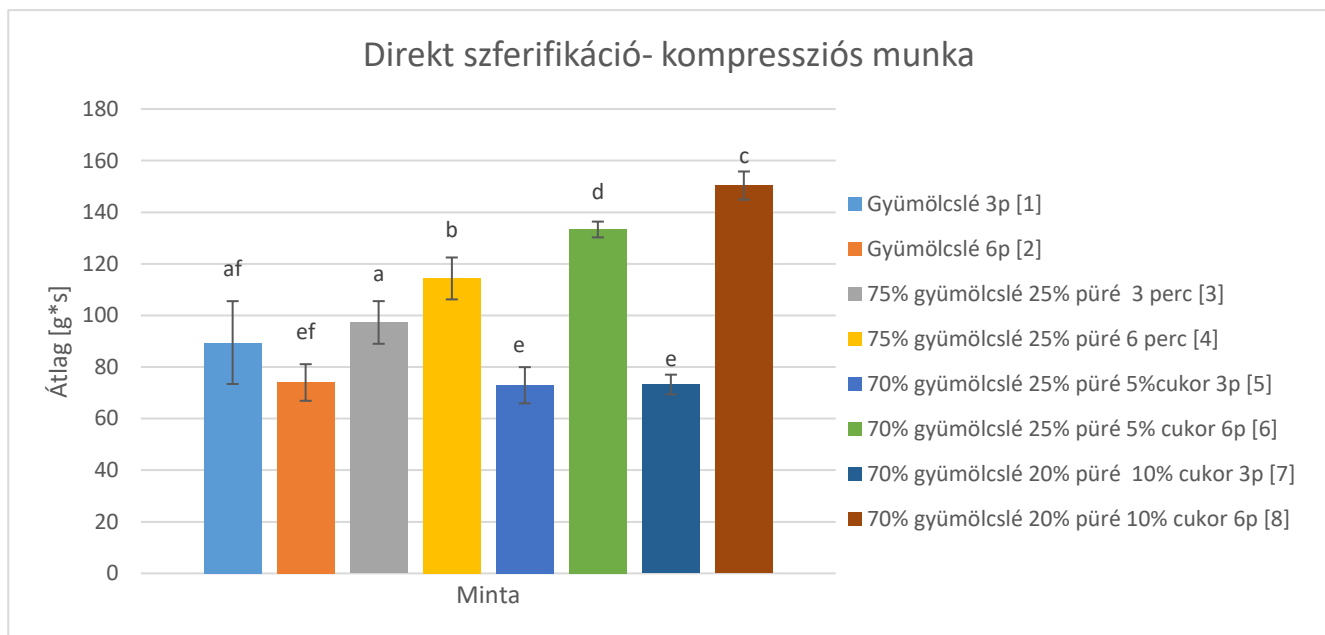
Az SMS mérések kiértékelését az „R commander” statisztikai program segítségével végeztem, egyszempontos varianciaanalízis alkalmazásával. Ez a program páronként összehasonlítja az összes mintát, majd megmutatja, hogy melyek között van szignifikáns különbség. A program minden mintához egy betűt rendel: ahol szignifikáns eltérés található, ott a betűk is eltérnek. Vannak olyan esetek, amikor egy minta 2 betűt is kap, ebben az esetben hasonlít a külön betűvel jelzett mintákra, de nincsen szignifikáns eltérés köztük. A kiértékelésnél a megbízhatósági szint 0,95, míg a szignifikancia szint 0,05 volt. Mind a keménységet (force), mely az összenyomáshoz szükséges erőt adja meg g-ban, mind a kompressziós munkát (compression) vizsgáltam, mely az összenyomáshoz szükséges energia mennyiségét adja meg g*s-ban. Először a gélképződés ideje szerint, majd a gélesedés szempontjából vizsgáltam a mintákat.

Direkt szferifikáció esetén a keménységet vizsgálva (24. ábra) szignifikáns különbséget tapasztaltam 8., 7-5. és 4. minták között. A 6. minta nem tér el szignifikánsan a 8. mintától, de hasonlít az 1-2 mintákra. A 3. minta szintén nem tér el szignifikánsan a 4. mintától, de hasonlít az 1-2 mintákra. Az 5. és 7. minta szignifikánsan megegyezik. Így tehát kijelenthető, hogy nincsen minden esetben szignifikáns különbség a 3 és 6 perc alatt képződött zselé keménységében.



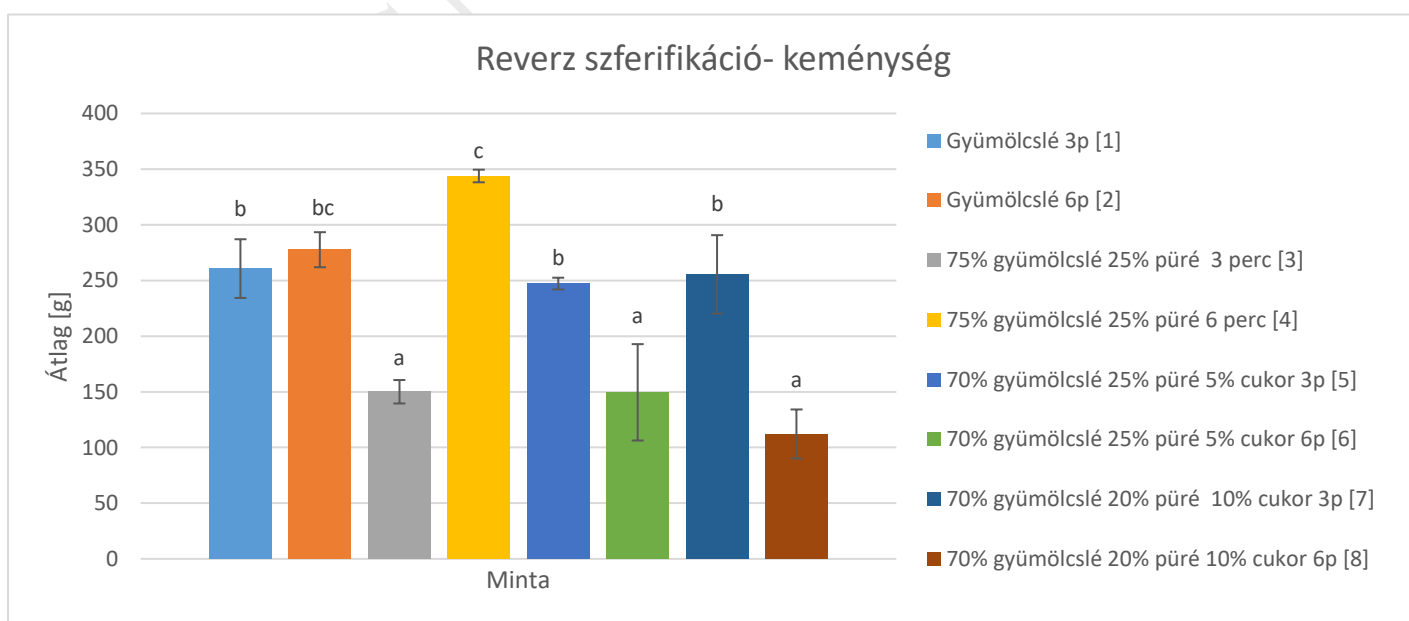
24. ábra Direkt szferifikáció SMS mérés- keménység.

A kompressziós munkát vizsgálva (25. ábra) szinte minden minta szignifikánsan eltérő, kivéve az 1-2 mintákat, hiszen azok egymásra is hasonlítanak, míg a 2. minta nem tér el szignifikánsan a 7-5 mintáktól. Ebben az esetben már nagyobb különbséget lehet megfigyelni a 3 és 6 perces minták között. Továbbá kijelenthető, hogy átlagosan a 6 perces mintákra nagyobb kompressziós munka jellemző.



