



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2022. november 23.

**Gesztenyepüré szerkezeti stabilitásának változása élelmiszeripari
rost adagolásának hatására**
**Changes in the structural stability of chestnut puree due to the addition of
dietary fibre**

Készítette: Szalonna Evelin
BGU38A
Élelmiszermérnöki, mesterképzés
Nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Dr. Szabó-Nótin Beatrix, egyetemi adjunktus,
MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs és
Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék

Lehetséges OTDK szekció: Agrártudományi szekció

Budapest

2022.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
2.	Célkitűzés	2
3.	Irodalmi áttekintés	3
3.1.	A szelídgesztenyefa növény és története	3
3.2.	A gesztenye, mint élelmiszer	3
3.3.	A gesztenyetermékek előállítási folyamata.....	4
3.4.	Rostok	6
3.4.1.	Vízben nem oldódó élelmi rost.....	6
3.4.2.	Vízben oldódó élelmi rostok	7
3.4.2.1.	Az inulin	8
3.5.	További összetevők jellemzése.....	9
4.	Anyagok és módszerek.....	11
4.1.	Kísérletek helyszíne	11
4.2.	Felhasznált anyagok	11
4.3.	Alkalmazott receptúra és a gesztenyepürék elkészítése	12
5.1.	Mérési módszerek	14
5.1.1.	Nedvességtartalom mérés	14
5.1.2.	Szárazanyag tartalom meghatározása	14
5.1.3.	A vízaktivitás vizsgálata.....	15
5.1.4.	A termék állomány vizsgálata (Reológia); Amplitúdó söprés	15
5.1.5.	Színezeti tényezők meghatározása	16
5.1.6.	Késztermék érzékszervi bírálata.....	17
5.1.7.	Statisztikai elemzés.....	18
6.	Kísérleti eredmények és értékelésük	19
6.1.	Nedvességtartalom mérés.....	19
6.1.1.	Nedvességtartalom mérés inulin típusonként.....	19
6.1.2.	Maltitolt tartalmazó minták nedvességtartalmának mérése.....	19
6.2.	Szárazanyag tartalom meghatározása	20
6.2.1.	Szárazanyag tartalom meghatározása inulin típusonként	20
6.2.2.	Maltitolt tartalmazó minták szárazanyag tartalmának meghatározása.....	21
6.3.	A vízaktivitás vizsgálata	22
6.3.1.	A vízaktivitás vizsgálata Inulin típusonként.....	22

6.3.2.	Maltitolt tartalmazó minták vízaktivitás vizsgálata.....	23
6.4.	Amplitudó söprés eredményei.....	23
6.4.1.	Amplitudó söprés inulin típusonként	23
6.4.2.	Maltitolt tartalmazó minták amplitudó söprés eredményei.....	30
6.5.	Színezeti tényezők meghatározása.....	35
6.5.1.1.	Színezeti tényezők inulin típusonként.....	35
6.5.1.2.	Maltitolt tartalmazó minták színezeti tényezőinek vizsgálata.....	38
6.6.	Az érzékszervi bírálat eredményei	41
7.	Összefoglalás.....	44
	Irodalomjegyzék.....	

1. Bevezetés

Magyarországon kifejezetten elterjedt és közkedvelt a gesztenyefogyasztás. A gesztenyét fogyaszthatjuk akár egészben pl.: sült gesztenyeként, mint a karácsonyi vásárok közkedvelt csemegéje, de a kereskedelemben legelterjedtebb formája a gyorsfagyasztott püré, illetve gyorsfagyasztott massa formában történő forgalmazás. A gesztenyemassa a gesztenye passzírozott változata, mely a Magyar Élelmiszerkönyv szerint nem tartalmazhat hozzáadott cukrot vagy édesítőszert, ezt általában sütemények, illetve különböző húsételek készítésekor alkalmazzuk. A gesztenyepüré, mely tartalmaz hozzáadott cukrot és/vagy édesítőszert már önmagában is megállja a helyét, mint desszert (MÉ 2-604 számú irányelv).

A közelmúltban Magyarország legnagyobb mennyiségben gesztenyekészítményeket előállító cége olyan terméket kezdett el gyártani és forgalmazni, amely a Magyar Élelmiszerkönyv szerint gesztenyepüré, de nem gyorsfagyasztott, hanem vákuum csomagolásban, a hűtőpultban (5-10°C) tárolt termék. Ez a készítmény ihlette a dolgozatban ismertetésre kerülő termékfejlesztést. A fejlesztés kezdetén egy hűtőpultban tárolható gesztenyeterméket képzeltem el, amely hozzáadott cukrot nem tartalmaz, és inulinnal, mint élelmi rosttal dúsított. Az inulin, az emberi szervezetben élelmi rostként és prebiotikumként funkcionál, alacsony a kalóriatartalma, cukorbetegség számára is megfelelő. Az élelmiszeriparban leginkább tejtermékek valamint zsírpótlók-és zsírhelyettesítők sűrítőanyagaként alkalmazzák. Az általam kidolgozott gesztenyetermék az inulin tartalom miatt jó hatással van az emésztésre és ezeknek köszönhetően beilleszthető az egészséges táplálkozásba, emellett egy olyan termék, amelyet akár önálló desszertként is el lehet fogyasztani.

2. Célkitűzés

TDK munkám célja egy egészséges, hozzáadott cukrot nem tartalmazó, természetes édesítőszerrel készült, valamint ételmi rosttal dúsított, kanalazható gesztenyedesszert készítése. Cél, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott, édesítőszeret tartalmazó gesztenyepüréhez hasonló legyen a termék, de fagyasztás helyett hűtőpultban legyen tárolható.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A szelídgesztenyefa növény és története

A *Castanea sativa*, az európai gesztenye, az egyetlen őshonos gesztenyefaj Európában, a török mediterrán génállományból származik (Maynard, és mtsai., 2019).

A szelídgesztenye tudományos nevét (*Castanea sativa*) 1768-ban adta Philip Miller londoni botanikus. A tudományos fajnevek közül a „sativa” jelentése termesztett, a „vesca” a latin esca = eledel, étel szóból ered és a -ve nyomatékosító képzővel keletkezett, és így igen élvezetést jelöl. A „vulgaris” magyar megfelelője közönséges, közismert. Éréskor a 4 részre kovadó kupacsból 3 makktermés (gesztenye) található, melyek közül a két szélső félkör, míg a középső lapos keresztmetszetű. Általánosan elterjedt Dél-Európában, KisÁzsiában, a Kaukázusban, továbbá Északnyugat-Afrikában, s jelentős (valószínűsíthetően szubszpontán) előfordulásai vannak Franciaországban, Anglia és Írország déli részén, a Duna-völgyétől délre eső területeken.

A szelídgesztenye termesztése hazánkban több, mint egy évszázadra nyúlik vissza, már 1879-ben is foglalkoztak a kérdéssel, hogy „Ültetett növény-e nálunk a szelídgesztenye?”, de ebben az időszakban még nem találni pontos adatokat a termesztéséről. A szelídgesztenye Kárpát-medencei előfordulásait, az Erdészeti Kísérletek c. folyóirat 1911. évi kötetében már 182 lelőhelyet sorol fel, amely mutatja, ekkor már megkezdődött a gesztenye termesztés országunk területén (Geszt & Gesztely, 2007) .

3.2. A gesztenye, mint élelmiszer

A világ vezető gesztenyetermelője Kína, amelyet távolról Korea, Törökország, Olaszország, Japán, Spanyolország, Portugália, Franciaország és Görögország követ, de Kelet-Európa országaiban, Ausztráliában, Chilében és az USA-ban is egyre nagyobb a jelentősége (Conedera, 2004).

Világszerte a „természetes élelmiszerek” piaci potenciálja növekvő tendenciát mutat, és az emberek egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az egészséges életmódra, melynek alapja az egészséges táplálkozás. Ez a helyzet elősegíti a gesztenye felértékelődését, a diófélék, és a táj vidéki erőforrásait. Ennek a „hullámnak” a visszhangjára az elmúlt néhány évben több gesztenyeerdőt is telepítettek világszerte. Ültetvények létesültek, és új, jó minőségű, feldolgozott gesztenyéből nyert élelmiszereket sikerült elérni (Bounous, 2013).

A gesztenye energiatartalma alacsony, mindössze átlagosan 163 kcal/100 g energiát tartalmaz. Fogyasztása ezáltal hozzájárulhat az egészséges testsúly fenntartásához, valamint jól

beilleszthető testsúlycsökkentő étrendekbe és alacsony energiatartalmú diétákba a natúr gesztenye és az abból készült gesztenye alapú ételek (Internet 1., 2022.).

A gesztenye számos értékes táplálkozásélettani tulajdonsággal rendelkezik. Az ehető friss gesztenye keményítőkoncentrációja magas (akár 70%), ásványi anyagokat (főként káliumot és foszfort) valamint vitaminok közül főként a B- és C-vitamint, valamint igen jelentős mennyiségű rostot is tartalmaz, de fehérjében igen szegény (2-4%), ill. zsírtartalma mindössze 2-5% között van (Uylaşer, Yıldız, Mert, & Serdar, 2012).

A gesztenye az egyre nagyobb piaci szektor megbecsült élelmiszere. Alacsony zsírtartalmában különbözik a többi dióféléttől, ami ideálissá teszi magas összetett szénhidráttartalmú és alacsony zsírtartalmú diétákban történő alkalmazáshoz (Rodriguez, 2020). A termelés legnagyobb részét a friss pörkölt vagy főtt termékek teszik ki. A sült gesztenye utcai árusítása népszerű őszi-téli látványosság a városokban szerte a világon. A gesztenyediókat négy méretre osztják: kicsi, normál, nagy és speciális. Különbséget tesznek a „Marroni” és a közönséges gesztenye között: az olasz szabványok a „Marroni”-t hosszúkás alakú, nagyméretű, világos színű és enyhén emelkedő csíkokkal rendelkező, könnyen hámozható, ritkán dupla szemű, jó ízű és egységes állományú fajtákként vagy fajták csoportjaként határozzák meg. A másik csoportosítás Franciaországban a „Marrone”, mely megkülönböztet olyan gesztenyét, amelyek kevesebb, mint 12%-ban kettős termést tartalmaznak, és másik csoportba tartoznak azok, melyek több mint 12%-ban kettős terméssel rendelkeznek. (Bounous, 2013)

Egy olasz kutatás alapján (Bounous, 2013) a termelésnek csak korlátozott mennyisége (kb. 20%) kerül felhasználásra fél- vagy késztermékként. A legjobb gesztenyét és „Marronit” hámozás után cukrozzák, vagy cukrászdába küldik, hogy elkészítsék a „marrons glace”-t vagyis a gesztenyét cukorszirupban vagy alkoholban (Fauve-Chamoux, 2000). Az egész hámozott gesztenye konzervdobozokba kerülhet; szárazon üvegedénybe csomagolva vagy vákuumcsomagolásban. A püré lehet gesztenyekrém tartalmazó tejdesszertek alapja. A gesztenye hámozott, fagyasztott, pelyhesített, sör vagy likőr alapanyagként, valamint egyéb feldolgozott termékeire is nagy a kereslet világszerte. Továbbá a gesztenyét szárított és liszté őrölt változatban is egész évben csomagolják és árusítják.

3.3.A gesztenyetermékek előállítási folyamata

A gesztenyét válogatják, mossák, megfőzik, majd héjtalanítják. Áttörik, és terméktől függően cukor, édesítőszer, fűszer- és aromaanyagok hozzáadása mellett, illetve gesztenyemassza esetén azok nélkül egyneműsítik, csomagolják, gyorsfagyasztják, -18°C alatti hőmérsékleten tárolják.

Különböző gesztenyetermékek a Magyar Élelmiszerkönyv 2-604 szerint:

- **Gyorsfagyasztott gesztenyemassza:** Gyorsfagyasztással tartósított, főtt, héjtalanított, áttöréssel a sziklevelektől és a maghéjrészekről elkülönített egyneműsített gesztenye, amely semmilyen egyéb anyagot nem tartalmaz.
- **Gyorsfagyasztott gesztenyepüré:** Gyorsfagyasztással tartósított gesztenyemasszának, cukornak és a megengedett ízesítőanyagoknak homogén, gyorsfagyasztott elegye.
- **Gyorsfagyasztott gesztenyepüré édesítőszerrel:** Gyorsfagyasztással tartósított gesztenyemasszának, édesítőszernek és a megengedett ízesítőanyagoknak homogén, gyorsfagyasztott elegye.

Felhasználható összetevők:

Elsődleges összetevők:

Szelídgesztenye [*Castanea sativa*, Mill. (*C. vesca*, *C. vulgaris* valamint fajtaváltozatainak magtermése)]. Gesztenyekészítmények előállításához kizárólag ép, egészséges, emberi fogyasztásra alkalmas, növényi és állati kártevőktől mentes termés használható fel.

Egyéb szokásosan felhasználható összetevők (kizárólag a gesztenyepüré, illetve gesztenyepüré édesítőszerrel termék esetén):

- Aromák
- Cukor (csak a gesztenyepüréhez)
- Édesítőszer (a 152/2009 (XI.12.) FVM rendelet 2. melléklete szerint, csak a gesztenyepüré édesítőszerrel termékhez)
- Ízesítő anyagok (pl. vanília, szeszesital)

A Magyar élelmiszerkönyv szerint a következő minőségi jellemzőkkel szükséges rendelkeznie a termékeknek:

Fizikai, kémiai jellemzők:

Érzékszervi jellemzők felengedett állapotban, szobahőmérsékleten:

Szín: a friss gesztenyemasszára jellemző, világosdrapp szín

Állag: homogén állományú, képlékeny massa, csomóktól mentes

Illat: gesztenyére, illetve a felhasznált anyagokra jellemző, tiszta, jól felismerhető illatú, minden idegen illattól mentes.

Íz: jellegzetes gesztenye íz. Gesztenyepüré esetében a felhasznált anyagok íze kellemesen érződik és harmonikusan illeszkedik a gesztenye ízéhez. Minden idegen íztől mentes.

(MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-604 számú irányelv, 2013)

3.4. Rostok

A növényi sejtfalat alkotó anyagok összességét rostnak nevezik, amelyek egy része – a nem emészthető szénhidrátok és a lignin – alkotja az élelmi rostot (Jones, 2014).

Kémiai szerkezet és tulajdonság alapján az élelmi rostot alkotó elemek főként szénhidrátalapú polimerek, illetve fenilpropán egységekből felépülő ligninek. A szénhidrátalapú polimerek lehetnek vízben jól oldódóak, tehát vízzoldékonyak és vízben kevésbé oldódóak vagyis oldhatatlanok ((Burton, Gidley, & Fincher, 2010.); (Knudsen, 1997).

Az ajánlások értelmében a férfiaknak naponta 30-38 gramm, míg a nőknek 21-25 gramm rost elfogyasztása ajánlott. Rostdús étrendről akkor beszélünk, ha a napi élelmi rost bevitele 40 gramm feletti, de nem haladja meg az 50 grammot. A rosthányos táplálkozás számos betegség kialakulásának kockázatát növeli. Ezek közül kiemelendők a vastagbélbetegségek, például a székrekedés, az aranyér, a divertikulózis és a vastagbélrák (Internet 2., 2021).

A 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól (2009) az alábbiak szerint mutatja be az élelmi rost meghatározását: „Az Élelmi rost olyan, legalább három monomer egységgel rendelkező szénhidrát-polimer, amelyeket a vékonybél nem emészt meg és nem szív fel, és amely az alábbi kategóriába tartozik:

- az élelmiszer fogyasztásra kerülő formájában természetes módon jelen levő, ehető szénhidrát-polimer,
- élelmiszer-nyersanyagból fizikai, enzimes vagy vegyi eljárással kinyert ehető szénhidrát polimer, amely általánosan elfogadott tudományos bizonyítékok szerint kedvező élettani hatással bír,
- ehető szintetikus szénhidrát polimer, amely általánosan elfogadott tudományos bizonyítékok szerint kedvező élettani hatással bír.

A feltüntetendő energiatartalmakat az alábbi faktorokkal kell kiszámítani: élelmi rost 2 kcal/g-8kJ/g.”

3.4.1. Vízben nem oldódó élelmi rost

Vízben nem oldódnak: a cellulóz, a hemicellulóz egy része, továbbá a ligninek. Mindkét csoportba tartozó alkotóelem jellemzője, hogy a szervezet által termelt emésztőenzimek nem bontják őket (Burton, Gidley, & Fincher, 2010.), (Knudsen, 1997).

A vízben nem oldódó étkezési rostok lassítják a szénhidrátok felszívódását. Lassítják továbbá a gyomor kiürülését is, ami az éhségérzet csökkentésével különösen jótékony a testsúly normalizálásában. Vízkötő képességük révén növelik a széklet tömegét, és gyorsítják annak

áthaladását a bélrendszeren. Megfelelő mennyiségű folyadék egyidejű elfogyasztása mellett megakadályozzák a székrekedés kialakulását, és csökkentik a vastagbélbetegségek kialakulásának kockázatát. A vízben nem oldódó rostok elősegítik a jó bélműködést, mivel megkötik a mérgező anyagokat, növelik a béltartalom térfogatát, gyorsítják a táplálék bélcsatornán keresztül történő áthaladását, és ezzel megkönnyítik a rendszeres székletürítést.