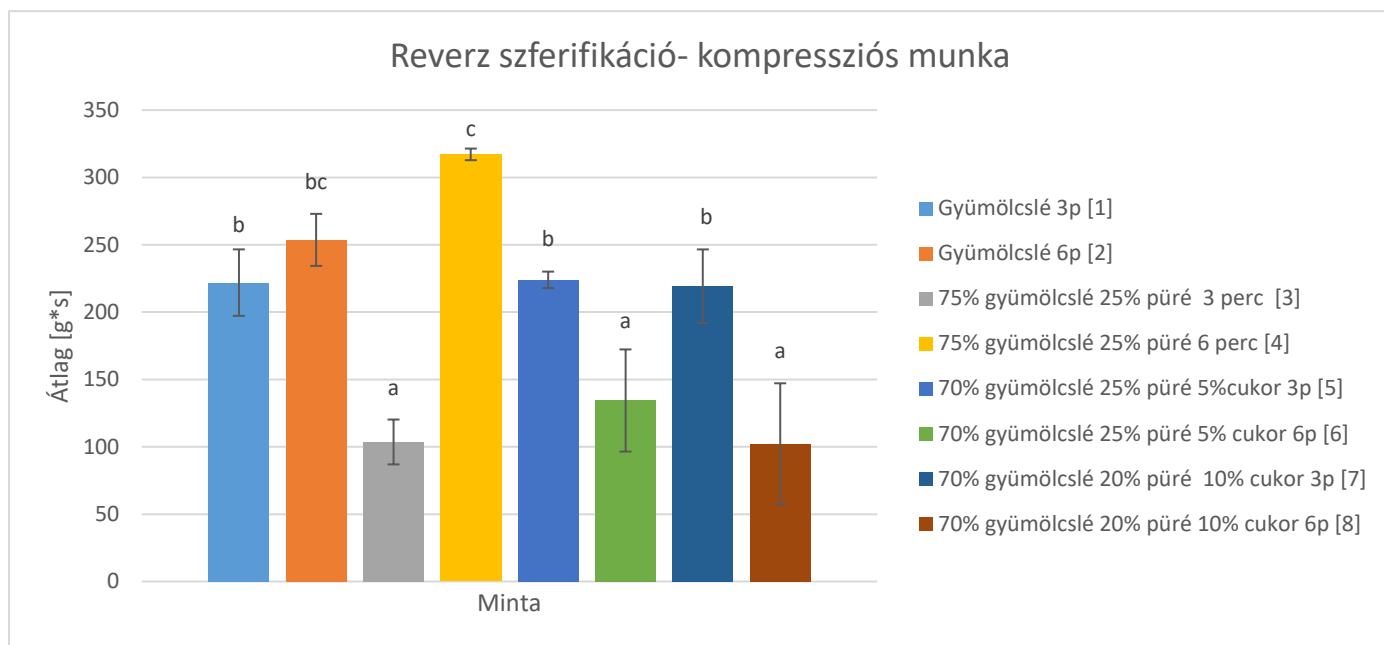
25. ábra Direkt szferifikáció SMS mérés- kompressziós munka.

Reverz szferifikációnál majdnem mindig szignifikáns különbség van a 3 és 6 perces párok között (kivéve 1-2 minták) (26. ábra). Azt azonban érdemes megjegyezni, hogy vannak esetek, amikor a 3 és 6 perces minták szignifikánsan nem különböznek egymástól: 3, 6 és 8. minták, valamint az 1., 5. és 7. minták.



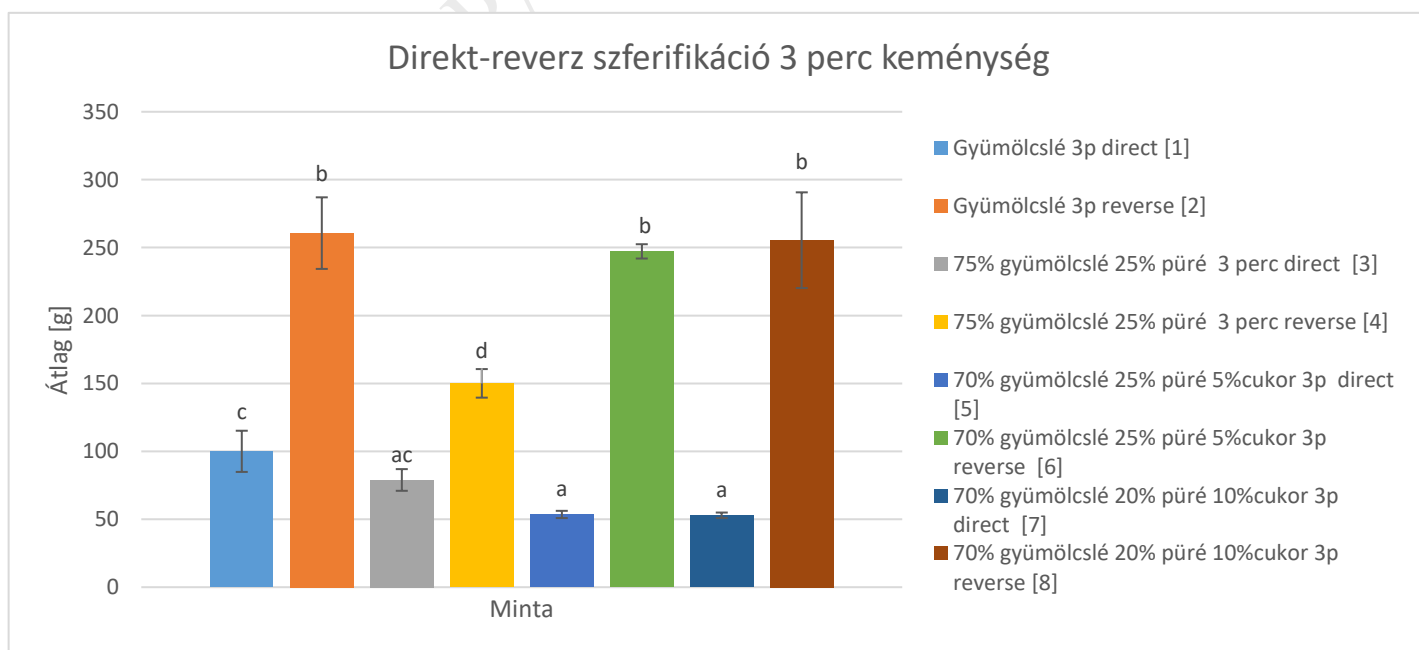
26. ábra Reverz szferifikáció SMS mérés- keménység.

A kompressziós munkát vizsgálva (27. ábra) szignifikáns különbséget nem tapasztaltam az 1., 5. és 7. minták között, valamint a 3., 6. és 8. minták között. Érdekeség, hogy a reverz szferifikáció esetén a keménység és kompresszió diagramja nagyon hasonló képet mutat. Egyedül a szórások között lehet némi eltérést megfigyelni.



27. ábra Reverz szferifikáció SMS mérés- kompressziós munka.

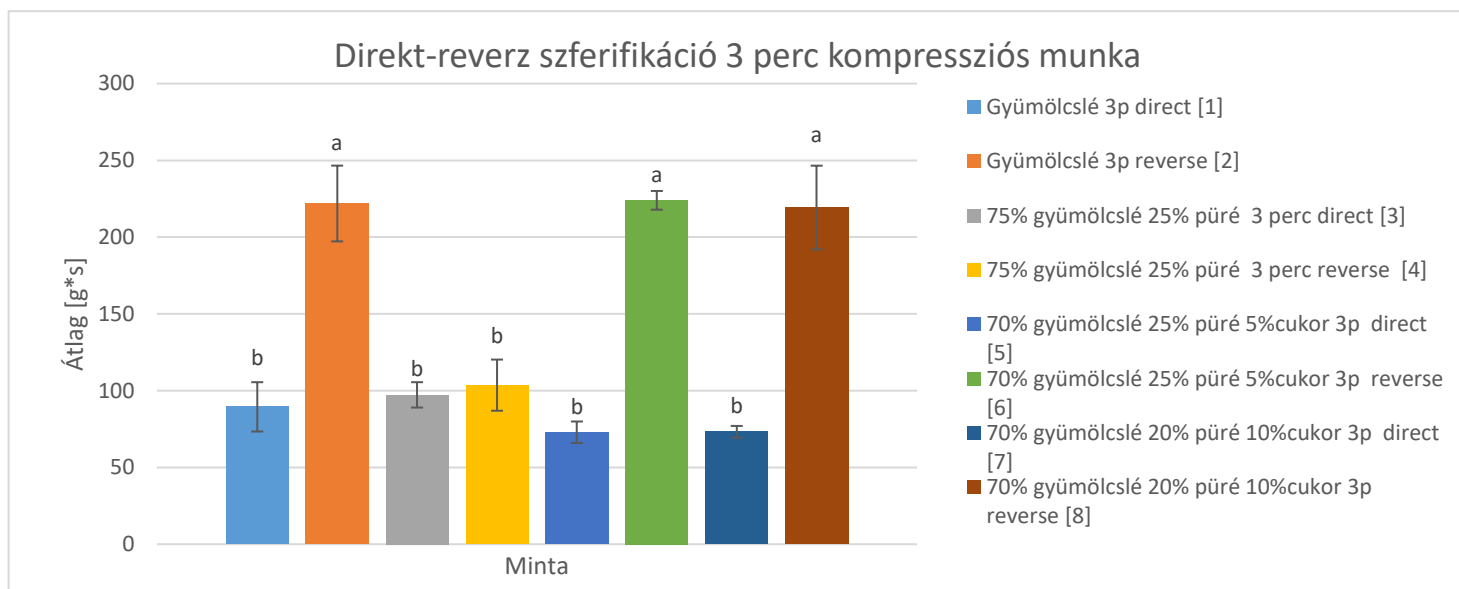
Végeztem ezen kívül varianciaanalízist vegyesen a direkt és reverze szferifikáció módszerével készült a 3 és 6 perces mintákra is (28. ábra). Ennél a mérésnél arra voltam kíváncsi, hogy felfedezhető-e szignifikáns különbség a két módszerrel készített minták között. A keménység vizsgálatánál minden esetben szignifikáns eltérés volt a reverz és direkt



28. ábra Direkt és reverz szferifikáció SMS mérés 3 perc- keménység.

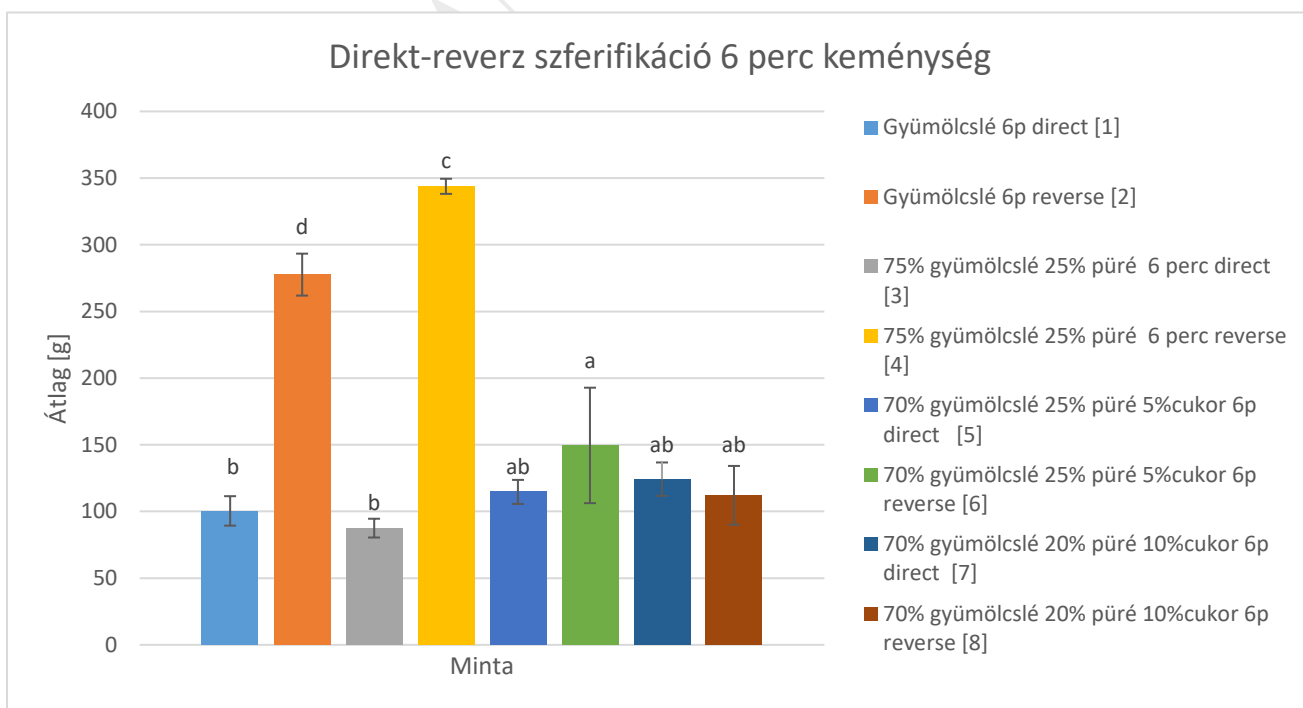
minták között, sőt, minden esetben nagyobb keménység értéket kaptam a reverz minták esetében.

Kompresszió esetében (29. ábra) a 4. reverz minta a többi direkt mintától nem tér el szignifikánsan, azonban a 2., 6. és 8. minták mind egyértelműen szignifikáns különbséget mutatnak a direkt mintákhoz képest.



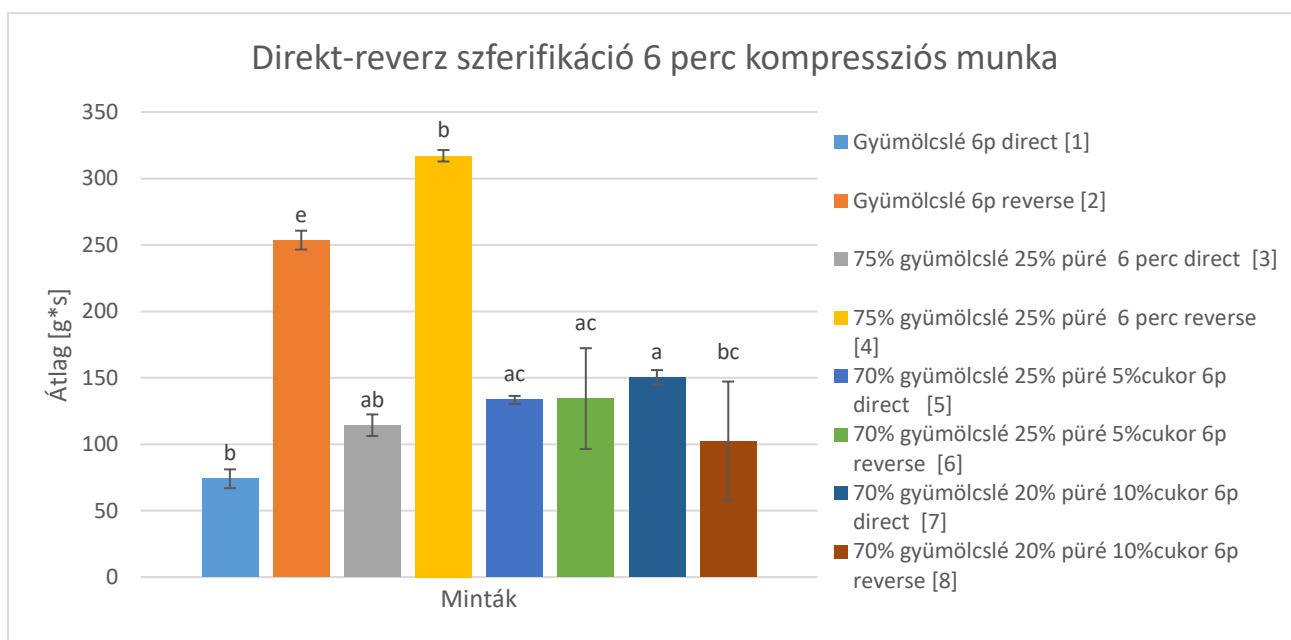
29. ábra Direkt és reverz szferifikáció 3 perc SMS mérés kompressziós munka.

A 6 perces minták keménysége esetében (30. ábra) az 1-3, 2., 4. és 6. minta kimagaslóan eltér egymástól, azonban az 5., 7. és 8. minták nem térnek el szignifikánsan sem a 6., sem a 1. és 3. mintáktól.



30. ábra Direkt és reverz szferifikáció 6 perc SMS mérés keménység.

A kompressziós munka esetében is hasonló eredményeket figyeltem meg (31. ábra): az 1., 2., 4., és 7. minták szignifikánsan eltérőek, azonban a 3., 5., 6., és 8. minta mind hasonlítanak egymásra.



31. ábra Direkt és reverz szferifikáció 6 perc SMS mérés kompressziós munka.

5.5 Érzékszervi bírálat kiértékelése

Az érzékszervi bírálat során a simán gyümölcsével bekevert, a 75% gyümölcslevet és 25% pürét tartalmazó, valamint a 70% gyümölcslevet, 25% pürét és 5% cukrot tartalmazó oldatokat választottam, melyekhez random 3 számjegyből álló sorszámot rendeltem (2. táblázat).

2. táblázat Az érzékszervi bírálathoz használt minták sorszáma, összetétele, és az alkalmazott módszere.