Vízben nem oldódó rostokképviselei: búzakorpa, búzacsíra, rozs, szezám, teljes kiőrlésű gabonapelyhek, lisztek és kenyerek, káposztafélék, paradicsom, paprika, vöröshagyma, petrezselyemgyökér, kukorica, diófélék és olajos magvak.

Ha a vízben nem oldódó ételmi rostok az ajánlott napi mennyiségnél lényegesen nagyobb adagban kerülnek a szervezetbe (például rosttartalmú étrend-kiegészítők túlzott fogyasztásakor), akkor gátolhatják egyes ásványi anyagok (például a kalcium és a vas) felszívódását (Internet 2., 2021)

3.4.2. Vízben oldódó ételmi rostok

Vízoldékony növényi rost-alkotók a pektinek, a hemicellulózok közül az arabinoxilánok, az oligoszacharidok valamint az inulin. A vastagbélben, bakteriális enzimek segítségével, rövid szénláncú zsírsavakká alakulnak át, míg az oldhatatlan vegyületek nem vagy csak kismértékben változnak meg (Burton, Gidley, & Fincher, 2010.); (Knudsen, 1997).

A vízben oldódó ételmi rostok előnyösen befolyásolják a szénhidrát anyagcserét, ugyanis lassítják a szőlőcukor (glükóz) keveredését a vékonybél felső szakaszában, ez lassítja és egyenletessé teszi felszívódását. Kedvezően befolyásolják a zsíranyagcserét is, mivel megkötik a koleszterin és az epesavak egy részét, így ezek nem képesek felszívódni a szervezetben.

A szénhidrátok és zsírok anyagcseréjére gyakorolt pozitív hatásuk következtében fogyasztásuk különösen kedvező koszorúér-betegségek, elhízás, cukorbetegség, a zsíranyagcsere zavarai és epekövesség esetén. A gyomor- és bélrendszeri hormonokra gyakorolt hatásukkal befolyásolják a gyomorkiürülés sebességét és az emésztőnedvek kiválasztódását is. Felveszik a vízben oldott káros anyagokat, aminek köszönhetően rövidebb ideig és kisebb arányban maradnak mérgező és rákkeltő anyagok a bélben. Rostban gazdag étrenddel kedvező irányba befolyásolható a bélflóra aktivitása, amely kiemelt szerepet játszik az emésztésben és a szervezet védekezésében. Vízben oldódó rostok képviselői: zabfélék (zabpehely, zabkorpa), árpa, gyümölcsök (alma, birsalma, banán, szőlő, málna, ribizli), zöldségek (burgonya, sárgarépa, tökfélék, cékla, spenót) és hüvelyesek (bab, lencse, sárgaborsó, csicseriborsó), valamint az inulin (Internet 2., 2021)

3.4.2.1. Az inulin

Az inulin a növényvilágban elterjedt poliszacharid. Tartalék tápanyagként halmozódik fel a *Liliaceae*, az *Amaryllidaceae*, a *Gramineae* és a *Compositae* családba tartozó növények, például a csicsóka és a cikória gumóiban és föld alatti részeiben. Nevét az őszirózsafélék/fészkesek családjába (*Asteraceae*) tartozó örvénygyökérről (*Inula helenium*) kapta. Az ismert zöldségféléink közül a vöröshagyma, a póréhagyma és a fokhagyma tartalmaz nagy mennyiségben inulint, ezeken felül előfordulnak a gabonafélékben, mint a búzában, a rozsban és az árpában is.

Az inulin színe fehér, 40-100 µm szemcsés por. Illatát tekintve semleges, íze édeskés, édesítőereje a szacharózhoz viszonyítva megközelítőleg 0,5-0,7, kellemetlen mellékíz nem érezhető. Energiatartalma megközelítőleg 2 kcal/g, ezért előszeretettel alkalmazható csökkentett energiatartalmú élelmiszerek dúsítására. A szacharózhoz képest vízmegkötő képessége magasabb. A vízoldhatósága a molekulamérettől, illetve polimerizációs foktától függ. Vizes közegbe helyezve, magas koncentrációban krémes, géles állományt alakít ki, ezen okból kifolyólag alkalmazható állománykialakítóként és zsírpótlóként is. Az inulin molekulák hidrolízise során nem redukáló cukrok keletkeznek, így a Maillard-reakcióban nem vesz részt. Emészthetőséget tekintve az inulin prebiotikus hatású, amely azt jelenti, hogy az inulinban található béta-(2-1) kötéseknek köszönhetően az emberi emésztőrendszer első szakaszán, tehát a szájon, gyomron és vékonybélben sértetlenül tovább halad és csak a vastagbélben megkezdődik a fermentációja. Ezáltal hozzájárul a vastagbél mikroflórájának egyensúlyban tartásához a jótékony bélbaktériumok szelektív elszaporodása révén.

Az inulin számos pozitív élettani hatással is bír, melyek közé tartozik, hogy csökkenti a csontritkulás kialakulásának kockázatát, mert a fermentációja során rövid láncú zsírsavak keletkeznek, amelyek segítik az ásványi anyagok, többek között a kalcium és a magnézium felszívódását. Ezen felül csökkenti a vér triglicerid- és koleszterinszintjét, mert akadályozza a lipidek, illetve a koleszterin felszívódását a táplálékból. Csökkenti az étvágyat, mivel növeli a teltségérzetet. Pozitív tulajdonságai közé tartozik, hogy erősíti az immunrendszert azáltal, hogy javítja a gyomor-bél rendszeri működéseket. A gyógyszerári mesterséges hashajtókkal szemben kíméletesen segít megszüntetni a székrekedést, ugyanis megfelelő dózisban adagolva (napi 12g) növeli a széklet gyakoriságát anélkül, hogy hasmenést okozna. Fontos megjegyezni, hogy túlfogyasztása egészségkárosodást nem okoz, ám kellemetlen tünetekkel jár, mint a kellemetlen mértékű puffadás, bélgázképződés (Juhász & Veres, 2020).

Az összes inulinra jellemző, hogy egy fruktózból és glükózból felépülő, vízoldható élelmi rost, amely a többi rosthoz képest jóval kisebb, már napi kb. 12 g fogyasztása esetén kifejti jótékony

hatását (Angeli, Barat & Molnár, 2000). Van kutatás már, amely kimutatta, hogy szerepet játszik egyes daganatos betegségek kialakulásának megelőzésében (Biacs, 2000).

Technológiai szempontból az inulin állománykialakító hatással bír, vízzel megfelelő arányban keverve zsírszerű állományt mutat, így jól alkalmazhatjuk zsírpótlóként és ezáltal az energiatartalmuk csökkentésére különböző élelmiszerek előállítása során, ilyenek például a cukrászkrémek, zsírszegény jégkrémek, kekszek és sütőipari termékek. (Guggisberg et al., 2009). Az inulin zsírpótló szerepe mellett enyhén édesítő hatása is, így kisebb polimerizációs fokú változatával (frukto-oligoszacharidok) édesítőanyagként is találkozhatunk számos édesipari élelmiszer összetevői között. Az ipar az édesítésen és zsírpótláson felül a termékeiben széles körében használja az inulint élelmirost-tartalom növelésre, például kekszekben, csökkentett energiatartalmú tejdesszertekben, margarinban, fagylaltokban, sajtokban (Tiwari, Sharma, & Kaur, 2015; Karimi, et al., 2015).

3.5.További összetevők jellemzése

A Maltit E 965 vagy másnéven Maltitol:

A maltitolt több, mint 25 éve használják élelmiszerekben a szacharóz helyettesítésére, szerkezetét tekintve cukoralkohol, amelynek tulajdonságai a cukorhoz leginkább hasonlítanak édesség és fizikai tulajdonságok tekintetében is.

Egyes tanulmányok szerint a maltitol nem okoz fogszuvasodást és cukorbeteg is biztonságosan fogyaszthatják (Franz et al., 2002; Mäkinen, 2016). A maltitol kémiaiilag viszonylag stabil magas hőmérsékleten és nem vesz részt a Maillard-barnulási reakciókban.

Kereskedelmiileg vagy maltóz, vagy általában nagyon magas maltóz tartalmú glükózsirup katalitikus hidrogénezésével állítják elő, amelyben a maltózon lévő szabad redukáló aldehidcsoportokat hidrogénnel reagáltatva stabil alkoholcsoportokat állítanak elő. Ez a funkció csoport változása radikálisan megváltoztatja a maltóz egyes tulajdonságait. Például a maltitol több, mint kétszer édesebb, mint a maltóz, ugyanakkor megőrzi a cukor egyéb előnyös tulajdonságait, mint a szerkezetet, a tömeg és a funkcionalitás. Ezért a maltitol a szacharóz számos előnyével rendelkezik, de hátrányok nélkül. Így szinte tökéletes cukorhelyettesítő (Ruskoné-Fourmestiaux et al., 2003).

A maltitol előállításának hidrogénezési körülményei hasonlóak az egyéb poliolok előállításához használtokhoz. A maltóz vagy maltózsirup könnyen maltitollá alakul hidrogénnel magas hőmérsékleten és nyomáson (általában 100-150 °C/100-150 bar) megfelelő katalizátor (például nikkkel, molibdén, palládium vagy platina) jelenlétében. A reakcióidő általában 1-2 óra. A reakció során a maltitban oldott minden katalizátort további ioncserélő kezeléssel távolítjuk el.

A maltózt vagy maltózsirupot általában kukorica vagy tápióka keményítőből enzimes hidrolízissel állítják elő. A keményítőt először nagyon magas malátatartalmú szirupká alakítják, amely általában több mint 85% maltózt tartalmaz, és ebből az anyagból többféle módon lehet maltitolt előállítani. Minden mód vizes kristályosítást vagy olvadékkristályosítást foglal magában. Az előbbi esetben a maltitol (vagy maltóz) telített oldatát lehűtik, és az oldott anyag kristályaival beoltják. A maltitol tiszta formában kikristályosodik, szűréssel vagy centrifugálással nyerik ki és szárítják. Az olvadékkristályosítás során a víz fokozatosan elpárolog a maltitolszirupból, amíg a szilárdanyag-tartalom meg nem haladja a körülbelül 95%-ot. A poliol ilyen körülmények között nincs oldatban, hanem nagy szilárdanyag-tartalmú olvadék formájában van. A maltitolporral történő oltás után az olvadt maltitol megszilárdul, ahogy elhagyja a bepárlót vagy kristályosítót. Szárítás, őrlés és szitálás fejezi be a folyamatot a maltitolpor előállításához (Kearsley & Deis, 2012).

A maltit az Európai Unióban a 1333/2008 EK rendelet értelmében számos élelmiszerben felhasznált és engedélyezett alapanyag csökkentett energiatartalmú vagy hozzáadott cukor nélkül előállított desszertek és más termékek tekintetében is, mint például:

- Dzsem, zselé, gyümölcsíz, és édesített gesztenyekrém
- Fagyasztott állapotban fogyasztandó készítmények (például fagylaltok, jégkrémek)
- Gyümölcskészítmények, kivéve a gyümölcsléalapú italok gyártására szánt termékeket, illetve a lekvárokat
- Kakaó- és csokoládétermékek
- Édességek, ideértve a leheletfrissítő cukorkákat is
- Reggeli gabonapehely vagy gabonaalapú termékek

A maltitol nem használható italokban, mint pl.: mézsör, szeszes italok, borok és bor alapú termékek, gyümölcsnektárok, valamint zöldségnektárok és hasonló termékek,

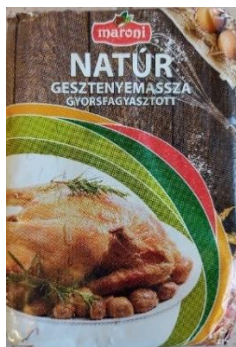
Ezeket felül számos édességben és egyéb termékben engedélyezettek, mint a rágógumi, szószok, mártások, mustár, valamint finom pékáruk és sütemények töltelékében, bevonatában, valamint speciális gyógyászati célokra szánt diétás élelmiszerek esetében is megengedett a felhasználása. (1129/2011/EU RENDELET , 2011)

4. Anyagok és módszerek

4.1. Kísérletek helyszíne

Méréseimet a MATE-ÉTTI Budai campus D épület 2. emelet Gyümölcs és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék hallgatói laboratóriumában végeztem el.

4.2. Felhasznált anyagok



1. ábra. Gesztenyemassza alap

A felhasznált gesztenyemassza a Príma maróni Kft. által gyártott gesztenyemassza (1. ábra).

A masszák édesítéséhez Paleocentrum Kft. által forgalmazott maltitol port alkalmaztam.

Az általam felhasznált **FTX**, **HP**, **GR** illetve **HSI inulin** típusok, melyet a 2. ábrán is láthatunk az Orafiti cég gyártja.



2. ábra. Felhasznált inulinok

Az általam felhasznált Orafiti® cég által gyártott inulin típusú fruktánok (2. ábra), számos növényben és zöldségben előfordulnak természetesen, de a cikória gyökér különösen gazdag forrásuk. A cikóriagyökér feldolgozása révén 100%-ban növényi eredetű. A forró vizes extrakciót követően tisztítás történik annak érdekében, hogy a legmagasabb minőségi követelményeknek is megfeleljen a termék, beleértve a csecsemőtáplálkozási követelményeket is. Ezek az inulin típusok standard inulin, hosszú láncú inulin és oligofruktózzal dúsított inulinok, melyek különböző szintű oldhatóságot, édességet és rosttartalmat kínálnak. (Internet 4. , 2022)

Az általam felhasznált inulin típusok tulajdonságait a 1. táblázatban foglalom össze.

1. táblázat. Inulin típusok jellemzése (Internet 4. , 2022)

Típus	Koncentráció	Édesség (%) szacharózhoz képest	Leírás
STANDARD			
Orafti®GR	~92%	10%	Granulált inulinpor, átlagos polimerizációs mérték ≥ 10 Általánosan alkalmazott: kenyér, pékáruk, gabonafélék, tejtermékek, húskészítmények és levesek esetén.
Orafti®HSI	~88%	30%	Jól oldódó inulinpor, ideális a csökkentett kalória- és cukortartalmú gyümölcsös joghurtokhoz vagy a gabonaszeletek kötőszirupjához. A fagylaltban, számos pékáruban és reggeli gabonapelyhekben is megtalálhatóak.
HOSSZÚ LÁNCÚ			
Orafti®FTX	~98%	0 %	Állománykialakító inulinpor zsírpótláshoz magas feldolgozási hőmérsékleten.
Orafti®HP	~100%	0	Nagy teljesítményű inulinpor zsírpótláshoz alacsony feldolgozási hőmérsékleten, átlagos polimerizációs mérték ≥ 23

4.3. Alkalmazott receptúra és a gesztenyepürék elkészítése

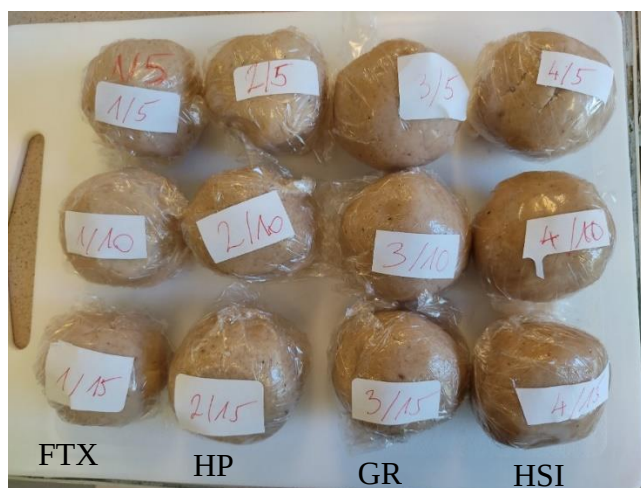
A gesztenyepürék elkészítése az első és a második körben is ugyan azon séma szerint történt. Első lépésként a felhasznált száraz alapanyagokat és a gesztenyemasszát kimértem, majd elsőként a hűtött körülmények között felengedtetett gesztenyemasszát villával feltörtem és rá

szórtam a további összetevőket. Ezt követően a masszát először villával összekevertem, majd kézzel is átgyúrtam. A műveletet addig végeztem, amíg a fehér por fel nem oldódott, illetve el nem oszlott a mintában.

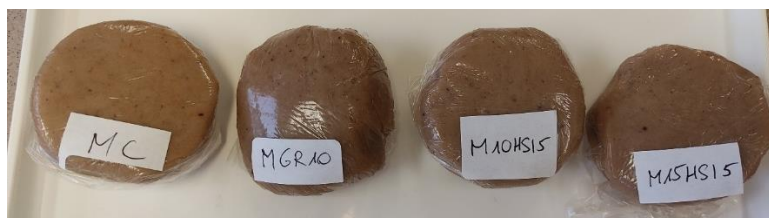


3. ábra. Gesztenyemassa bekeverése

Ezt követően golyókat formáztam és frissen tartó fóliába alaposan becsomagolva 48 órán át hűtve tároltam (10 °C-on) a méréseim elkezdése előtt, mivel a terméknek közel ennyi idő kell amíg a gyártósorról a fogyasztóhoz kerüljenek.