Sorszám	Összetétel	Módszer
586	Ca-laktát és gyümölcsle,	Reverz szferifikáció
234	75% gyümölcsle 25% püre és Ca-laktát	
796	70% gyümölcsle 25% püre 5% cukor és Ca-laktát	
154	Nátrium-alginát és gyümölcsle	Direkt szferifikáció
348	75% gyümölcsle 25% püre és nátrium-alginát	
924	70% gyümölcsle 25% püre 5% cukor és nátrium-alginát	

Azért ezekre az oldatokra esett a választásom, mert alá szerettem volna támasztani, hogy tényleg kedvezőbb terméket lehet előállítani nem csak gyümölcsle, hanem eperpüré bemérésével, valamint, hogy az alap cukorkoncentrációra is szükség van. Ezen kívül azért csak a 6 perces áztatást alkalmaztam, mert a kísérleteknél általában szebb végeredményt értem el vele. Az érzékszervi bírálatok eredményeit először táblázatos formában összefoglaltam kritériumonként, majd összesítettem a rangszámösszegeket. Ezután Friedman-próbát alkalmaztam. A Friedman-próba értékeit összevettem az előre meghatározott kritikus értékekkel. Amennyiben az F-próba értéke nagyobb, mint a kritikus érték (húsznál több bíráló és 6 minta esetén ez 11,07), megállapítható, hogy legalább 2 minta között szignifikáns különbség van. Ezután kiszámítottam az $SzD_{0,05}$ értéket, mely a szignifikáns különbségek megállapításához szükséges. A mintákat párosítottam és kivontam egymásból, és amennyiben a kivonás abszolút értékben vett eredménye nagyobb volt az $SzD_{0,05}$ értéknél, abban az esetben szignifikáns különbség volt megállapítható (Kókai és Sipos, 2020). Az érzékszervi teszten összesen 27 bíráló vett részt. Az eredményeket táblázatos formába rendeztem (3. táblázat):

3. táblázat Az érzékszervi bírálatok eredményei.

Kritérium	Értékelés
Külső megjelenés	Csak az 586-796, 586-154, 586-348 és 154-924 mintapárok között volt kimutatható szignifikáns különbség. Ezekben az esetekben az 586 és 924 minták voltak kedvezőbbek minden párosításnál. A többi vizsgált minta között nem volt kimutatható statisztikai különbség.
Szín	A Friedman-teszt eredménye alacsonyabb, mint a kritikus Friedman-érték, így 95%-os szignifikancia szint mellett nem állapítható meg szignifikáns különbség a minták között. Mindegyik minta színe ugyanannyira kedveltnek tekinthető.
Íz	Az 586 és 234. mintától mindegyik minta kedvezőbb ízű. Az 586 és 234 minták között nincsen szignifikáns különbség. A 924. minta kedvezőbb, mint a 796. A 154,348 és 924 minták

	között nincs statisztikai különbség, valamint a 154, 348 és 796 minták között sem.
Állag	A 154, 348 és 924 minták állag alapján kedveltebbek, mint az 586 és 243 golyók. A 348 és 924 ezen kívül kedveltebb, mint a 796. minta. A 154,348 és 924 minták között nincs szignifikáns különbség, de a 154 és 796 minták között sincs. Továbbá, az 586, 234 és 796. minták között sincsen statisztikai eltérés.
Összbenyomás	Az 586 mintánál a 234. kivételével az összes minta kedveltebb. A 243-tól a 796 kivételével mind a 154, 348 és 924 is kedveltebb. A 796-tól kedveltebb a 924, de a 154 és 348 mintákkal nincs szignifikáns különbsége. A 154,348 és 924 szintén nem tér el szignifikánsan egymástól.

Összességében kijelenthető, hogy külső megjelenés szempontjából a reverz szferifikációval készült 586 (Ca-laktát és gyümölcsle) golyó volt a kedveltebb, ám az íz értékelésénél már sokkal rosszabbul teljesített, hiszen, a 234.(75% gyümölcsle 25% püré és Ca-laktát) mintával egyetemben, minden más minta kedveltebbnek bizonyult tőlük. Ezen kívül a 924 (70% gyümölcsle 25% püré 5% cukor és nátrium-alginát) minta kedveltebb volt íz szempontjából, mint a 796 (70% gyümölcsle 25% püré 5% cukor és Ca-laktát), azonban mindkettő ugyan azon receptúrával készült, csupán a szferifikáció módja volt eltérő. Állag alapján a direkt szferifikációval készült gömbök voltak a meggyerőbbek, azonban a 154 (Nátrium-alginát és gyümölcsle) és 796 (70% gyümölcsle 25% püré 5% cukor és Ca-laktát) ugyan olyan kedveltek voltak, annak ellenére, hogy különböző módszerrel készültek. Összbenyomás alapján is a direkt szferifikációval készült minták voltak a legkedveltebbek.

6. Javaslatok

A kutatás további szakaszaiban az alábbiakat javaslom:

- A nátrium-alginát oldat bekeverésekor a buborékok gyors eltávolításához érdemes lehet egy nagy felületű tálcára kiönteni az anyagot, vagy lehetőség szerint vákuumkamrát alkalmazni.
- A szferifikációt kalcium-glükonáttal is ajánlott kipróbálni.
- Eredményeim alapján javaslom a direkt szferifikációt előnyben részesíteni a további termékfejlesztések során.
- Mindenképpen érdemes lehet más ízesítési recepteket kidolgozni.
- Javaslom a nátrium-alginát oldatok koncentrációjának finomítását, vagy más arányban kipróbálását.
- A későbbiekben mindenképpen tárolási kísérletet kell végezni a késztermékre, ugyanis ez elengedhetetlen a kereskedelmi forgalomba hozáshoz. Ehhez a tárolási folyadék receptúrájának kidolgozása indokolt.
- A pontosabb érzékszervi bírálati eredményekhez érdemes lehet a „Just About Right” (JAR) analízist elvégezni a késztermékekre.

7. Összefoglalás

A nátrium-alginát kiváló gélképző hatással rendelkező, elsősorban barna algákból kinyert és feldolgozott fehér porózus anyag. Könnyen hidratálódik vízben és kalcium-ion jelenlétében különböző erősségű géleket képez. Gyakran alkalmazzák az élelmiszeriparban, hiszen sokrétűen felhasználható. Az egyik alkalmazása a molekuláris gasztronómiában a szferifikációs eljárás, mellyel különböző méretű töltött zselé golyókat lehet létrehozni. Két fajtája létezik: a direkt szferifikációkor az egész golyó bezséledik, míg a reverz szferifikációnál egy vékony filmréteg képződik, és fogyasztás közben a gömbök szétduzzannak a szájban. Nem mindegy azonban, hogy milyen kalcium forrást alkalmazunk. A széleskörűen használt kalcium-klorid kézenfekvő lehet, ám nagyobb koncentrációban könnyedén keserű ízt tud kölcsönözni a készterméknek. Egy jobb alternatíva lehet a kalcium-laktát alkalmazása.

Munkám eredeti célja egy olyan kanalazható, individuális gömb alakú nátrium-alginát tartalmú édesipari termék fejlesztése, mely értékes tápanyagokban gazdag, hiszen gyümölcspüré felhasználásával készül, ami folyékony halmazállapotban jelenik meg a termék belsejében. Kísérleti munkám megkezdése előtt kérdőív segítségével felmértem a kanalazható zselédesszertre vonatkozó fogyasztói igényeket, majd ezen információkra támaszkodva alkottam meg a saját desszertemet. Több ízesítést is próbáltam, végül egy gyümölcslevet és egy eperpürét tartalmazó terméket tudtam megalkotni a nátrium-alginát és a kalcium-laktát felhasználásával.

A gélképzést vizsgáltam az idő függvényében, de az SMS penetrométerrel történő mérés alapján nem minden esetben lehetett megállapítani, hogy a keménység és a kompressziós munka szignifikánsan eltérő lenne a különböző minták között.

A készterméket érzékszervi bírálat alá vettem laikus, 18 év feletti bírálók bevonásával az egyszerű rangsorolás módszerét alkalmazva. Az eredmények alapján kiderült, hogy az eredeti elképzelésem szerint folyékony belsővel rendelkező reverz szferifikációval készített minták kevésbé voltak kedveltek, mint a direkt szferifikációval készült zseléesebb állományú gömbök.

Az eredményeim alapján így kijelenthető, hogy nátrium-alginát alkalmazásával létrehozható egy új, formabontó desszertkészítmény, mely a fogyasztók körében keresett lehet.