4. ábra: Gesztenyeminták a különböző inulin típusokkal



5. ábra: Édesített gesztenyeminták

Az édesített gesztenyeminták bekeverésénél tapasztaltam, hogy a maltitol inulin jelenlétében hamarabb feloldódik, mint csak önmagában alkalmazva. Az MGR10 minta keverés közben nagyon lágy, ragadós állományt mutatott, de 48 óra pihentetést követően ez a minta lett tapintásra a legkeményebb.

Ezek alapján összegeztem az 2. és 3. táblázatban az alkalmazott receptúrát, illetve a minták jelölését.

2. táblázat: Minták összetétele első keverés

Minta neve	Gesztenyemassza (%)	Inulin (%)	Maltitol (%)
Kontroll (C)	100g	0	0
FTX 5%	95	5	0
HP 5%	95	5	0
GR 5%	95	5	0
HSI 5%	95	5	0
FTX 10%	90	10	0
HP 10%	90	10	0
GR 10%	90	10	0
HSI 10%	90	10	0
FTX 15%	85	15	0
HP 15%	85	15	0
GR 15%	85	15	0
HSI 15%	85	15	0

3. táblázat: Minták összetétele második keverés

Minta neve	Gesztenyemassza (%)	Inulin (%)	Maltitol (%)
MKontroll (MC)	80	0	20
M10GR 10%	80	10	10
M15HSI 5%	80	5	15
M10HSI 5%	85	5	10

5.1.Mérési módszerek

5.1.1. Nedvességtartalom mérés

A mintáim nedvességét RADWAG MAC 50 gyors nedvességtartalom mérőműszerrel végeztem el. A mérést minden minta esetében kétszer végeztem el.

5.1.2. Szárazanyag tartalom meghatározása

Refraktometriás módszerrel a vízben oldható szárazanyag (pl. cukrok) mennyisége határozható meg. A vízben oldható szárazanyag-tartalom meghatározása a minta törésmutatójának mérésén alapul, melyet ATAGO DBX-55 digitális refraktométeren végeztem el. A mérésekhez a

refraktométert desztillált vízzel kalibráltam, majd minden mintából három párhuzamos mérést végeztem.

5.1.3. A vízáktivitás vizsgálata

A vízáktivítást Novasina LabMaster-aw vízáktivitás mérő berendezéssel mértem, 20° C-on.

Minden minta esetén két párhuzamos mérést végeztem.

5.1.4. A termék állomány vizsgálata (Reológia); Amplitúdó söprés

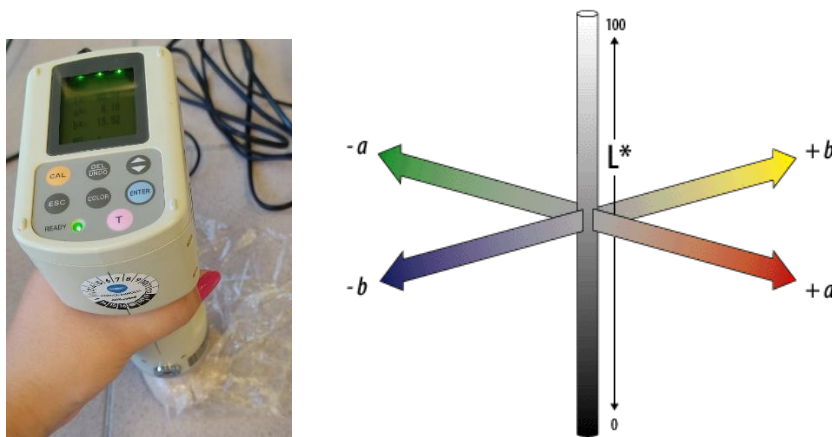
A reológia vizsgálatát a Physica MCR 51 (Anton-Paar) reométerrel végeztem oszcillációs üzemmódban az amplitúdó söprés módszerével. Az oszcillációs méréseket lap-lap mérőrendszerrel végeztem, amely azt jelenti, hogy a hőmérséklet szabályozásáért felelős P-PTD 200 típusú mérőlap és a PP50/s 50 mm átmérőjű érdes felületű mérőfej között oszcilláltatta a mintát. Két-két párhuzamos mérést végeztem az egyes minták esetében és az adatokat a Rheoplus v.3.2. szoftverrel rögzítettem.

Az amplitúdó söprés módszere során 0,01 és 400% közötti kitérést (0,0-6mm) alkalmaztam, konstans 10 rad/s körfrekvencia és konstans +10 °C hőmérséklet mellett. A mérés során 40 mérési pontot vettem fel, az egyes pontok között 5 másodperc telt el. A mérés során a növekvő nyírófeszültség függvényében a rugalmassági moduluszt (G') és a veszteségi moduluszt (G'') határoztam meg. Leolvastam a G''_0 , tehát a kezdeti veszteségi moduluszt és a G'_0 -t, vagyis a kezdeti rugalmassági modulus értékét és ebből számoltam a lineáris viszkoelasztikus tartomány végét, vagyis az LVE értéket. Az LVE érték az a pont, ahol a kiindulási értékhez képest a rugalmassági modulus 5%-al csökken, vagyis $G'_0 \cdot 0,95$. Ehhez a ponthoz tartozik a τ_{LVE} érték, amely az a nyírófeszültség érték, amely alatt a fellépő erő hatására a minta reverzibilis alakváltozást szenved, tehát ha a beható erő megszűnik, a vizsgált anyagunk vissza jut a kiindulási helyzetéhez hasonló állapotba. Ez a gyakorlatban a minta nyugalmi stabilitását mutatja. Minél nagyobb az LVE tartomány végének értéke, annál erősebb a kialakult szerkezet. Az LVE végpont után a növekvő deformáló erő hatására a mért modulusok csökkenni kezdenek és egy bizonyos nyírófeszültségnél egyes esetekben megfigyelhető a két mért modulus görbéjének metszéspontja (CO), mely egyfajta folyáshatárt jelöl, ettől a ponttól nem viszkoelasztikus szilárd anyagként, hanem viszkoelasztikus folyadékként viselkedik ($G'' > G'$) (Mezger, 2011).

Az amplitúdó söprés módszerével a minták szilárdságát számszerűsített adatokkal hasonlítottam össze. Egy anyag szilárdságát mutatja a DF (veszteségi hányados), a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa (G''_0/G'_0) mutatja meg, ha az érték 1-nél kisebb a mért anyag szilárd, ha 1-nél nagyobb a minta folyékony tulajdonságokkal rendelkezik. A dolgozatomban ennek a hányadosnak a reciprokát adom meg, vagyis G'_0/G''_0 , amelyet

szilárdsági hányadosnak (SZH) nevezzük (Szabó-Nóti, 2016). Amennyiben a SZH értéke 1-nél nagyobb a minta viszkoelasztikus szilárd testként viselkedik.

5.1.5. Színezeti tényezők meghatározása



5. ábra. Színezeti tényezők (Internet 5., 2022.)

A mérés Konica–Minolta Chroma Metecr-400 felületi színmérővel történt, amely egy roncsolásmentes színmérést tesz lehetővé. A műszert mérés előtt fehér felülettel kalibrálni szükséges, majd a minták felületén történő elhelyezést követően a gombot megnyomva villanást láthatunk, ez maga a mérés és a műszer kijelzőjén a CIELab színingertér összetevőinek értékeit olvashatjuk le. Minden minta esetében 3 párhuzamos mérést végeztem átlátszó fólián keresztül.

A CIE (Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) által 20. század elején kifejlesztett RGB színingermérő rendszer az emberi színérzékelést vette alapul. Kísérleti úton, célszemélyek bevonásával meghatározták, hogy a különböző színű (hullámhosszú) fénysugarak a három alapszín milyen arányú keverékéből állíthatók elő. Alapszínek: R (vörös) 700 nm; G (zöld) 546,1 nm; B (kék) 435,8 nm hullámhosszú fény. Ezzel a modellel azonban nem minden szín állítható elő negatív értékek használata nélkül, ezért megalkották azt a rendszert, ami ma is alapját képezi a színmérésnek, ez az RGB mérőszámokon alapuló, abból transzformált CIE XYZ rendszert. Közel fél évszázada hozták létre a ma is leggyakrabban használt, három dimenziós CIELAB színingertér, amelyben az előzőtől eltérően a szemmel észlelt különbségek a térben kb. azonos távolságoknak felelnek meg, koordinátái a CIE XYZ színösszetevőkből számíthatók.

A CIELab színingertér összetevői (x. ábra): L^* - világossági tényező (megmutatja, hogy a tárgy a fény hány százalékát veri vissza), $+a^*$ - vörös színezet, $-a^*$ - zöld színezet, $+b^*$ - sárga színezet, $-b^*$ - kék színezet.

A színinger-térben két színpont közti színkülönbséget az alábbi egyenlettel (térbeli Pithagorasz tétel) tudunk számolni:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_{\text{minta1}}^* - L_{\text{minta2}}^*)^2 + (a_{\text{minta1}}^* - a_{\text{minta2}}^*)^2 + (b_{\text{minta1}}^* - b_{\text{minta2}}^*)^2}$$

ahol ΔE^* = Szemmel érzékelhető eltérés (4. táblázat)

4. táblázat: Az emberi szem által érzékelt különbségek (Fekete et al., 2014 alapján)

ΔE^*_{ab}	Szemmel érzékelt különbség nagysága
0-0,5	Nem észrevehető
0,5-1,5	Alig észrevehető
1,5-3,0	Észrevehető
3-6	Jól látható
6-	Nagy

5.1.6. Késztermék érzékszervi bírálata

A maltitollal édesített gesztenyetermékek érzékszervi vizsgálata 16 fő érzékszervi bírálóval történt.

A bírálat első kérdésében a termékek érzékszervi bírálatot 100 pontos rendszerben végeztettem el, mely során súlyozott mértékben vettem figyelembe az egyes tulajdonságokat, majd a kapott értékeket összeadtam és ez alapján rangsorolni tudtam a termékeim.

A fontosabb jellemzők és a rájuk adható maximális pontszámok a következők voltak:

Szín: Max. 10 pont, *Illat:* Max. 10 pont, *Íz:* Max. 40 pont, *Állomány:* Max.30 pont

Összbenyomás: Max. 10 pont, *Összes pontszám:* Max. 100 pont

A bírálati lapon a bírálóknak további négy kérdésre kértem a válaszadóimat, hogy értékeljék a termékeimet.

A 2. és a 3. kérdés esetében a jellemzők közül egyet kellett kiválasztani a felsoroltakból, amely leginkább jellemző az adott termékre, ezek az alábbi kérdések és lehetőségek voltak:

2. kérdés: Megfelelő-e a termék édes íze?

Minta kódszáma	Nem elég édes	Kevésbé édes, mint az optimális	Megfelelő	Kissé édes	Túl édes
----------------	---------------	---------------------------------	-----------	------------	----------

3.kérdés: Megfelelő-e a termékek állománya egy kanalazható desszerthez?

Minta kódszáma	Túl lágy	Megfelelő	Túl kemény
----------------	----------	-----------	------------

4. és 5. kérdésként a válaszadóimat a mellékíztől kérdeztem.

4. kérdés: Érez-e mellékízt a termékeken? (húzza alá) igen nem

5. kérdés: Amennyiben igen, melyik minta esetében és milyen mellékízt érez? (fejtse ki)

5.1.7. Statisztikai elemzés

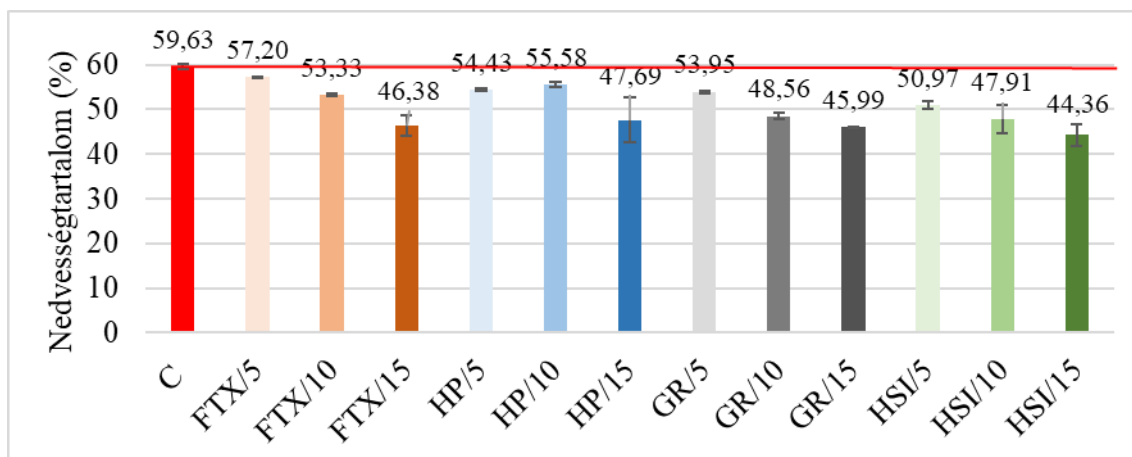
A kiértékelés során az adatok elemzésére az SPSS statisztikai szoftverben végeztem egytényezős varianciaanalízist, mely segítségével megállapítottam, hogy a minták kapott értékei közt szignifikáns-e a különbség. A kapott értéket szignifikánsnak tekintette, ha a program által kiszámolt SIG. érték kisebb volt mint 0,05; ha ennél nagyobb, akkor a különbség nem szignifikáns.

6. Kísérleti eredmények és értékelésük

6.1. Nedvességtartalom mérés

6.1.1. Nedvességtartalom mérés inulin típusonként

A 6. ábra jól szemlélteti, hogy a C natúr gesztenyemassza mintához képest az inulin hozzáadása minden esetben csökkenti a nedvességtartalmat.



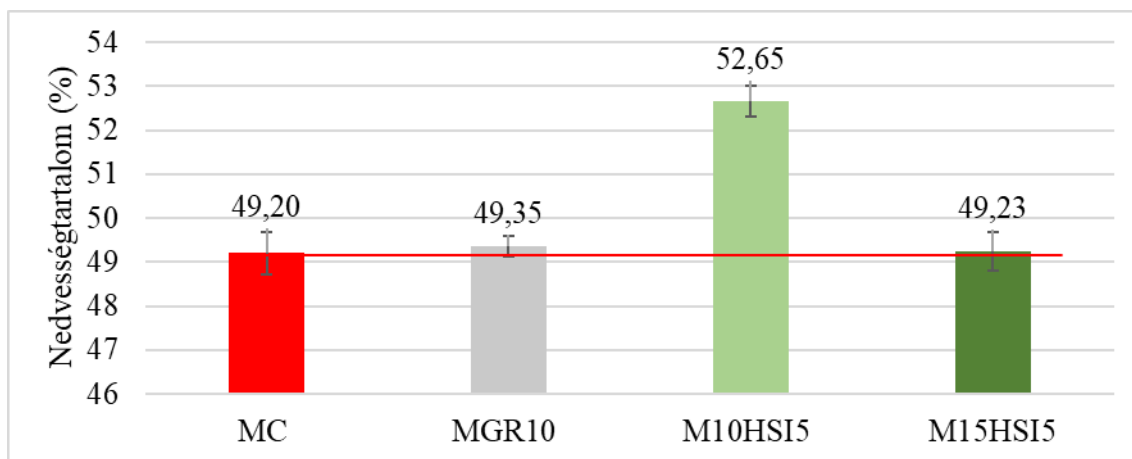
6. ábra. Gesztenyeminták nedvességtartalom értékei

A termékek nedvességtartalmának eredményeit vizsgálva megállapítom, hogy a natúr gesztenyemassza, vagyis a C betűvel jelzett kontroll minta mutatta a legmagasabb nedvességtartalmat. Ez a jelenség mutatja, hogy a rost valóban rendelkezik víz megkötő tulajdonságokkal. A kontroll mintához az FTX/5 (Sig.=0,24) és a HP/10 (Sig.=0,06) mintákat kivéve az összes többi minta szignifikánsan alacsonyabb nedvességtartalommal rendelkezik.

Kijelenthetjük, hogy ezek alapján az FTX Inulin 5%-os adagolása és a HP inulin 10%-os adagolása köti meg legkevésbé a vizet.

6.1.2. Maltított tartalmazó minták nedvességtartalmának mérése

Édesítést követően látszik, hogy a minta nedvesség tartalma az MC kontroll esetében is közel 10%-al alacsonyabb, mint a C jelzésű natúr kontroll massa értéke (7. ábra)



7. ábra. Maltított tartalmazó minták nedvességtartalmai

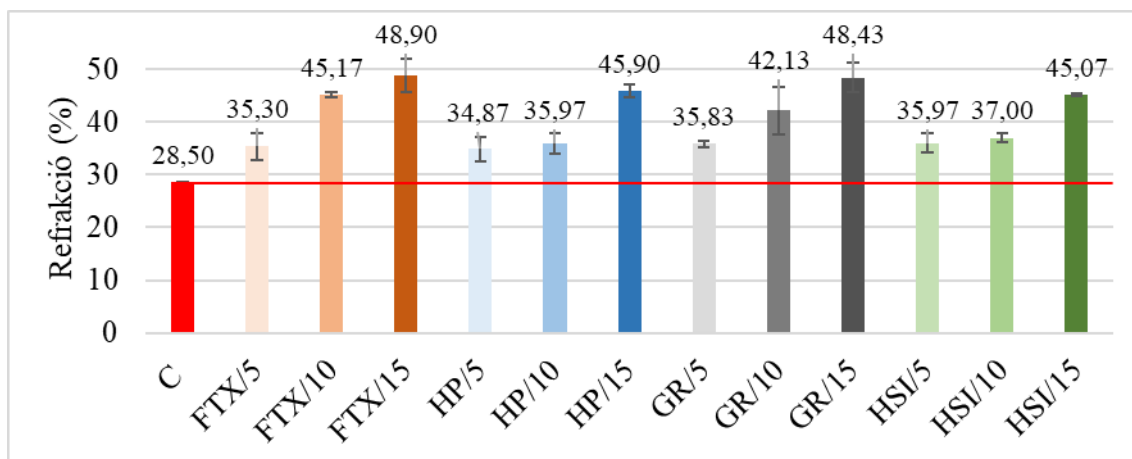
Jól látható, hogy az édesített, inulinnal dúsított MGR10 és a M15HSI5 minták közel azonos nedvességtartalommal rendelkeznek, mint az MC minta, ezek között szignifikáns eltérés nem mutatható ki, mert MGR10 esetében $\text{Sig.}=0,7$; M15HSI5 minta esetében pedig a szignifikancia szint $0,94$. M10HSI5 minta nedvesség tartalma az MC- kóddal rendelkező kontroll mintához viszonyítva mindössze közel $3,5\%$ -al magasabb, mégis szignifikánsan eltérés tapasztalható ($\text{Sig.}=0,001$), ám ez az érték is szignifikánsan kisebb, mint az édesítés előtti. Kontroll natúr masszánk nedvességtartalma. Az eredmény jól szemlélteti, hogy az M10HSI5 kódú mintánkhöz kevesebb szárazanyag hozzáadása történt (15%), mint a másik három minta esetében, ahol a hozzáadott anyag(ok) 20% -ot tették ki a teljes tömegnek.

Megállapítom, hogy az M10HSI mintánk gesztenye tartalma 85% volt, így a bevitt nedvesség tartalom is magasabb a mintában, mint a 80% gesztenyét tartalmazók, ugyanis a hozzáadott anyagok mindegyike por állományú, nedvességtől (közel) mentes volt.

6.2.Szárazanyag tartalom meghatározása

6.2.1. Szárazanyag tartalom meghatározása inulin típusonként

A 8. ábrán feltüntetett szárazanyag tartalom tekintetében tisztán kivehető a különbség, miszerint a C jelű natúr kontroll masszánkhöz eltérő mértékben adtam hozzá az inulint.



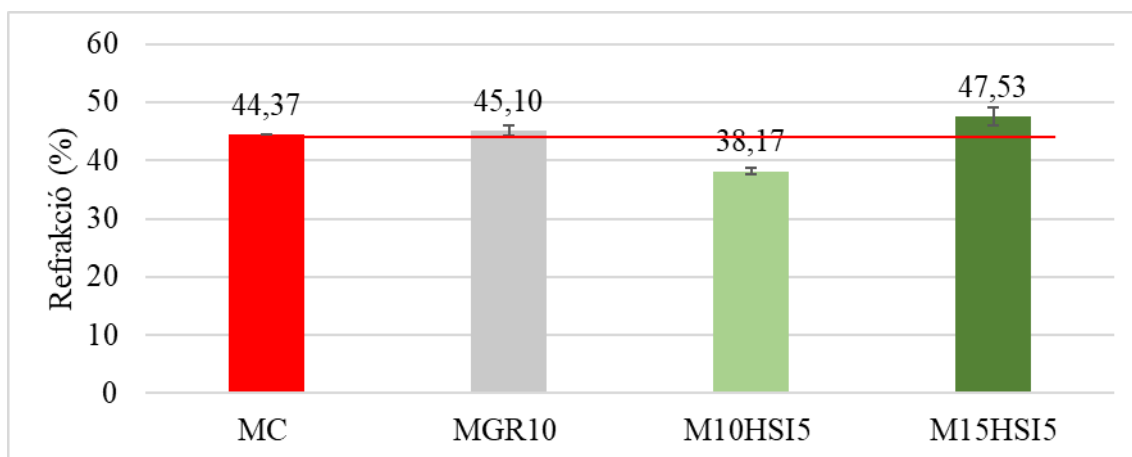
8. ábra. Gesztenye minták szárazanyag tartalma

Szépen mutatják az oszlop diagrammok, hogy több és több szárazanyag került a termékbe.

A kontroll mintához képest, még az 5%-os inulin hozzáadása is szignifikáns különbséget mutat, a 10% minták esetében ez a szárazanyag különbség még számottevőbb, a 15% inulint tartalmazó mintáké pedig a legmagasabb szárazanyag mennyiség.

6.2.2. Maltitolt tartalmazó minták szárazanyag tartalmának meghatározása

A 9. ábrán láthatjuk a szárazanyag tartalom mérés grafikus eredményeit az édesítést követően.



9. ábra. Maltitolt tartalmazó minták szárazanyag tartalma

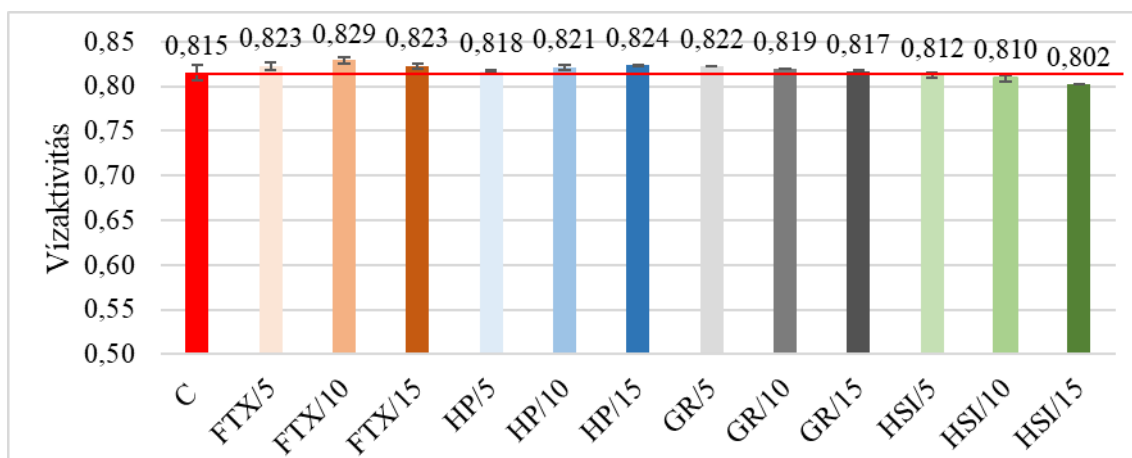
A diagramból kivehető, hogy az MGR10 kódú minta szárazanyag tartalma hasonlított leginkább a MC kontroll mintánkhoz, ez a minta statisztikai kiértékelést követően sem mutat szignifikáns különbséget (Sig.=0,38). Látható, hogy a 10% maltitolt és 5%HSI inulint tartalmazó minta mutatja a legkisebb szárazanyag tartalom értéket, amely párhuzamba vonható a valósággal, ugyanis a natúr masszához ebben az esetben került a legkevesebb hozzáadott

anyag, ez az érték szignifikánsan alacsonyabb (Sig.<0,01), mint az édesített kontroll mintánk, melyhez 20% hozzáadott anyagunk (maltitol) volt. Az M15HSI5 kódú mintánk szignifikánsan magasabb szárazanyag tartalmat mutat, mint a kontroll és az MGR10, annak ellenére, hogy a hozzáadott szárazanyag tartalom százalékát tekintve egyezik, ugyanis ehhez a mintához 15% maltitol és 5%HSI inulin került bekeverésre. Azonban, ha az MGR és a M15HSI5 minták szórás tartományát vizsgáljuk, akkor látható, hogy az MGR minta szórásának felső határa egybe esik a M15HSI5 mintánk szórásának alsó határával, megállapítható, hogy a párhuzamos mérések során mutattak azonos értéket, de a csoportok átlag értékét tekintve a különbség mégis szignifikáns (Sig=0,015).

6.3. A vízaktivitás vizsgálata

6.3.1. A vízaktivitás vizsgálata Inulin típusonként

A 10. ábrán a vízaktivitás értékeit megtekintve láthatjuk, hogy az összes termékem 0,8 vízaktivitás értéknél magasabb értéket vesz fel.

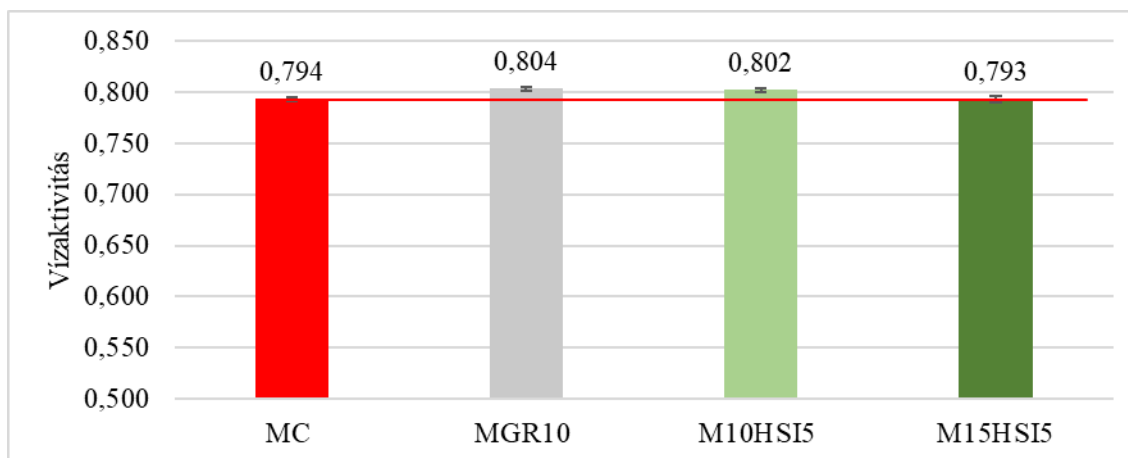


10. ábra. Gesztenyeminták vízaktivitás értékei

A legalacsonyabb vízaktivitás érték a 0,802 volt, ezzel a HSI/15 minta rendelkezik, mely szignifikánsan alacsonyabbnak tekinthető (Sig. = 0,002) a kontroll értékhez képest, ez egyedivé teszi a mintasorból, ugyanis ezen a mintán kívül egyik minta sem mutat szignifikánsabb alacsonyabb értéket. Vízaktivitást tekintve a leginkább hasonló minta a GR/15 (Sig. = 0,67); valamint a HP/5, HSI/5 és a GR/10 minták, ezek közül mi a GR/10 és a HSI/5 mintákkal további kísérleteket is végeztünk. Szignifikánsan magasabb értéket mutatnak az FTX/10 (Sig=0,001), FTX/15 (Sig.=0,04) és a HP/15 (Sig.=0,03) minták.

6.3.2. Maltított tartalmazó minták vízáktivitás vizsgálata

A több szárazanyag hozzáadását követően látható a 11. ábrán, hogy a vízáktivitás értékek szignifikánsan csökkentek a 10. ábrán látható natúr kontroll masszához viszonyítva.



11. ábra. Maltított tartalmazó minták vízáktivitás értékei

Az édesített inulin mentes MC kontroll mintához viszonyítva az MGR10 és M10HSI5 mintáink szignifikánsan magasabb (Sig.=0,01) vízáktivitás értéket mutattak, míg az M15HSI5 minta vízáktivitás értéke közel azonos (Sig.=0,83) volt az édesített kontrollal.

6.4. Amplitudó söprés eredményei

6.4.1. Amplitudó söprés inulin típusonként

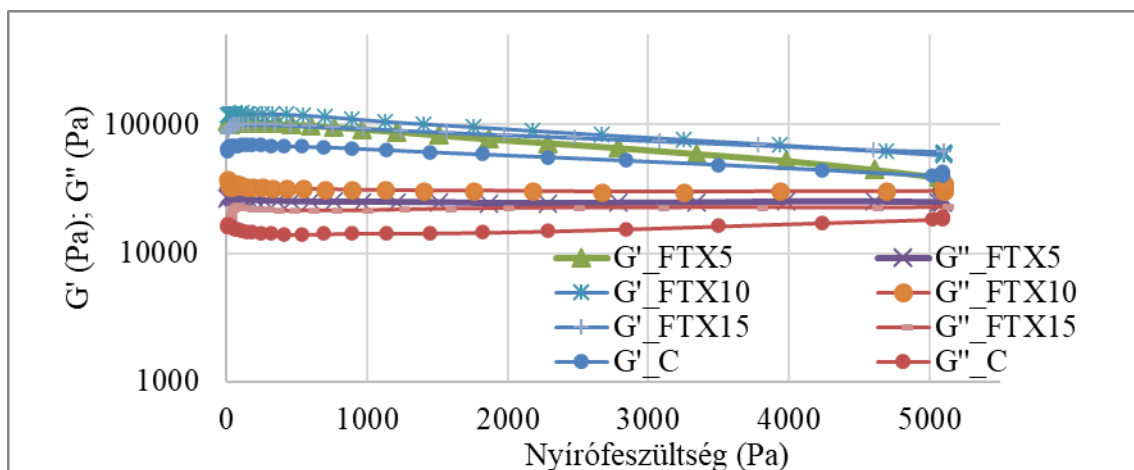


12. ábra. 2/15, szétporlott minta

A 2/15 jelű minta, amely a 85% gesztenyemassza mellett 15% HP Inulint tartalmazott mérhetetlen volt jelen módszerrel, mert a minta szétesett, elporlott, így oszcillációs mérésre alkalmatlan volt.

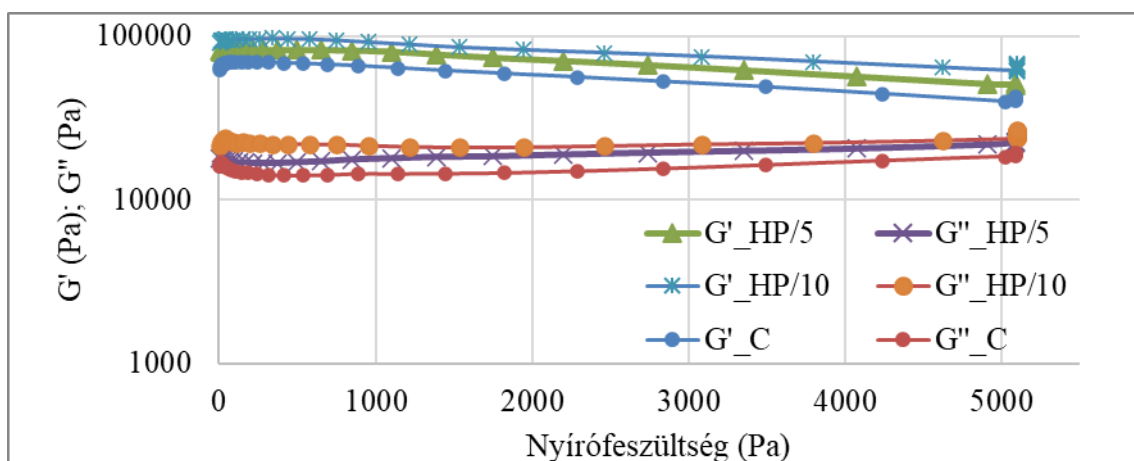
Látható, a 13. ábrán, hogy az FTX inulin adagolása a gesztenyemasszához a G' és G'' értéket növeli, tehát ezek a minták nagyobb ellenállást fejtenek ki a mérőfejre, mint a kontroll.

Szilárdak, ugyanis metszéspont a reogramon nem látható.