8. Irodalmi hivatkozás

1. Dettmar, P.W., Strugala, V. and Richardson, J.C. (2011) *The key role alginates play in health*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X09002008> (Accessed: 6 February 2023).
2. Dickinson, E. (2003) ‘Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems’, *Food Hydrocolloids*, 17(1), pp. 25–39. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5).
3. Dickinson, E. (2018) ‘Hydrocolloids acting as emulsifying agents – How do they do it?’, *Food Hydrocolloids*, 78, pp. 2–14. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.01.025>.
4. Fizikai transzformációs technológiák előadás ‘EMULZIÓK ELŐÁLLÍTÁSA’
5. Glen, S. (2014) *Friedman’s Test / Two Way Analysis of Variance by Ranks, Statistics How To*. Available at: <https://www.statisticshowto.com/friedmans-test/> (Accessed: 16 October 2023).
6. Gombotz, W.R. and Wee, S. (1998) ‘Protein release from alginate matrices’, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 31(3), pp. 267–285. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(97\)00124-5](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(97)00124-5).
7. Guarda, A. *et al.* (2004) *Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X03000808> (Accessed: 7 February 2023).
8. Internet 1 (no date). Available at: <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/3933466/large.JPG> (Accessed: 28 January 2023).
9. Internet 2 (no date). Available at: <https://ars.els-cdn.com/content/image/3-s2.0-B9780128201046000073-f26-01-9780128201046.jpg> (Accessed: 29 January 2023).
10. Internet 3 (no date). Available at: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0144861715010541-gr1_lrg.jpg (Accessed: 6 February 2023).

11. Internet 4 (no date). Available at:
<https://science4youth.files.wordpress.com/2018/11/spherification.png?w=740&h=370> (Accessed: 7 February 2023).
12. *Internet 5* (2010) *Molecular Recipes*. Available at:
<http://www.molecularrecipes.com/spherification-class/> (Accessed: 11 April 2023).
13. *Internet 6* (2010) *Molecular Recipes*. Available at:
<http://www.molecularrecipes.com/spherification-class/started-spherification/>
(Accessed: 11 April 2023).
14. *Internet 7* (2010) *Molecular Recipes*. Available at:
<http://www.molecularrecipes.com/spherification-class/basic-spherification/>
(Accessed: 11 April 2023).
15. *Internet 8* (2010) *Molecular Recipes*. Available at:
<http://www.molecularrecipes.com/spherification-class/reverse-spherification/>
(Accessed: 11 April 2023).
16. *Internet 9* (2014) *Molecular Recipes*. Available at:
<http://www.molecularrecipes.com/spherification-class/frozen-reverse-spherification/> (Accessed: 11 April 2023).
17. Kókai Z. (2008) 'Az érzékszervi minőség fogyasztói megítélésének mérése standard mutatószámmal', *Élelmiszervizsgálati Közlemények* [Preprint].
18. Kókai Z. és Sipos L. (2020) 'Élelmiszeripari kézikönyv 7.- Érzékszervi vizsgálatok', *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*, p. 133.
19. Kurucz, A. and Gyimes, E. (2015) *Ehető filmbevonatok baromfiipari vörösáru-termékek (virslis) csomagolására*. Available at:
http://epa.niif.hu/03100/03135/00263/pdf/EPA03135_elelmiszervizsgalati_kozleme nyek_2016_01_944-955.pdf (Accessed: 7 February 2023).
20. Lee, P. and Rogers, M.A. (2012) 'Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate', *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(2), pp. 96–100. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2013.06.003>.

21. Li, J.-M. and Nie, S.-P. (2016) 'The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods', *Food Hydrocolloids*, 53, pp. 46–61. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.035>.
22. 'MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV-5. melléklet a 152/2009 (XI.12.) FVM rendelethez' (2009).
23. Mastromatteo, M., Conte, A. and Del Nobile, M.A. (2012) 'Packaging strategies to prolong the shelf life of fresh carrots (*Daucus carota* L.)', *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 13, pp. 215–220. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.10.010>.
24. Parreidt, T.S., Müller, K. and Schmid, M. (2018) *Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications*. Available at: <https://www.mdpi.com/2304-8158/7/10/170> (Accessed: 6 February 2023).
25. Phillips, G.O. and Williams, P.A. (2009) *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier.
26. Phillips, G.O. and Williams, P.A. (2021) *Handbook of Hydrocolloids (Third Edition)*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128201046000073> (Accessed: 29 January 2023).
27. Sachan, N.K. *et al.* (2009) 'Sodium alginate: the wonder polymer for controlled drug delivery', *Journal of Pharmacy Research* [Preprint], (7).
28. Saha, D. and Bhattacharya, S. (2010) 'Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review', *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), pp. 587–597. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>.
29. Sebe, I., Kállai-Szabó, B. and Zelko, R. (2012) 'Bio-based pharmaceutical polymers, possibility of their chemical modification and the applicability of modified polymers', *Acta pharmaceutica Hungarica*, 82, pp. 138–54.
30. Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H. and Masoudpour-Behabadi, M. (2016) *Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861715010541#bib0580> (Accessed: 6 February 2023).

31. Thakur, S. *et al.* (2018) *Recent progress in sodium alginate based sustainable hydrogels for environmental applications*. Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618319188#bib17>
(Accessed: 29 January 2023).
32. the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (1973) 338. *Alginic acid and its ammonium, calcium, potassium and sodium salts (WHO Food Additives Series 5)*. Available at:
<https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v05je80.htm> (Accessed: 29 January 2023).
33. Valdez, B. (2012) *Food Industrial Processes: Methods and Equipment*. BoD – Books on Demand.
34. Xiao, Q., Gu, X. and Tan, S. (2014) ‘Drying process of sodium alginate films studied by two-dimensional correlation ATR-FTIR spectroscopy’, *Food Chemistry*, 164, pp. 179–184. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.044>.
35. *Youtube 1* (no date). Available at:
<https://www.youtube.com/watch?v=yBFekiyPdZI>.

9. Mellékletek

M1: Táblázat: Nátrium-alginát édesipari felhasználása kérdőív kérdései

<p>1. Az Ön neme *</p> <p><input type="radio"/> Nő</p> <p><input type="radio"/> Férfi</p> <p><input type="radio"/> Egyéb</p>
<p>2. Az Ön életkora *</p> <p><input type="radio"/> 18 év alatti</p> <p><input type="radio"/> 18-25</p> <p><input type="radio"/> 26-29</p> <p><input type="radio"/> 30-39</p> <p><input type="radio"/> 40-49</p> <p><input type="radio"/> 50-59</p> <p><input type="radio"/> 60 év feletti</p>
<p>3. Az Ön lakóhelye *</p> <p><input type="radio"/> Főváros</p> <p><input type="radio"/> Nagyváros</p> <p><input type="radio"/> Kisváros</p> <p><input type="radio"/> Falu</p>
<p>4. Az Ön legmagasabb iskolai végzettsége *</p> <p><input type="radio"/> Nem rendelkezik végzettséggel</p> <p><input type="radio"/> Nyolc általános</p> <p><input type="radio"/> Érettségi</p> <p><input type="radio"/> Érettségi, de jelenleg a felsőoktatásban tanul</p> <p><input type="radio"/> Főiskola/egyetem alapképzés</p> <p><input type="radio"/> Főiskola/egyetem mesterképzés</p> <p><input type="radio"/> PhD</p> <p><input type="radio"/> Egyéb...</p>
<p>5. Hallott már a nátrium-alginátról? *</p> <p><input type="radio"/> Igen</p> <p><input type="radio"/> Nem</p>

6. Ön mit gondol, mi a nátrium-alginát? *

- Színezék
- Tartósítószer
- Savanyúságot szabályozó anyag
- Ízfokozó
- Zselésítő/gélképző anyag
- Édesítőszer

7. Mennyire szívesen venne olyan terméket, melynek összetevői között a nátrium-alginát szó szerepel? *

- | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Egyáltalán nem venne | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Biztosan venne |

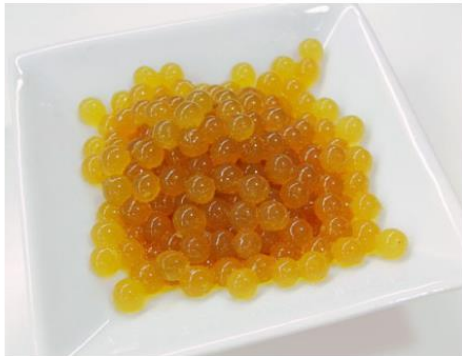
8. Kérem, pár szóban indokolja előző válaszát.

Rövid szöveges válasz

9. Így, hogy tudatában van a nátrium-alginát élelmiszeripari szerepével, mennyire venne szívesen ilyen alapanyagot tartalmazó élelmiszert? *

- | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Egyáltalán nem venne | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Biztosan venne |

10. Nátrium-alginát felhasználásával lehetséges gyümölcspépet tartalmazó golyócskák létrehozása. A golyók belsejében a pép folyékony. Mi az első benyomása erről a termékről? *



Hosszú szöveges válasz

11. A fenti terméket milyen ízben tudná elképzelni? *

- Citrusos
- Epres
- Meggyes
- Cseresznyés
- Egyéb...