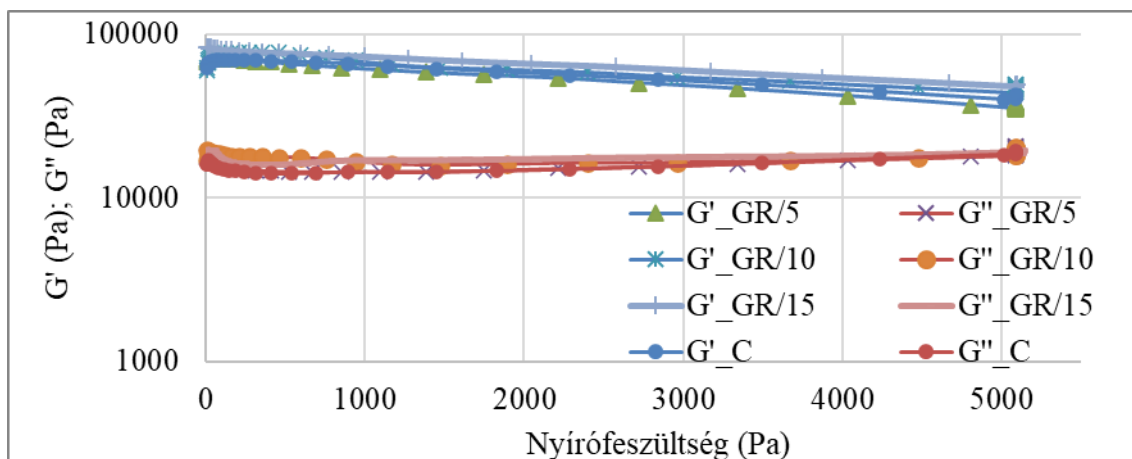
13. ábra. FTX inulint tartalmazó gesztenyeminták amplitúdó söprés reogramjai

A HP minták esetében az FTX-hez nagyon hasonló jelenség figyelhető meg, ugyanis a HP inulin alkalmazása is felfelé tolja el a reogramot, nagyobb ellenállást fejt ki, mint a kontroll minta keményebb és szintén szilárd tulajdonságokkal jellemezhető, ugyanis nincs ebben az esetben sem metszéspont a reogramon (14. ábra).



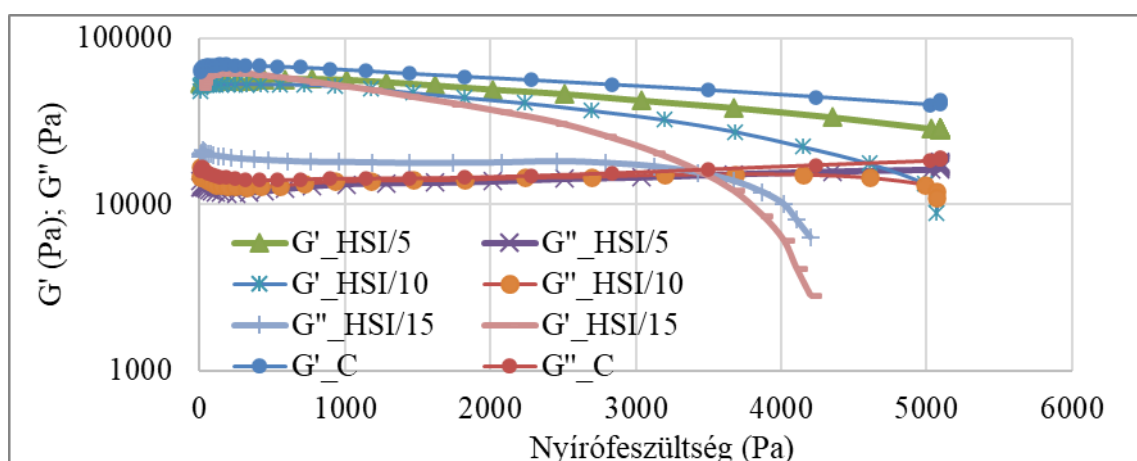
14. ábra. HP inulint tartalmazó gesztenyeminták amplitúdó söprés reogramjai

A 15. ábrán a GR inulin reogramján az látható, hogy a görbék közel egymáson futnak, szemmel láthatóan nincs nagy különbség a reológiai tulajdonságaik között. A minták 5000 Pa nyírófeszültség alkalmazása esetén is szilárdak maradtak, ugyanis nincs metszéspont a reogramokon.



15. ábra. GR inulint tartalmazó gesztenyeminták amplitúdó söprés reogramjai

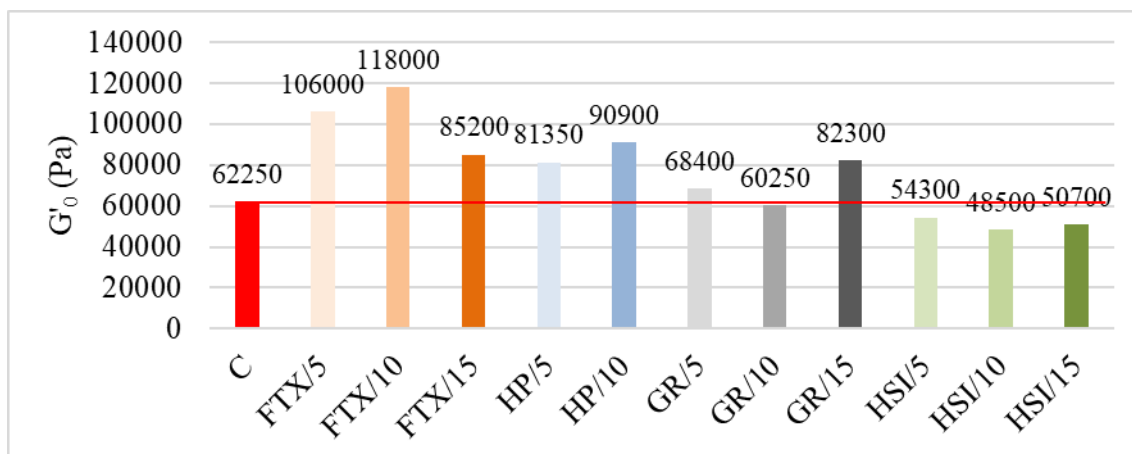
A 16. ábrán látható, hogy az előző mintákkal ellentétben HSI inulin alkalmazása a rugalmassági modulus (G') görbét lefelé tolja el, a G'' görbe azonban közel egy síkon marad a kontroll mintával. Növekvő nyírófeszültség hatására, tapasztalható metszéspont, vagyis a minták viszkoelasztikus folyadékká kényszeríthetőek.



16. ábra. HSI inulint tartalmazó gesztenyeminták amplitúdó söprés reogramjai

A 15-16. ábrán látható reogramokból megállapítható, hogy az első körben vizsgált gesztenyeminták inkább szilárd tulajdonságokkal rendelkeztek. Elmondható, hogy mindössze a HSI/10 és a HSI/15 minták esetében látható csak metszéspont, mely azt jelenti ezek a minták az alkalmazott erő hatására elfolyósodtak, viszkoelasztikus folyadék tartományba kerültek. A reogramok alapján a legpuhább mintát a HSI inulin 15%-os koncentrációjának alkalmazása során kaphatunk, ez már szinte géles tulajdonságokkal rendelkezik.

AZ amplitúdó söprés során mért rugalmassági modulus kezdeti értékei (G'_0) a minta kezdeti stabilitásait mutatják az 17. ábrán.



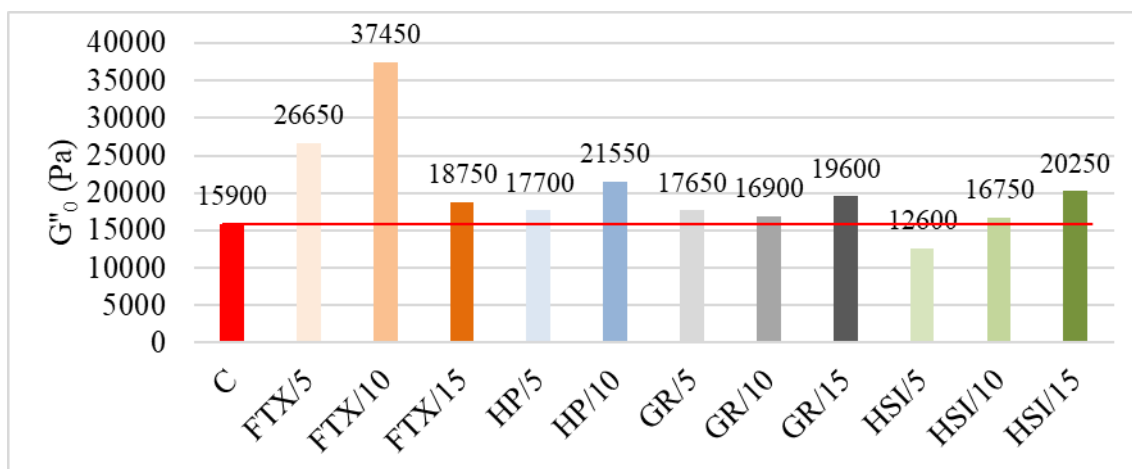
17. ábra. Inulint tartalmazó gesztenye minták G'_0 értékei

A 17. ábrán megfigyelhető, hogy az FTX/10 minta rendelkezett a legnagyobb G' értékkel, ami arra a tulajdonságra utal, hogy nyugalmi állapotban ennek a mintának a legnagyobb a szilárdsága. A legalacsonyabb értékkel a HSI/10 minta rendelkezik, ennek a gyakorlati jelentősége, hogy a minta nyugalmi állapotban is viszonylag kevésbé szilárd.

A C-jelű kontroll mintánál csak a GR/10 és a HSI minták voltak kevésbé stabilak, ezek közül pedig egyik sem mutat szignifikáns különbséget a kiindulási natúr masszához képest. A kontroll mintától mindössze két mintát tért el szignifikánsan a rugalmassági modulus tekintetében, ezek az FTX/5 (Sig.=0,03) és az FTX/10 (Sig.= 0,01) minták voltak.

Megállapítható ezek alapján, hogy a minta kezdeti stabilitását számottevően növeli az FTX inulin 5% és 10%-os hozzáadása a mintához, a többi vizsgált inulin és koncentráció pedig nincs számottevő hatással a gesztenyemassza állományának stabilitására.

A 18. ábrán a G''_0 értékek igen jól mutatják, hogy az egyes inulin fajták mennyire befolyásolják a gesztenyemassza viszkózus tulajdonságát.

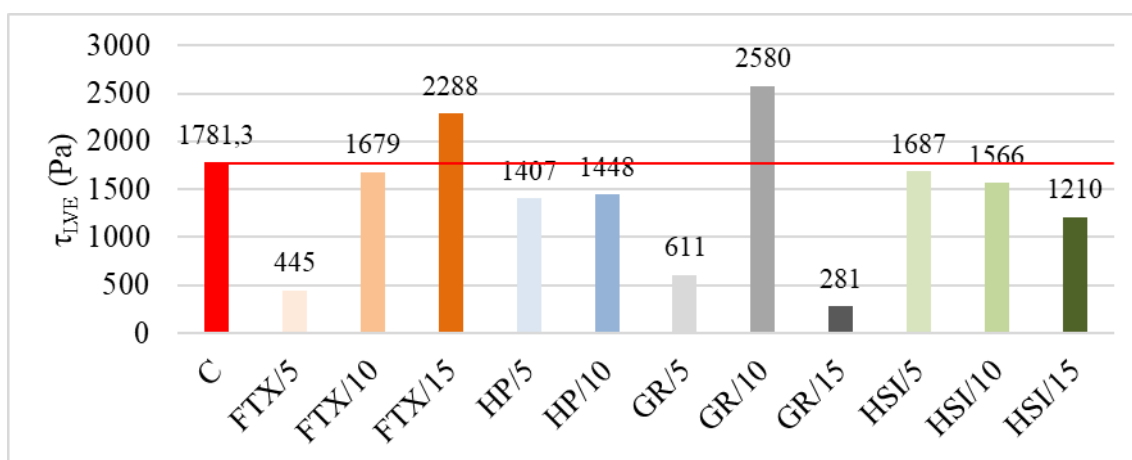


18. ábra. Inulint tartalmazó gesztenye minták G''_0 értékei

Az FTX/5 és az FTX/10 minták szignifikánsan megemelik (Sig. <0,01) a viszkoelasztikusság mértékét, ezzel szemben az FTX inulin 15%-os alkalmazása nincs szignifikáns hatással (Sig. = 0,284) eme tulajdonságra. A HP inulin 5 %-os alkalmazása növeli ugyan a G''_0 értéket, de ez az emelkedés nem szignifikáns (Sig. = 0,5), ezzel szemben a 10%-os alkalmazás szignifikánsan megemeli (Sig. =0,046) a viszkózus tulajdonságot. A GR mintákról egyöntetűen elmondható, hogy nincsenek szignifikáns hatással a minta viszkózus tulajdonságaira, az alkalmazott koncentrációk között tendencia nem figyelhető meg. A HSI inulin G''_0 értékeit vizsgálva megállapítom, hogy az alkalmazott inulin koncentráció és a viszkózus tulajdonság között összefüggés van. Minél nagyobb mértékben adagoljuk a HSI inulint a mintához, az annál inkább elfolyósítja a minta szerkezetét, ám e mértékű hozzáadás esetében szignifikáns változás nem figyelhető meg a natúr gesztenyemasszához képest.

Összességében megállapítom, hogy szignifikáns eltérést a viszkózus tulajdonság esetében csak az FTX/5; FTX/10; és a HP/10 minta mutat, a kontroll mintához leginkább hasonló minták pedig az GR/10 és a HSI/10, ugyanis mindkét minta esetében a szignifikancia szint nagyobb, mint 0,7.

A viszkoelasztikus tartomány végénél ($0,95 \cdot G'_0$) található az a nyírófeszültség érték (τ_{LVE}) amely alatt fellépő erő hatására a minta szerkezete nem szenved irreverzibilis változást, vagyis ha a deformáló erő megszűnik, akkor az anyag a kiindulási helyzetéhez hasonló állapotba jut vissza. Ez a gyakorlat számára a minta nyugalmi stabilitását mutatja. Minél nagyobb az LVE értéke, annál erősebb a kialakult gél szerkezet. A 19. ábrán látható τ_{LVE} értékek alapján elmondható, hogy az egyes inulin fajták szignifikáns hatással vannak a lineáris viszkoelasztikus tartomány végéhez tartozó nyírófeszültségre.

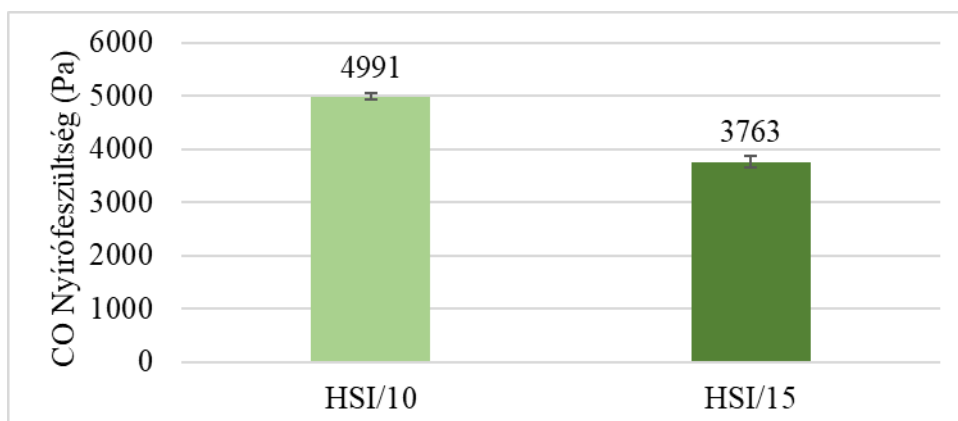


19. ábra. Inulint tartalmazó minták τ_{LVE} értékei

Az irreverzibilis alakváltozás elsőként a GR/15 minta esetében következik be, majd ezt követi az FTX/5 és a GR/5 minta. Az FTX minták esetében megfigyelhető a tendencia miszerint minél több FTX inulint adunk a mintához, annak szerkezete stabilabbá válik. A HP minták közel azonos mértékben csökkentik az LVE tartományt. A GR mintákról elmondható, hogy míg a GR/5 és GR/10 esetében nagymértékű csökkenés látható, a GR/10 minta bizonyult az összes közül a legstabilabb szerkezetűnek. A HSI minták esetében újra látszik a tendencia, mely szerint minél több inulint adunk a mintához, az annál instabilabb szerkezetű.

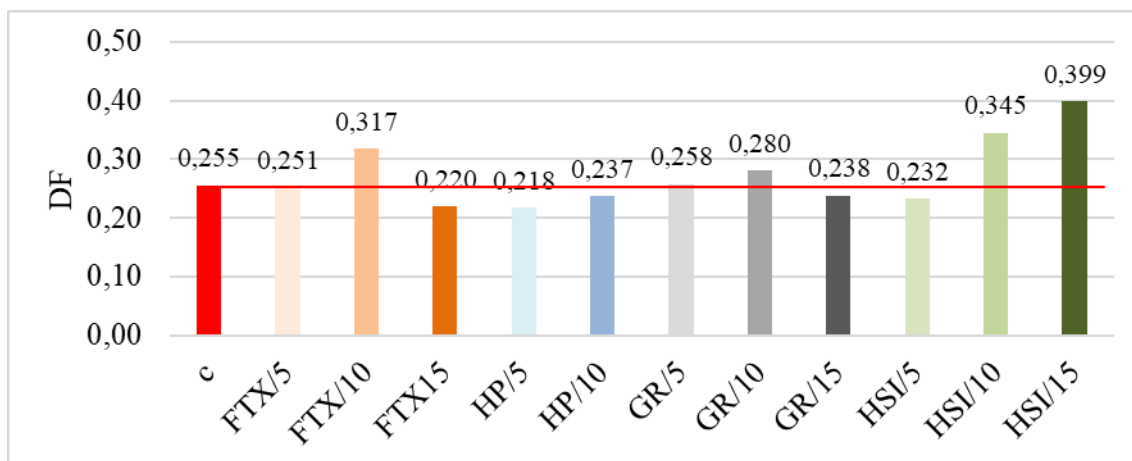
Összességében elmondhatjuk tehát, hogy a GR/10 és az FTX/15 minták esetében a legnagyobb a τ_{LVE} érték, tehát ezek azok a minták, amelyekben a legerősebb a kialakult szerkezet, de a kiindulási kontroll mintához a HSI/5 minta hasonlít leginkább.

A 20. ábrán az amplitudó söprés reogramokról leolvasott metszéspont értékeket tüntetem fel (τ_{CO}). A görbék metszéspontjában (τ_{CO}) van a minták „folyáshatára”. Jól látható az, hogy a HSI/15 minta esetén kisebb deformációs erő (3763 Pa) is elegendő ahhoz, hogy a mintát folyásra kényszerítsük, míg a HSI/10 esetében ez csak a 4991 Pa nyírófeszültség esetén következik be.



20. ábra. HSI/10 és HSI/15 τ_{CO} értékei

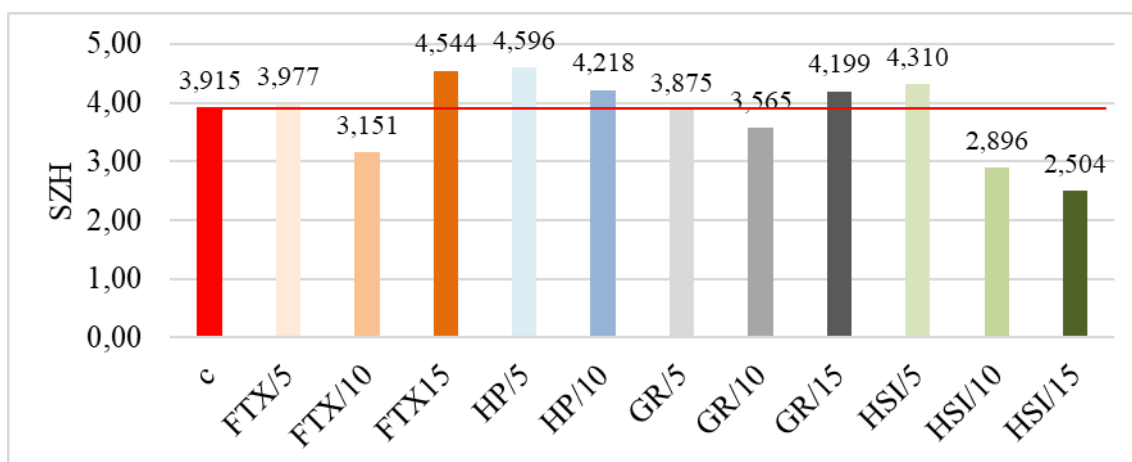
A G'_0 és G''_0 értékekből kiszámítható a damping faktor (DF). Guggisberg és munkatársai (2007) szerint, ha az anyag szilárd, akkor a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa (G''_0/G'_0 ; $\tan\delta$) 1-nél kisebb érték. A 21. ábrán látható DF értékekből egyértelműen megállapítható, hogy az összes minta reológiai szempontból tekintve szilárd, ugyanis az összes kapott értékem 1-nél jóval kisebb.



21. ábra. Az inulinos minták DF értékei

A kontroll mintához viszonyítva a HSI/10 és főleg a HSI/15 mintám tér el leginkább, ezeknek a DF értéke magasabb, tehát ez alapján közelebb helyezkednek el a folyadék halmazállapothoz, mint a többi vizsgált minta, ez már az X. ábrán lévő reogramon is jól látható, ugyanis e két minta esetében látható csak metszéspont a reogramokon, ez a két minta folyósodott csak el a vizsgálat során. Statisztikai szoftver segítségével megállapítottam, hogy mindössze egyetlen minta esetében van szignifikáns különbség, amely a HSI/15 kódú minta, ahol a szignifikancia szint 0,01. A GR inulin mindhárom koncentrációban alkalmazva statisztikailag azonos DF értéket mutat a kontrollal, ezeken felül az FTX/5, HP/10 és a HSI/5 minták is ebbe a halmazba tartoznak.

A 22. ábrán látható szilárdsági hányadosok 1-nél nagyobb értékei mind megmutatják számunkra, hogy a vizsgált gesztenyemasszáink szilárd reológiai tulajdonságokkal vannak felruházva. Az értékek minél inkább közelednek 1-hez a minták annál kevésbé szilárdak.



22. ábra. Inulint tartalmazó minták szilárdsági hányados értékei

Az alkalmazott inulin koncentrációból fakadó tiszta tendencia (mivel a HP inulinnak csak két alkalmazott koncentrációját tudtam megmérni) egyedül a HSI inulin esetében figyelhető meg, ugyanis ez az inulin típus minél nagyobb koncentrációban alkalmazzuk annál inkább elfolyósítja a gesztenyemasszát, lágyítja a minta szerkezetét.

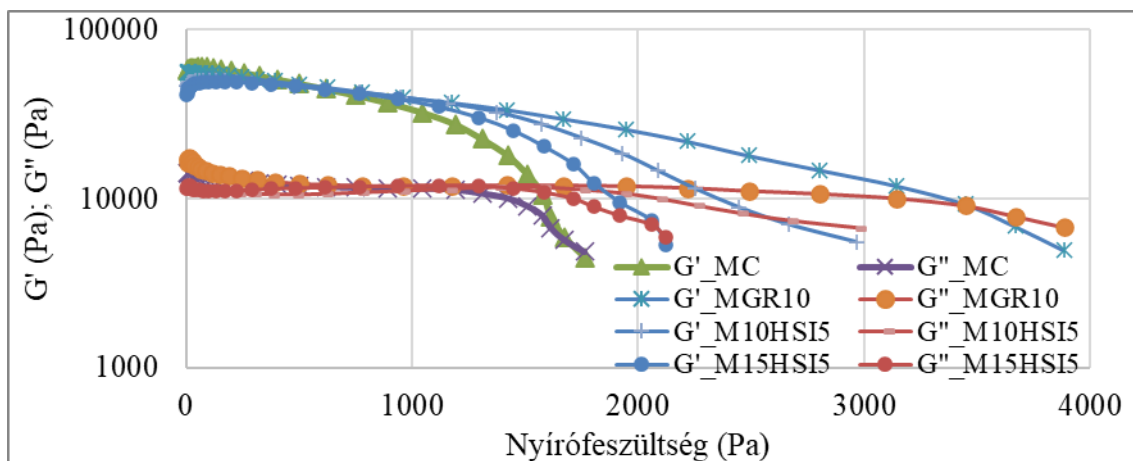
A SZH értékek közel párhuzamba hozhatóak a 21. ábrán szereplő DF értékeivel, mely szerint a folyadék tulajdonsághoz legközelebb a HSI/15 mintám áll. A legszilárdabb mintának a HP/5 és az FTX/15 minták bizonyultak ezen számítás szerint. *A statisztikai programmal számolt szignifikancia szinteket vizsgálva egyik minta SZH értéke sem tér el szignifikánsan a natúr gesztenyemassza szilárdsági hányadosának értékéhez hasonlítva, ez betudható annak, hogy a gesztenye olyan nagymértékben van jelen a termékben és a használt inulinok ekkora koncentrációban alkalmazva nem változtatják meg szignifikánsan az egyes minták szilárdságát.*

A HP/10 és a GR/15 a szeletelés során eltört, tapasztalataim alapján kemény, kanalazható gesztenyedesszertben nem alkalmazhatóak ezek az inulin koncentrációk. Az FTX inulin szintén nem alkalmazható a további kísérleteim során, azon okból kifolyólag, hogy a kezdeti stabilitásuk szignifikánsan nagyobb a natúr mintához képest, ez számunkra nem előnyös egy kanalazható desszert esetében.

A reológiai tulajdonságok vizsgálata során mutatott eredmények alapján megállapítom, hogy azok a minták, amelyek minden szempontból szinte azonos értéket mutattak a natúr gesztenyemasszával és ezáltal a leginkább alkalmasak számomra a GR/10 és a HSI/5 minta. Ezen okból kifolyólag ezekkel folytattam a tesztelést a kísérleti fázis második körében.

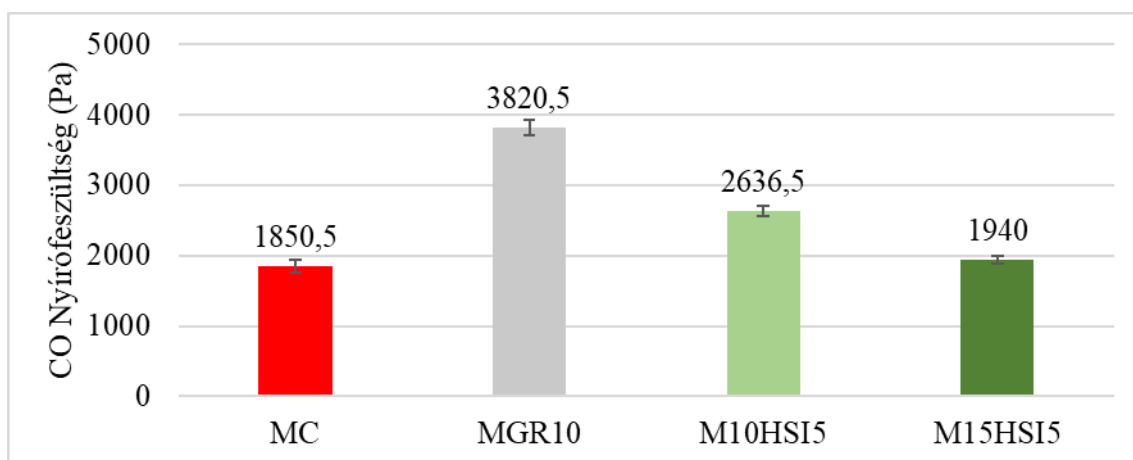
6.4.2. Maltitolt tartalmazó minták amplitudó söprés eredményei

A 23. ábrán látható reogramokon először is az a legszembeütőbb, hogy minden minta esetében van metszéspon, minden minta elfolyósodik a mérés során, amely arra enged következtetni, hogy a maltitol hozzáadása a gesztenyemasszához gyengíti annak stabilitását, lágyítja annak szerkezetét.



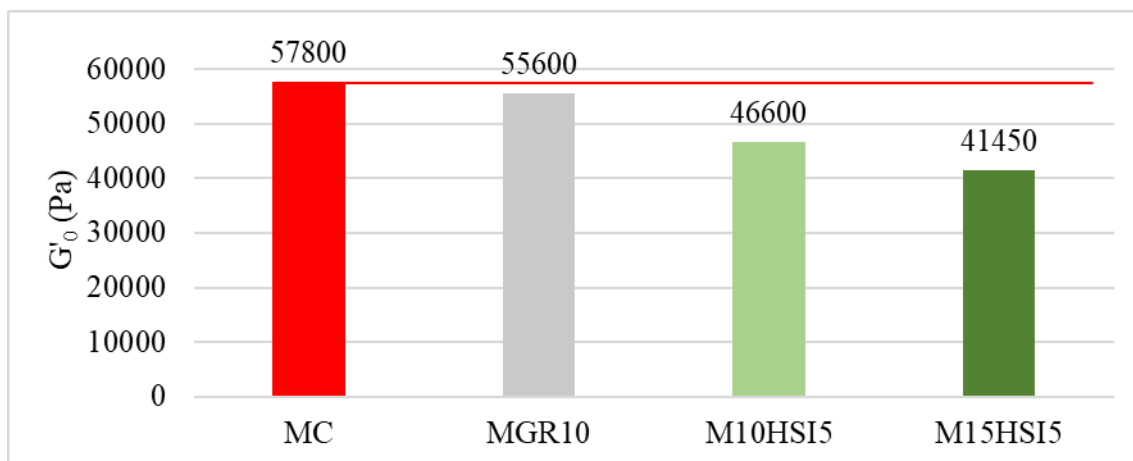
23. ábra. Maltitolt tartalmazó minták amplitudó söprés reogramjai

Az amplitudó söprés reogramjairól leolvasott τ_{CO} értékei a 24. ábrán láthatóak. Legkisebb nyírófeszültség mellett a kontroll minta folyásra kényszerítésére, már 1850 Pa elegendő volt ezt követte az M15HSI5 minta, mely 1940 közelében folyósodott el, majd az M10HSI5 minta, végül az MGR10 kódú minta bizonyult a legstabilabbnak, ennek az elfolyósítására, 3820 Pa nyírófeszültség volt szükséges. Ezek alapján a kontroll minta és a M15HSI5 minta állománya volt a leglágyabb és könnyebben kenhető.



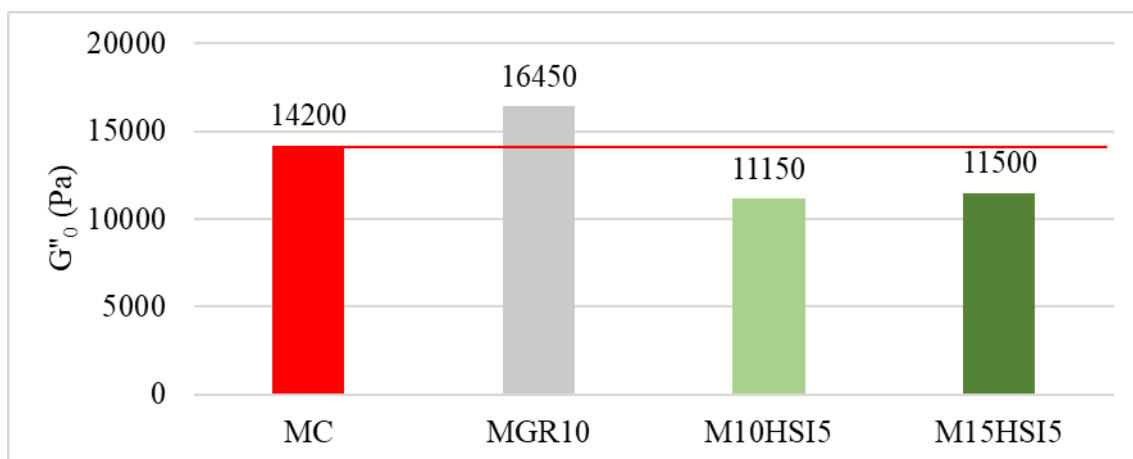
24. ábra. Maltitolt tartalmazó minták τ_{CO} értékei

A rugalmassági modulusokat tekintve, megállapítható, hogy az inulin hozzáadása a maltitolt tartalmazó gesztenyepüréhez rontja annak kezdeti stabilitását (25. ábra). A kontroll mintához leginkább hasonló a GR inulint tartalmazó minta. A kezdeti stabilitás alacsonyabb szintje figyelhető meg a HSI mintákban, ezeken belül is az M15HSI5 minta már szignifikánsan alacsonyabb (Sig.=0,043) G'_0 értékkel jellemezhető, mint a kontroll érték.



25. ábra. Maltitolt tartalmazó minták G'_0 értékei

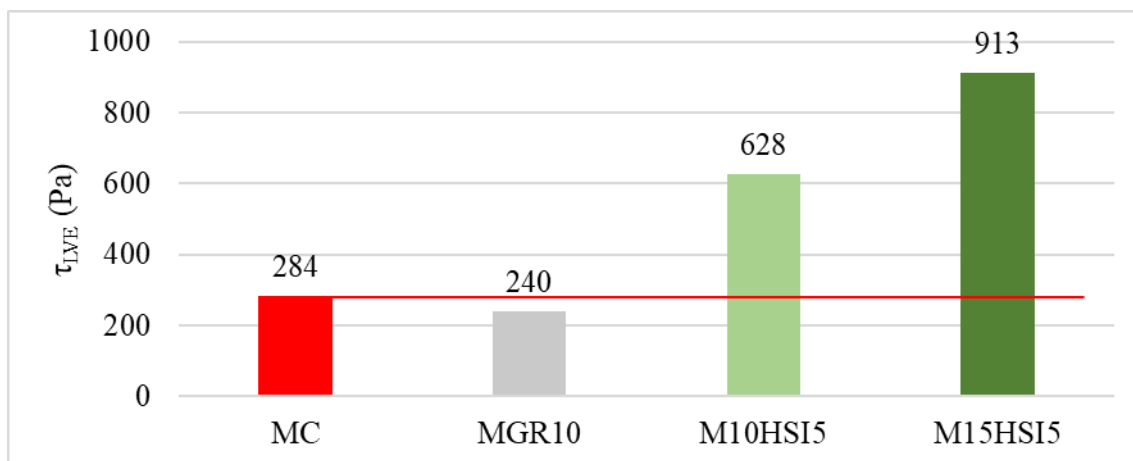
Maltitol hozzáadását követően a következő 26. ábrán láthatjuk, hogyan alakultak a kezdeti veszteségi modulus értékei.