12. Milyen méretű golyókat fogyasztana szívesen? *

Kis méretű



Közepes méretű



Nagy méretű



Nem fogyasztana ilyen terméket

13. Milyen áron venné meg szívesen ezt a terméket 250 ml-es poharas kiszolgálásban? *

200-500 Ft

600-1000 Ft

1100-1500 Ft

1500-2000 Ft

2000 Ft fölött

14. Milyen korcsoportnak ajánlaná a terméket? *

Gyermekeknek

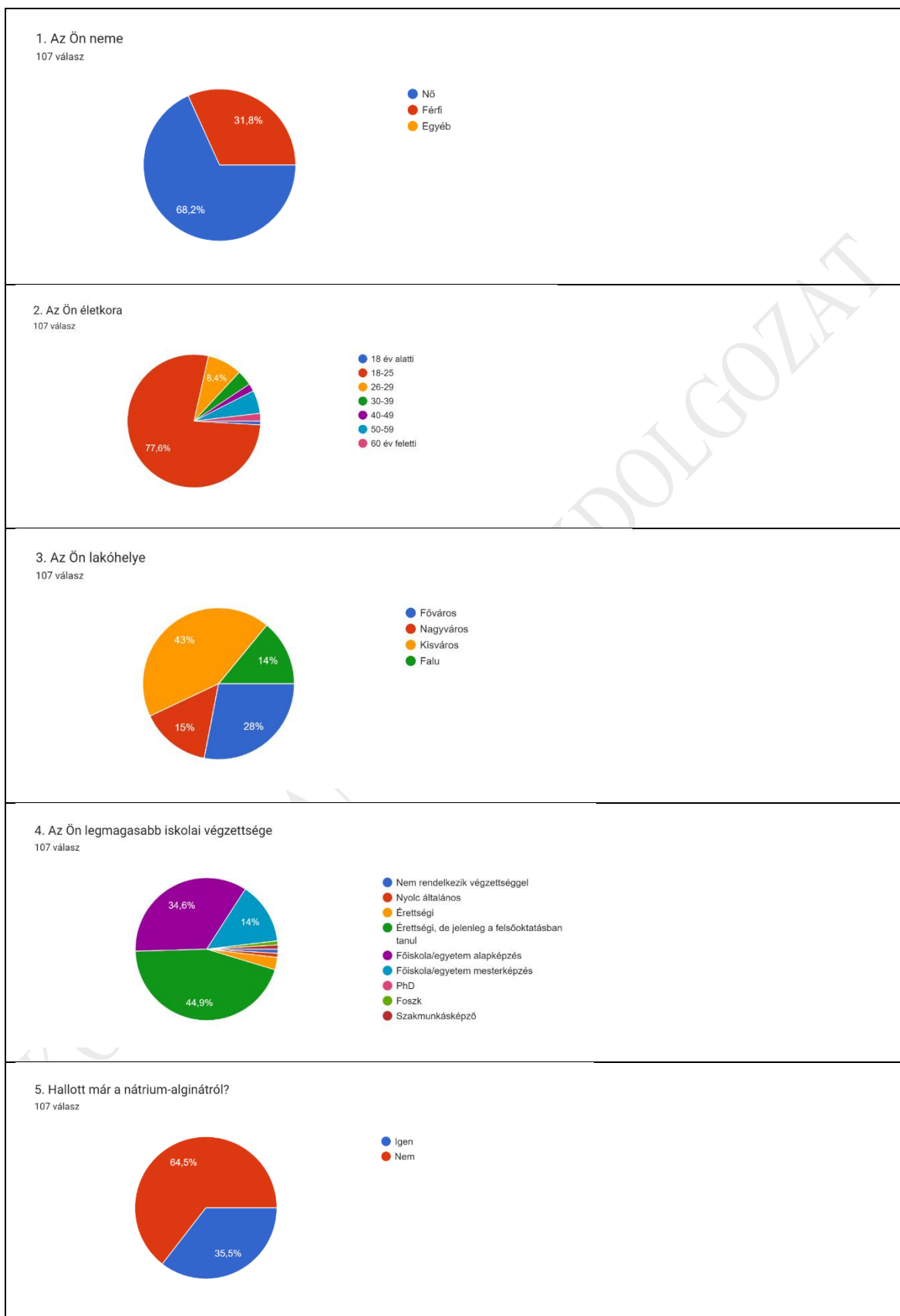
Serdülőknek

Fiatal felnőtteknek

Felnőtteknek

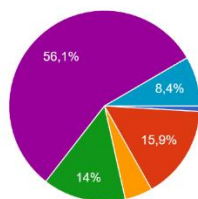
Időseknek

M2: Táblázat: Nátrium-alginát édesipari felhasználása kérdőív válaszai



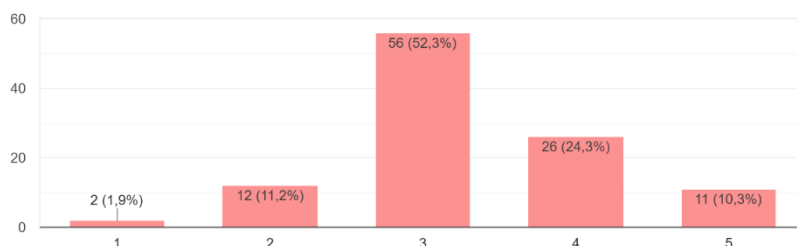
6. Ön mit gondol, mi a nátrium-alginát?

107 válasz



7. Mennyire szívesen venne olyan terméket, melynek összetevői között a nátrium-alginát szó szerepel?

107 válasz



8. Kérem, pár szóban indokolja előző válaszát.

Nem tudom pontosan mi az

Nem hangzik természetesnek

Nem tudom mi az

Hozzáértés nélkül a Nátrium-alginát szó túlságosan kémiai és egy kicsit elrettentő hangzású. Előzetes ismeret, vagy utánaolvasás nélkül, valószínűleg átalmas anyagra gyanakodnék, ami nem a felhasználó egészségét, hanem egyéb gazdasági célokat (pl költségcsökkentés) szolgál, ezért valószínűleg óvakodnék tőle.

Tudom, hogy egy természetes anyag, és hogy nem káros vagy veszélyes.

Úgysem adnának ki emberi szervezetre veszélyes terméket.

Nem tudom hogy pontosan mi az

Mert tudom, hogy amit az élelmiszerekhez alapanyagként használnak nem lehet káros.

Nem ismerem az anyagot.

Megbízom az élelmiszer mérnökökben

Manapság nem tudjuk pontosan melyik étel mit is tartalmaz pontosan. Igazából ha valamilyen módon felkerül a polcokra EU-n belül akkor már annyira nem lehet veszélyes.

Nem hallottam még róla, feltételezném, hogy a termék előállításához szükséges

Ha engedélyezett adalék miért ne? Max a nátrium miatt gondolkoznék, de ebben a koncentrációban aligha lehet hatással a keringésre.

Nem ismerem az élettani hatásait, először utánanéznék

Nem ismerem így emiatt közömbös vagyok vele kapcsolatban

Nem szoktam elolvasni az összetevőket

Nem különösebben taszít, nem hiszem, hogy rossz hatással lenne

Valószínűleg az egészségre gyakorolt hatása kis mennyiségben nem káros, ha a boltok polcára kerülhetett.

Ha kell bele, akkor kell bele

Mivel a "mit gondol...?" kérdésnél csak olyan opciókat ajánlottál fel, amit nem érzek negatívnak, ezért a fogyasztását sem érzem negatívnak..., de b*szki ha ilyeneket kérdezel mindjárt rákeresek google-ön.

Nem tudom pontosan, hogy mi az, de ha belerakják az élelmiszerbe, engem nem zavar.

Teljesen semleges, nem ismerem se az esetleges pozitívumait se a negatívumait

kicsit riasztó a neve

Maga a szó nem tántorítana el a termék megvételétől, de nem is ösztönözne a termék megvételére

Nem hangzik jól

Egyszer ígyis úgyis meghalunk, nem ilyeneken fog múlni.

Nem hangzik egészségesnek

Ez egy természetes eredetű anyag, valamilyen algából készül, zselésítésre használják, nem lehet ártalmas. Persze minél kevesebb adalék van egy termékben, annál jobb.

-

Nem ismerem mi a nátrium-alginát

Nem szoktam megnézni mi van a termékekben amiket megveszek

Nem tartok tőle, mert nem lehet veszélyes mennyiségben az élelmiszerben.

Tudom, hogy nem veszélyes az egészségre

Mert szerintem nem egészséges

Nem befolyásolná a vásárlásom

Tájékozódást követően döntenék erről.

Túlságosan mesterségesnek tűnik

Nem befolyásolja a vásárlást

nem hangzik jól, de nem biztos, hogy elkerülhető

ismeretlen

Nem ez alapján döntenék.