26. ábra. Maltitolt tartalmazó minták G''_0 értékei

Elsőként megállapítható, hogy a maltitollal édesített kontroll minta G''_0 értékét a natúr gesztenyemassza ezen értékéhez hasonlítva alacsonyabb, tehát a maltitol inulin hozzáadása nélkül csökkenti a natúr gesztenyemassza viszkózusságát. Az MGR10 minta G''_0 értéke nagyobb, mint a MC mintáé, de ez a mértékű eltérés már éppen nem tekinthető szignifikánsnak (Sig. =0,058). Láthatjuk továbbá, hogy a HSI inulint tartalmazó minták esetében, szignifikáns csökkenés figyelhető meg az MC mintához képest. Az M10HSI5 minta, mivel több gesztenyét és kevesebb maltitolt tartalmaz, így a viszkózus tulajdonsága is kismértékben alacsonyabb, mint az M15HSI5 mintáé.

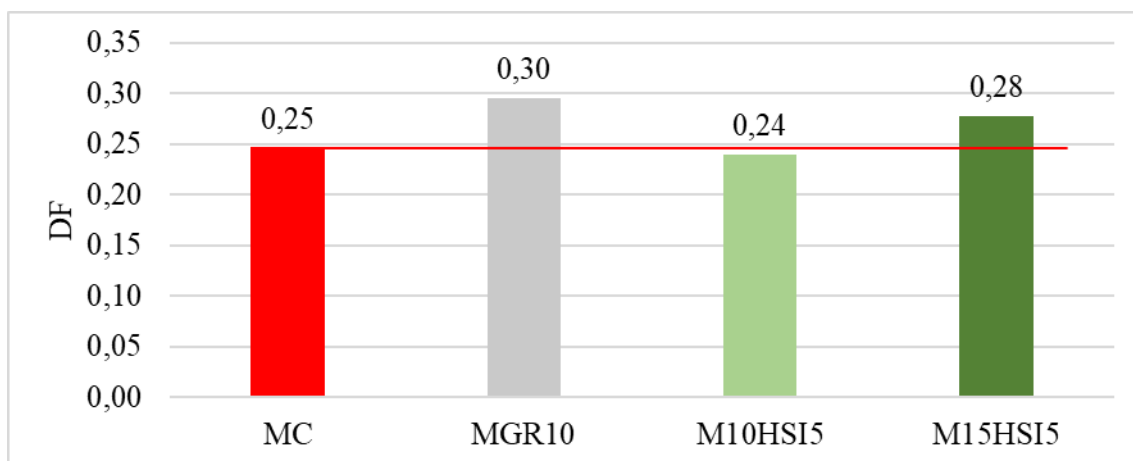
A27. ábrán látható τ_{LVE} értékek esetében megállapítható, hogy az MGR10 mintához szükséges a legkisebb nyírófeszültség érték, hogy abban irreverzibilis alakváltozás bekövetkezzon.



27. ábra. Maltitolt tartalmazó minták τ_{LVE} értékei

A legstabilabb szerkezetű mintánk pedig az M15HSI minta, melynek lineáris viszkoelasztikus tartományának nagysága közel négyszerese az MC minta LVE tartományának. A HSI inulin hozzáadása az MC mintához képest összességében növeli annak stabilitását, de ezeket egymáshoz viszonyítva látható, hogy a több gesztenye, valamint kevesebb maltitol alkalmazása rövidebb LVE tartományt eredményez, tehát kisebb a minta stabilitása, ebből következik, hogy amennyiben több maltitolt és kevesebb gesztenyét adunk ugyanazon inulin koncentrációhoz a minta stabilitása nagymértékben növekszik.

A 28. ábrán látható DF értékekről leolvasható, hogy minden minta szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik, ugyanis minden minta DF értéke jóval kisebb, mint 1.

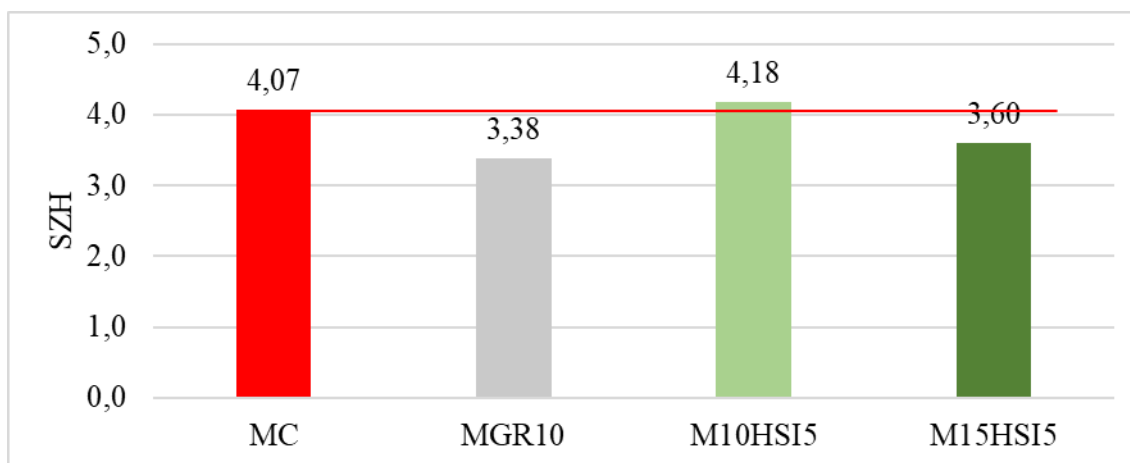


28. ábra. Maltitolt tartalmazó minták DF értékei

Elmondható, hogy a kontroll mintához leginkább az M10HSI5 minta DF értéke áll legközelebb, ez a szignifikancia szinten is látható, ugyanis 0,9 feletti értéket vesz fel a szignifikancia. Az MGR10 és az M15HSI5 minták közel azonos DF értékkel rendelkeznek, melyek magasabbak,

mint a kontroll, tehát reológiai szempontból lágyabbak, de ez a különbség nem szignifikáns, szignifikancia szintjeik 0,2 és 0,3 körül helyezkednek el.

A maltitollal édesített minták szilárdsági hányadosai között és a DF értékek között párhuzam vonható. Az SZH értékek 1-nél nagyobbak (29. ábra), tehát szilárdak, a kontroll mintához leginkább hasonló szilárdság tekintetében az M10HSI5 minta. Szignifikáns különbség a minták között nem mutatkozik.



29. ábra. Maltitolt tartalmazó minták SZH értékei

Az MGR10 és az M15HSI5 minták közel azonos szilárdsági értékkel rendelkeznek, ezt valószínűleg az egyforma, 80%-os gesztenyetartalom okozza, de mégis alacsonyabb értékkel rendelkeznek, mint a szintén 80% gesztenyét tartalmazó MC minta, tehát mindkét inulinnak lágyító hatása van a gesztenyére.

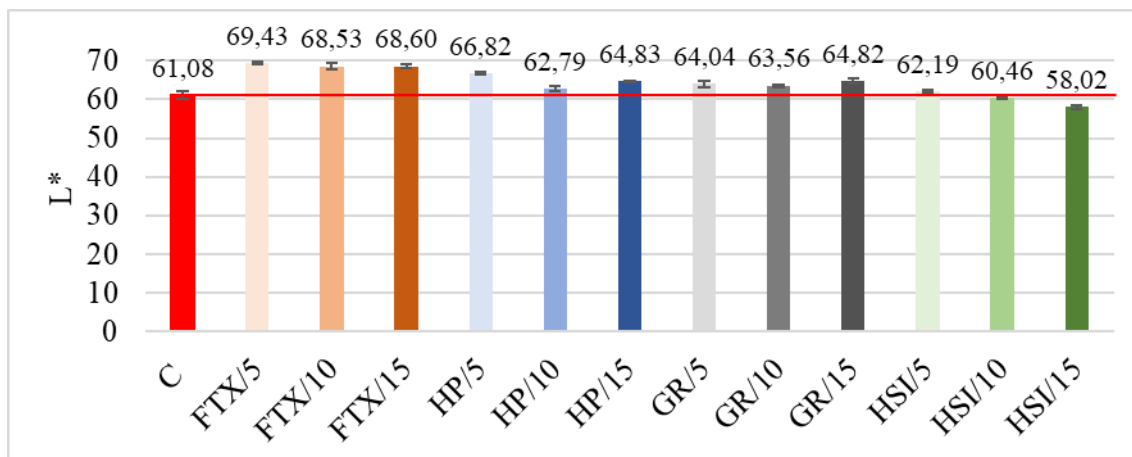
A HSI inulint tartalmazó mintákat vizsgálva megállapítható, hogy a maltitol tartalom növelése és a gesztenyetartalom csökkenti a minták szilárdsági hányados értékeit.

Össességében tehát, a 23. ábrán látható reogramok alapján ugyan az MGR10 minta látható stabilabbnak, valamint személyes tapasztalataim alapján is ez volt a legszilárdabb, a mért szilárdsági hányados és a DF érték mégis azt mutatja, hogy a minta ugyan nem szignifikánsan, de lágyabb, mint a kontroll. A HSI inulint tartalmazó minták egymással párhuzamba hozhatóak minden mért paraméter esetében az M10HSI5 minta bizonyul szilárdabbnak, stabilabbnak, mint az M15HSI5.

6.5. Színezeti tényezők meghatározása

6.5.1.1. Színezeti tényezők inulin típusonként

A világossági tényező értékeit vizsgálhatjuk meg a 30. ábrán.

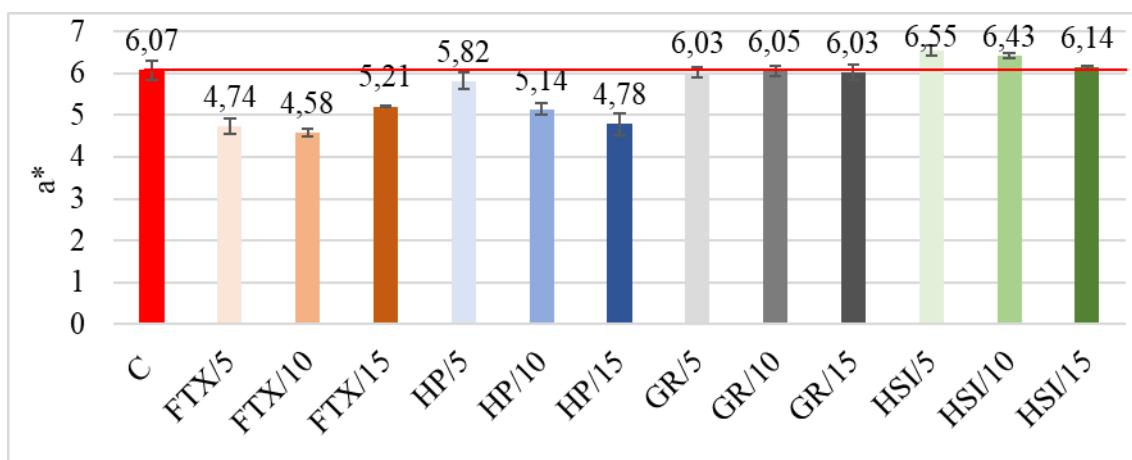


30. ábra. Inulint tartalmazó minták L* értékei

Láthatjuk, hogy a termékek az inulin hozzáadásával szignifikánsan világosabb színűek lettek, kivételt képez ez alól a HSI/10 és HSI/15 minták, melyek az adalék hozzáadásával sötétebb színt mutattak. Az egyetlen minta, amely nem mutat szignifikáns különbséget a világossági tényező tekintetében az a HSI/10 (Sig. = 0,2) minta.

Elmondható tehát ezek tekintetében, hogy a HSI inulin 10%-os alkalmazása az egyetlen, amely nem változtatja meg számottevően a gesztenyemassza L értékét.*

A 31. ábrán látható a* értékek minden minta esetében pozitív értéket mutattak, mely azt jelenti, hogy a minta inkább a piros színtéren mutat értékeket, mint a zöldön.



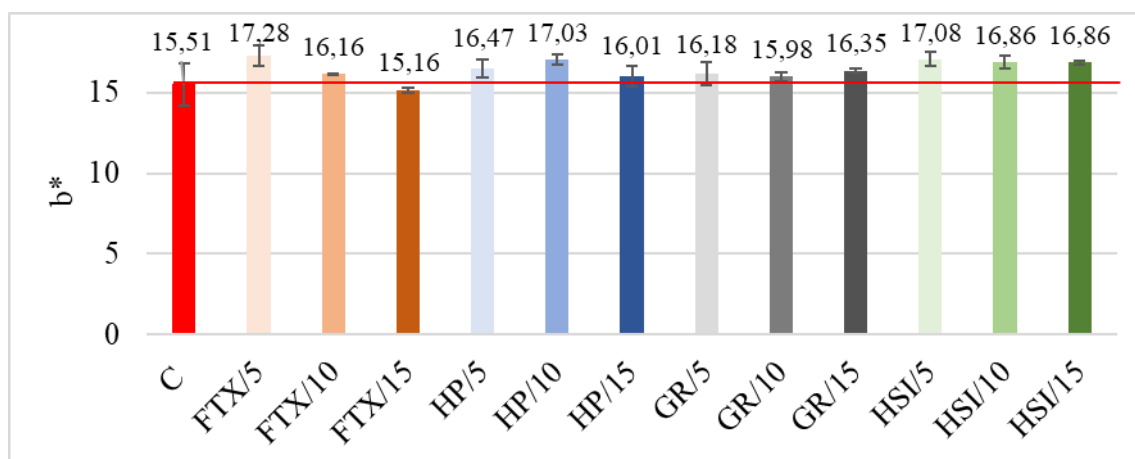
31. ábra. Inulint tartalmazó minták a* értékei

Az FTX mintákról elmondható, hogy szignifikánsan csökkentik a minta piros szín intenzitását. A HP minták is az FTX-hez hasonlóan csökkentik a minta piros szín intenzitását.

A HP minták között tendencia is megfigyelhető, ugyanis minél nagyobb koncentrációban kerül a mintába az említett inulin fajta annál inkább csökken a minták piros színe. Míg a HP inulin 5%-os alkalmazása nem mutat szignifikáns különbséget (Sig. = 0,054) az a^* tekintetében, elmondható, hogy a 10% és a 15%-os alkalmazása szignifikánsan csökkenti a piros színt. A GR inulin nem változtatja meg szignifikánsan a piros szín intenzitását, sőt ezek a minták állnak legközelebb a kontrollhoz (Sig. >0,7).

A HSI inulin növeli a minták a^* értékeit, köztük tendencia is megfigyelhető. Az 5%-os alkalmazás növeli leginkább a piros színt (Sig. =0,001), majd a 10%-os (Sig. =0,01), ez a két növekedés szignifikánsnak tekinthető. A 15%-os HSI inulin alkalmazása emeli meg az a^* értéket legkevésbé, mely különbség már nem tekinthető szignifikánsnak (Sig. = 0,6).

A b^* értékeken látható, hogy az értékek pozitívak, tehát a minták inkább sárgák, mint kékek. (32. ábra).



32. ábra. Inulint tartalmazó minták b^* értékei

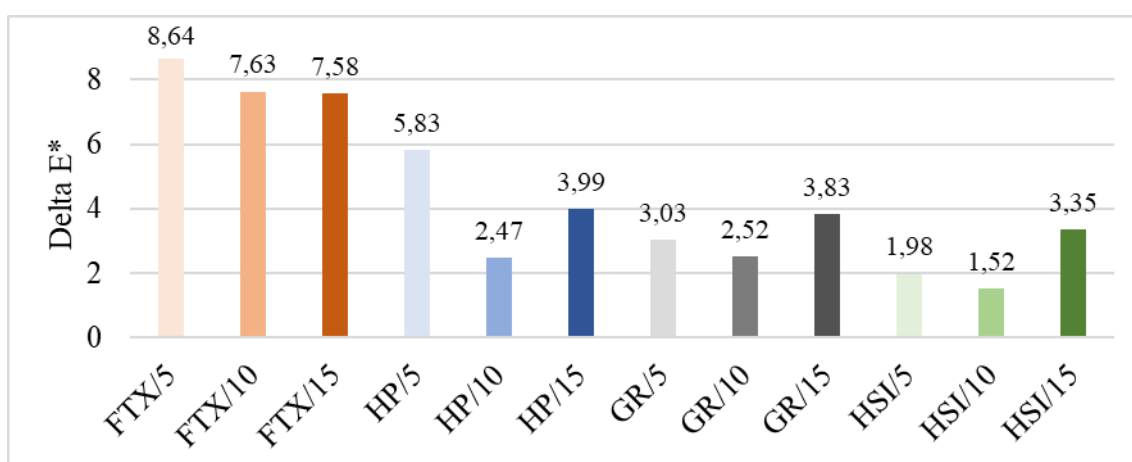
A kontrol mintához viszonyítva az inulinok növelik a sárga színtényező értékét, ezalól kivételt képez mindössze egyetlen minta, amely az FTX/15, de ez inta az amelyik a leginkább közel áll a kontroll b^* értékhez. Az FTX inulint vizsgálva megfigyelhető egy csökkenő tendencia, tehát az FTX inulint minél nagyobb konventrációban adjuk a mintához annál inkább válik hasonlóná a kontrollhoz.