Mivel nem tudom pontosan mi, így nem vennék róla tudomást és eleve se szoktam elolvasni sajnos hogy egy termék mit tartalmaz

Vegyszerek tűnik

Tanultam róla

Általában számítok rá, hogy ehhez hasonló anyagok vannak a csomagolt élelmiszerekben és nem zavar

Nem szeretek olyasmit venni, amiben számomra ismeretlen anyagok vannak.

Nem természetes anyag, valószínűleg nem egészséges

Nem ismerem, ezért nem vennék

Már találok vele a csomagoláson, ha nagyon karos lenne, nem forgalmaznák, de nem ismerem részletesen.

elsősorban az alga jut róla eszembe

Nem ijeszt meg a neve

Nagyon idegennek hangzik. Nem tudom mihez kötni.

Nem lenne tiltó listán az összetevő

Kicsit furcsa, kellemetlen érzést keltő neve van, de nem befolyásolná végső soron

Rosszul hangzik. Nagyon mesterséges neve van. A nátrium kloridot már ismerjük, ezt attól jóval bonyolultabb lesz megérteni...

Amennyiben hasznos adalékanyag, addig megvásárolnám

Nem rettegek az összetevőktől, de nem is lenne ösztönző. Semleges.

Semmiben nem különb a neve a többi hozzáadott furcsaságtól...

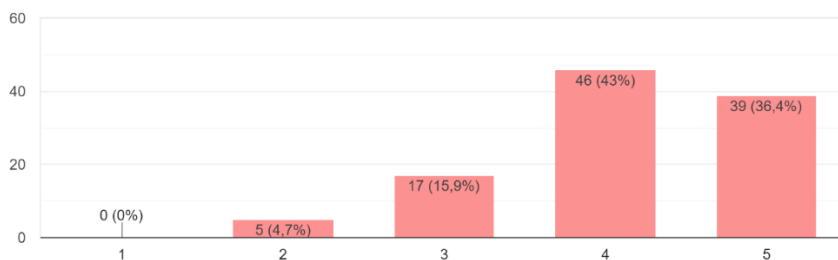
Hasznosnak találom

Nem tudom milyen élettani hatásai vannak. Jobban örülnék így ha nem lenne benne, de inkább semlegesen érint.

még nem ismerem élettani hatásait

9. Így, hogy tudatában van a nátrium-alginát élelmiszeripari szerepével, mennyire venne szívesen ilyen alapanyagot tartalmazó élelmiszert?

107 válasz



10. Nátrium-alginát felhasználásával lehetséges gyümölcspepet tartalmazó golyócskák létrehozása. A golyók belsejében a pép folyékony. Mi az első benyomása erről a termékről?

Érdekes... felettebb érdekes

Érdekes

Nyami

Hasonló tápióka golyókra

Dragon Ball Z

Hasonlít a bubble tea-ra

Érdekesen és ízletesen hangzik, amennyiben a gyümölcs töltelék természetes és finom, akkor tökéletes nasi lenne akár kicsik akár nagyok számára id. Most így hirtelen még az is eszembe jutott, hogy joghurttal elkeverve milyen érdekes finomság lehetne.

Funnak hangzik!

Őszintén gyógyszerre hasonlít.

Kinezetre megnyerő

Olyan mint a kaviár.

Nem néz ki jól, de szívesen megenném

Jól néz ki.

Jó

Izgalmas

Semleges

Furcsa

Az orbeez nevű termék jut eszembe róla, amely nem éppen ehető.

Furi

Findzsi

A kaviár jut az eszembe és ezzel annak sós-halás íze, de ilyen fancy éttermekben simán el tudom képzelni vagy valami citrusfélével ami nem idegen ettől az ízvilágtól.

Halikrára emlékeztet

Jól hangzik, kipróbálnám.

Érdekes

Bubu teára emlékeztet

Gusztusos, vonzó állag

Meglepő

Szívesen kipróbálnám.

Ew

Olyan mint azok a vízre dagadó dekor vízgyöngyök. Mindig éreztem egy kellemetlen készletést, hogy megegyem azokat is.

"Jo

Jól mutat, díszítésre is kiváló.

Megkóstolnám

Finom

Kicsit bizarr

tutira megenném

Szeretem

Érdekes kinézetű

Érdekesen hangzik

Bizarr

Érdekesen néz ki

Narancs ízű

Tetszik

Finom, különleges

Nagyon érdekes.

Furcsa, olyan mint a kaviár kinézetre.

"Nem tudom, van-e értelme ilyet gyártani, meg lehetne enni a gyümölcsöt vagy gyümölcspépet is. Főlöszleges ""becsomagolni"" zselébe.

Ránézésre ez olyan, mint valami ikra, nem is gusztusos nekem. "

Ez olyasmi lehet, mint az a golyós tea.

Olyan, mint a kaviár

Kedvelem az ilyet.

Jól néz ki

érdekes, figyelemfelkeltő

Érdekes, de szívesen kipróbálnám

Nem tetszik

Furcsa

A bubble tea-ben találkoztam ilyen golyókkal. Én nem szeretem

Nyami, bubble tea

Visszataszító

A bubble tea-re hasonlít nekem a golyócska, megkóstolnám

Süti díszhez hasonlít

Érdekesnek találom, kíváncsivá tett

nem tudom, mihez használnám, de szeretném tudni használni

Színes gél állagú golyók

izgalmasnak hangzik/tűnik

Nem valami gusztu

érdekes

Bubble tea

Jónak tűnik, megkóstolnám.

Megkóstolnám

Olyan, mint a cukor

Izgalmas

Érdekes

Gusztusos.

Megenném

Finomnak tűnik

Jól néz ki

megkóstolnám

Semleges

Szimpatikus, finom lehet.

Kinézete miatt először félve kóstolnám meg, de ha az ízek rendben vannak , akkor nem zavarna az állaga és a kinézete sem.

Fogyasztanám

nem szívesen fogyasztanám

Tetszik

Hogy finom. Bubble teához is ilyesmit szoktak rakni.

Olyan, mint az ikra

Nagyon hasonlít a tápiókára, aminek az állagát én kifejezetten szeretem, gondolom ez is hasonló lehet. Izgalmasnak tűnik szívesen kipróbálnám.

Kaviárra hasonlít. Vagy a bubble tea gyöngyökre. Finom és izgalmas termék

Olyanok mint valami kicsi műanyag üveggolyók.

Esztétikus és kívánatos

Megenném

Érdekes

Érdekes

Első látásra cukorkákra emlékeztet.

Olyan hasonló lehet, mint az oxo tea

Szép

Szép, viszont az állaga miatt nem tudom, hogy meg-e merném enni

Vázába dísznek még jó lehet, de így elsőre nem venném a számba. Olyan, mint a kaviár, attól erőst berzenkedek.

Gusztusosnak találom

Szép színű, jó megjelenésű

Bubu tea. Jó lenne ha külön is kapható lenne a golyó (kiskereskedelembe), és hozzáadott cukor, színezék és aroma nélküli (is) lenne.

Gusztusos, szívesen megkóstolnám.

Jól néz ki

Bubble tea

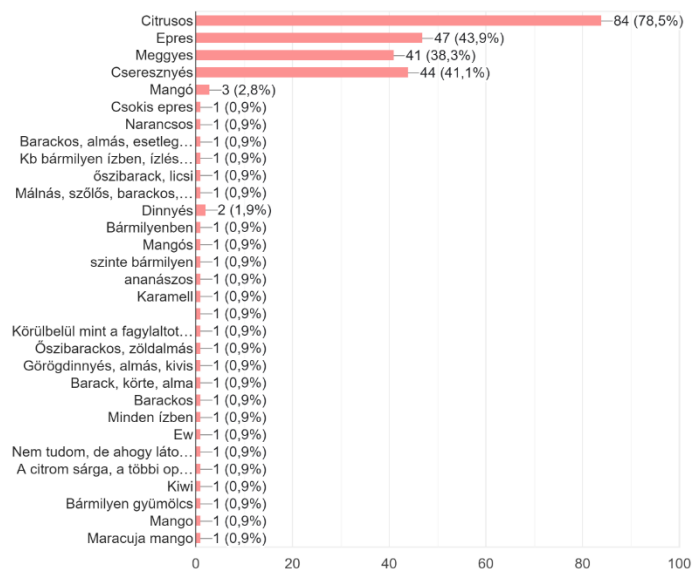
Kipróbálnám

Bubble teaban okés lehet

hasonlíthat a gumicukorra, ám könnyebben szétolvadhat a szájban

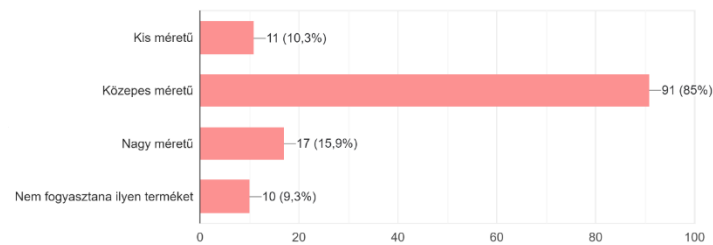
11. A fenti terméket milyen ízben tudná elképzelni?

107 válasz



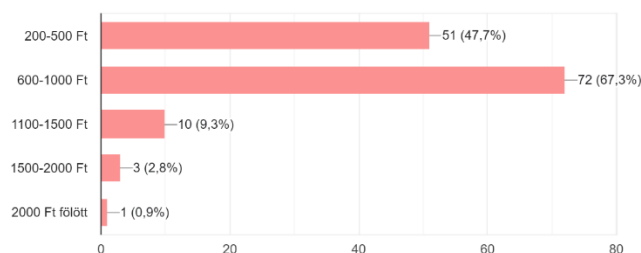
12. Milyen méretű golyókat fogyasztana szívesen?

107 válasz



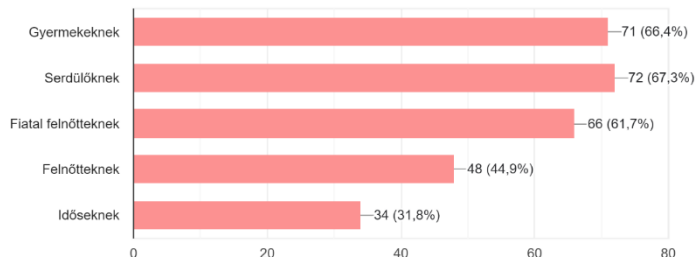
13. Milyen áron venné meg szívesen ezt a terméket 250 ml-es poharas kiszerelésben?

107 válasz



14. Milyen korcsoportnak ajánlaná a terméket?

107 válasz



M3: Táblázat: Az érzékszervi bírálat közben adott egyéb bírálói kiegészítések

<p>586 (Ca-laktát és gyümölcsle)</p>	<p>kesernyés, mosogatószer íze volt nagyon furcsa az állaga, a közepük folyadékkal telt, nem jó nagyon szép, áttetsző, de a külseje savanykás, belseje nagyon folyós és víz ízű csak a héja zselés, nagyon folyós, édes erős héj, robbant, rossz íz kicsit mű az íze, szétrobban nagyon finom volt mosogatószer íze van íze halvány, nagyon vizes gyorsan pukkan, nem oldódik a kéreg állagra vizes, íze sem szimpatikus kicsit íztelen, nagyon vékony hártás fal keserű utóíz, nem jó az íze állag ok, de rossz utóíz ez olyan furcsa, nagyon kemény a hártya nem jó állag, szinte íztelen, nagyon kemény hártya íztelen, nagyon mű, nem jó kipukkant</p>
<p>234 (75% gyümölcsle, 25% püré és Ca-laktát)</p>	<p>Lágy, íztelen nagyon furcsa az állaga, a közepük folyadékkal telt, nem jó van benne valami héj, gyümölcsös íz, de nagyon savanyú, túl folyós csak a héja zselés, folyós a közepe, nem szimpatikus erős héj, robbant, gyenge íz íztelen, szétrobban zselé burokból eperlé, kevésbé van íze nem tetszik a héja íze halvány, vizes keserű kicsit, nem oldódik a kéreg savanykás kicsit íztelen, nagyon vékony hártás fal még keményebb a héja,</p>

	<p>állag ok, de íz nem jó ízre intenzívebb, de a hártya furcsa kevés íz, savanyú, állag sem jó, keményebb hártya még folyósabb, szétroppan, savanyú, de egész finom nagyon kipukkant</p>
<p>796 (70% gyümölcsle, 25% gyümölcspüré, 5% cukor és Ca-laktát)</p>	<p>ehető natúr, eper íz, vizes, belül visszafogottan édes, a héj roppanós, rágva olyan, mint egy gyümölcs nagyon furcsa az állaga, a közepük folyadékkal telt, nem jó nehéz volt átharapni, a külseje kicsit savanykás, az íze közelít a gyümölcsöshöz, de elég folyós vékony csak a héja zselés, nem szimpatikus erős héj, robbant, gyenge íz finom, édeskés, szétroppan, de kevésbé epres, hártya, az eperlé finom, nagyon édes jó nem olyan jó, túl vizes gyorsan szétpukkan, vizes gyümölcsös íz a legjobb szinte roppan a bőre állag rossz, íz rossz, utóíz rossz ízre intenzívebb, de a hártya furcsa savanyú, kevés íz, nem jó állag, kemény hártya savanyú, túl folyós, állagra eddig utolsó, cukorhiány vizes, egész puha</p>
<p>154 (Na-alginát és gyümölcsle)</p>	<p>ehető kevésbé természetes, kevésbé egyértelmű az eper íz, édesítő ízű, belül gélesebb szerkezet, kevésbé roppan, nem tetszik az íze nem túl jó nem intenzív, savanykás, nem olyan sima a külseje de a zselés állag tetszik homogén, markáns ízű, de gyümölcsös erős héj, gyenge íz jó ízű, szétmállik olyan, mint a gumicukor, csak lágyabb finom jó állagú, vizes íz de jó pépes, de finom szinte teljesen zselés kéreg kevésbé omlós számomra ez volt a legjobb ízben, de a kinézete a legrosszabb állag nice és finom picit semleges íz, de állaga tök jó nem jó állag, kevés íz ízetlen, keményebb textúra zselés, kevés íz</p>
<p>348 (75% gyümölcsle, 25% püré és Na-alginát)</p>	<p>ehető kifejezetten finom, édes volt ízre jó, kicsit savanykás, állaga jó, de kicsit furcsa, hogy habos homogén, gyümölcsös, málnás-epres, de nem elég édes darabos, gyenge íz kicsit ízetlen, állagra jobban szétesik nagyon finom volt epres zselé, finom + ropogós magok 924 után ízre, állagra rosszabb furcsa íz szinte teljesen zselés állagra jobb, mint a 924, de nem ízes annyira gumicukorra emlékeztető kinézett, de csalódott az ízvilágban állag OK, savanyú, de egész jó utóíz intenzívebb íz, állaga hasonló savanykás, kevés íz savanyúbb, enyhe utóíz, állag ugyan az, enyhén földes utóíz magos- zselés</p>
<p>924 (70% gyümölcsle, 25% gyümölcspüré, 5% cukor és Na-alginát)</p>	<p>finom cukros, finom, eddigi legjobb, a magvak nagyon tetszetek érezni a gyümölcsös ízt, az állaga zselé szerű, de kicsit lágy</p>

	<p>zselés epres íz, de nem elég édes zselés, nem robban, jó íz édesebb, szétmállik olyan, mint a 796, csak nem finom epres, darabos sűrűbb, ízebb, de kevésbé jó, mint a 154 először vizes, de édes, finom víz ízű, állagra semmi, mű íz kristályos szemcsék állag rossz, kicsit édes, kicsit savanyú, rossz utóíz íze és állaga összhangban van, finom ízebb, finom nincs utóíz, kicsit darabos állag, belül folyós, finom, nem extra édes, lekvár szerű sűrű, magos</p>
--	---

KOVÁCS PANNA SZAKDOLGOZAT

10. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban hatalmas köszönettel tartozom konzulensemnek, Lambertné Meretei Anikó tanárnőnek, aki fáradhatatlanul segített a kutatás útján elindulni, minden kérdésem készségesen megválaszolta a dolgozattal kapcsolatban és amikor kételkedtem magamban, akkor is tartotta bennem a lelket.

Külön köszönet testvéremnek Dorkának és legjobb barátnőmnek Dominikának, hiszen bármikor fordultam hozzájuk segítségért, mindig igyekeztek legjobb tudásuk szerint kiséíteni.

Továbbá köszönöm a családomnak, páromnak, barátaimnak a támogatás, nélkülük nem született volna meg ez a dolgozat.

11. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kovács Panna
A Hallgató Neptun kódja: M6ERXE
A dolgozat címe: Nátrium-alginát alapú édesipari termék előállításának lehetőségei
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

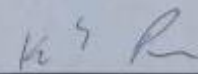
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. 10. 26.



Hallgató aláírása

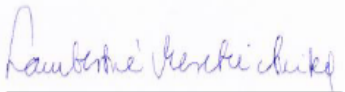
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Kovács Panna (hallgató Neptun azonosítója: M6ERXE) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre **javaslom** / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem***³

Kelt: Budapest, 2023. október 19.


Lambertné Meretei Anikó