A HP inulin minták közül a HP/5 (Sig. =0,044) és a HP/10 (Sig. = 0,003) minta az amelyik szignifikánsan növeli a b^* értéket.

A GR inulin az, amelyik 5% 10% és 15%-ban alkalmazva sem mutat szignifikáns eltérést a sárgaság tekintetében sem, tehát ez az inulin megnöveli a b^* értéket, de ez a növekedés nem számottevő.

A HSI inulin minden felhasznált koncentrációja szignifikánsan növeli meg az a^* értéket, ugyanis a szignifikancia szint mindhárom esetben kisebb, mint 0,01. A HSI inulinnak az 5%-os alkalmazása növeli meg leginkább (Sig. = 0,002), majd a 10 és 15%-os alkalmazás már azonos mértékben (Sig. =0,006) növelte a sárga színtényezőt.

Ahhoz, hogy az egyes színezeti tényezőkben tapasztalt eltéréseket összevegyem készítettem egy ΔE^* , vagyis színíngér különbség diagramot, mely a 33. ábrán látható.



33. ábra. Inulint tartalmazó minták ΔE^* értékei

A kontrol mintához mért színíngér különbségek között látható, hogy minden egyes inulin esetében a 10%-os alkalmazása változtatja meg legkevésbé a minták színét. Az 5%-os inulin minden fajta tekintetében más-más különbséget mutatnak. A 15%-os inulin hozzáadása jól látható és az FTX/15 pedig nagy különbséget mutat a kontrol mintához képest.

Az FTX minták mindegyike nagy különbséget mutat. Ezek a minták összességében sötétedtek az inulin hozzáadásával, mely megmutatkozik az L^* érték szignifikáns csökkenésében és az a^* értékekben is, amely a minta vörösödését, sötétebb barna színét mutatja.

A HP mintákat megfigyelve az 5 és a 15%-os alkalmazás jól látható színíngérkülönbséget mutat, míg a 10%-os alkalmazás értéke az észrevehető kategóriába esik. A HP minták szignifikánsan sötétedtek és vörösebbek lettek, valamint sárgábbak.

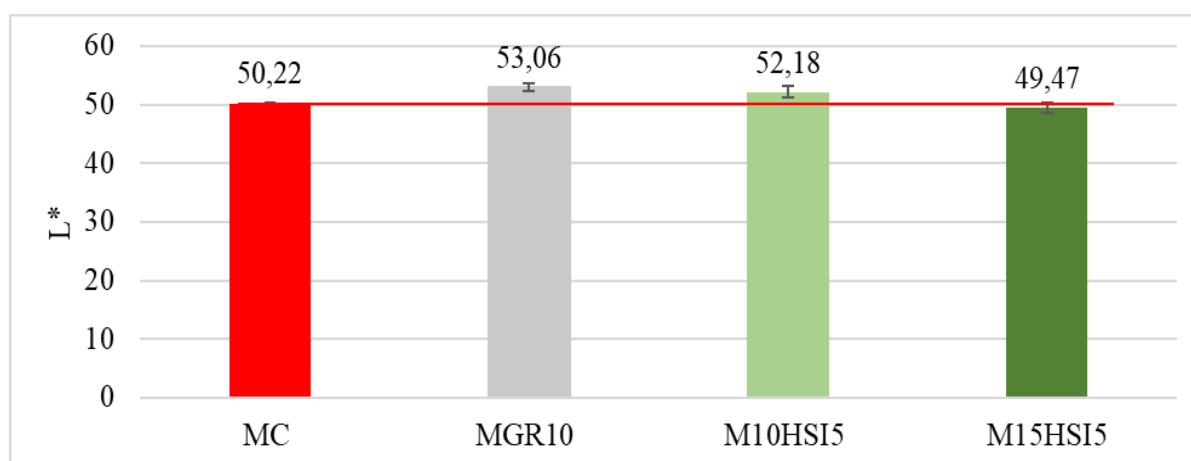
A GR inulint tartalmazó mintákat megfigyelve láthatjuk, hogy Az 5 és 15%-os alkalmazás jól látható különbséget mutat, a 10% pedig észrevehető. A minták szignifikánsan sötétedtek, de az

a* és b* értékein nem mutatkozott meg, tehát a színezete nem változott csak a világossága csökkent.

A HSI minták színezete áll összességében legközelebb a kontrollhoz, ugyanis a minták ΔE^ értékei a HSI/5 és a HSI/10 minták esetében a legalacsonyabbak, bár még ezek is az észrevehető kategóriába tartoznak. A HSI/15 minta pedig éppen nagy különbséget mutat a kontrollhoz viszonyítva. Ezek a minták a többi vizsgát inulin fajtával szemben összességében sárgábbak, pirosabbak és világosabbak lettek.*

6.5.1.2. Maltított tartalmazó minták színezeti tényezőinek vizsgálata

Édesítést követően is vizsgáltam a színezeti tényezők értékét. Megállapítható, hogy a maltitol hozzáadása a mintákat egységesen sötétebbé teszi. (34. ábra)

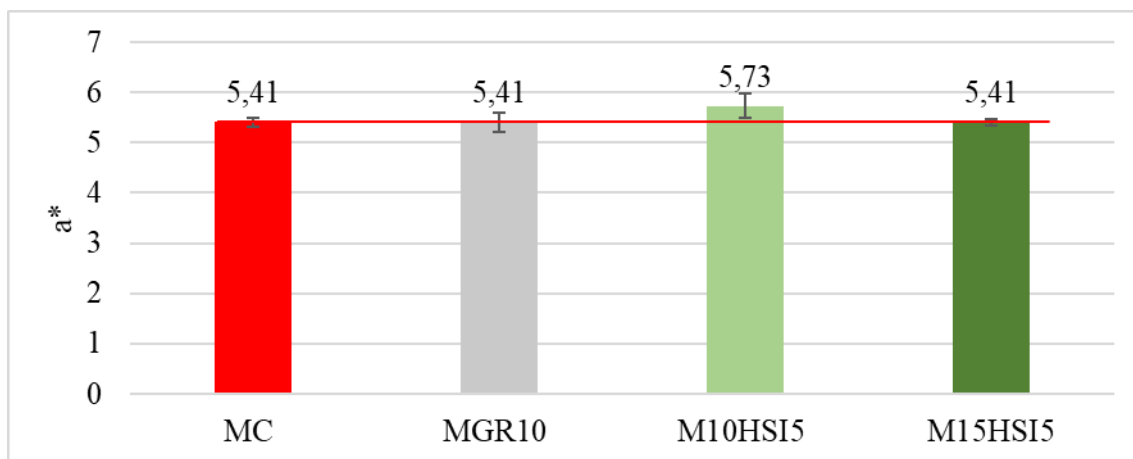


34. ábra. Maltított tartalmazó minták L* értékei

A kontroll mintához leginkább hasonló minta az M15HSI5 kódú, ez az egyetlen, amelyik nem mutat szignifikáns különbséget (Sig. = 0,22) a kontroll mintával szemben. Az MGR10 és az M10HSI5 szignifikánsan világosabb lett, mint a kontroll.

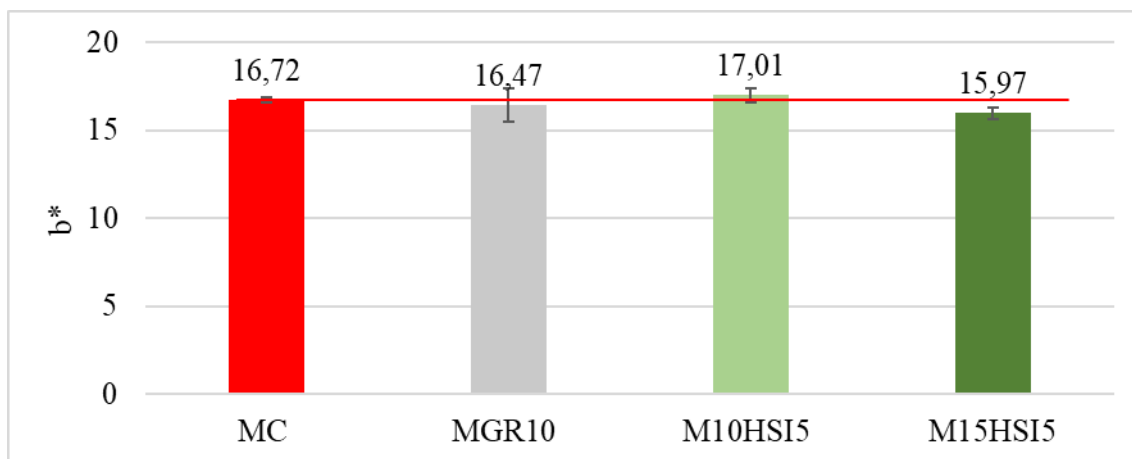
Az összes minta közül az MGR10 lett a legvilágosabb, ha csak az L értékeit vizsgáljuk meg.*

Az a* értékeiből megállapítható (35. ábra), hogy a kontroll mintától csak az M10HSI5 értéke tért kismértékben, ám ez az eltérés is szignifikánsnak mutatkozott (Sig. = 0,04) a statisztikai elemzést lefuttatva.



35. ábra. Maltított tartalmazó minták a* értékei

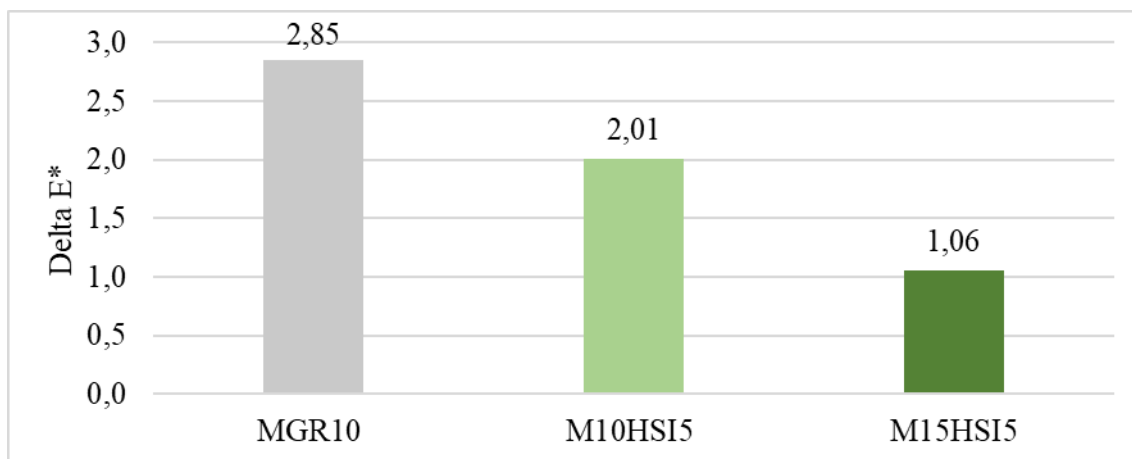
A 36. ábra alapján megállapítható, hogy édesítést követően a mért sárgasági tényezői közel megegyeznek, szignifikáns eltérés közöttük nem figyelhető meg.



36. ábra. Maltított tartalmazó minták b* értékei

A legnagyobb eltérés az M15HSI5 minta esetében tapasztalható, ennek a sárgasági tényezője volt a legalacsonyabb.

Az MC mintához viszonyítva számoltam ki a ΔE^* értékeit, melyek a 37. ábrán láthatóak.



37. ábra. Maltított tartalmazó minták ΔE^* értékei

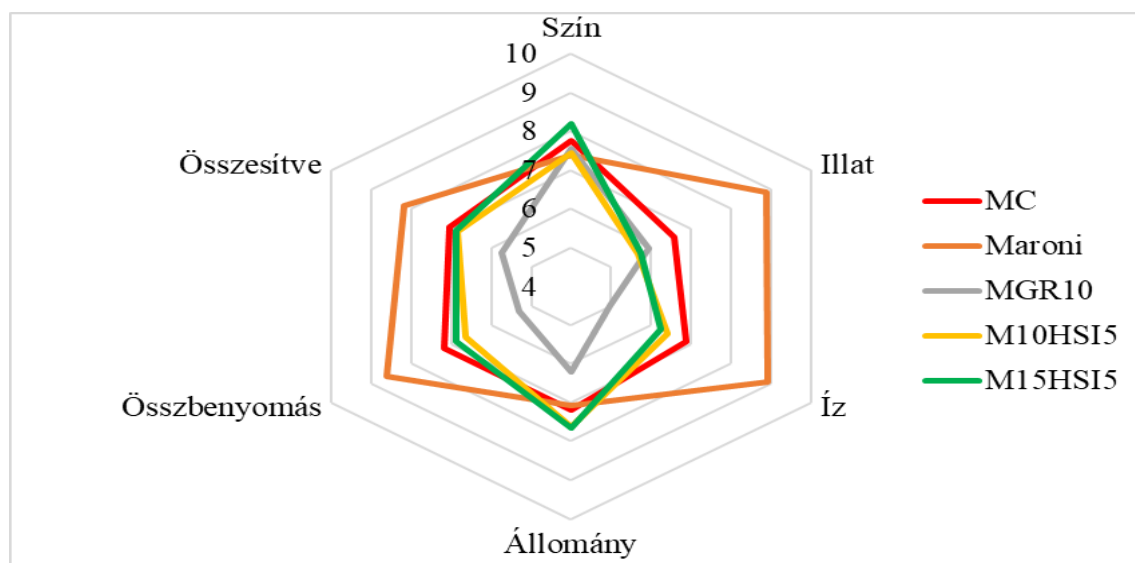
Megállapítható, hogy a legnagyobb eltérést az MGR10 minta mutatta, mely esetében a különbség észrevehető, ez az eltérés a színezeti tényezőket tekintve csak a világossági tényező értékében mutatkozik meg, tehát a minta észrevehetően sötétebb lett, mint a kontrol.

A második legnagyobb változást az M10HSI5 minta mutatta, melynek ΔE^* értéke az MGR10-hez hasonlóan az észrevehető kategóriába tartozik. Ez esetben a minta pirosabb és sötétebb, mint a maltított tartalmazó kontroll.

A három mintánk közül az M15HSI5 minta mutatta a legkisebb eltérést a maltított tartalmazó kontrolhoz képest, ez a mintánk csupán alig észrevehető mértékben tér el az ΔE^* értéket tekintve. Az eltérés a színezeti tényezőket vizsgálva sehol nem tapasztalható szignifikánsan, ez párhuzamba hozható a kapott értékkel.

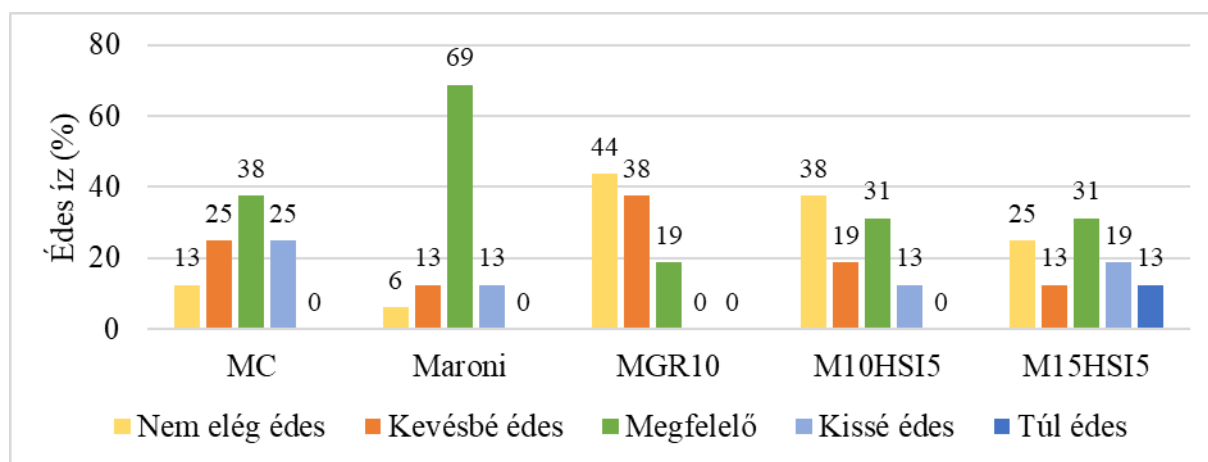
6.6. Az érzékszervi bírálat eredményei

Az érzékszervi bírálat eredményeit a súlyozott pontszámok alapján 10 pontos skálára vetítettem le és így ábrázoltam, a 38. ábrán ahol a hatszög csúcsaira a jellemzett tulajdonságok kerültek.



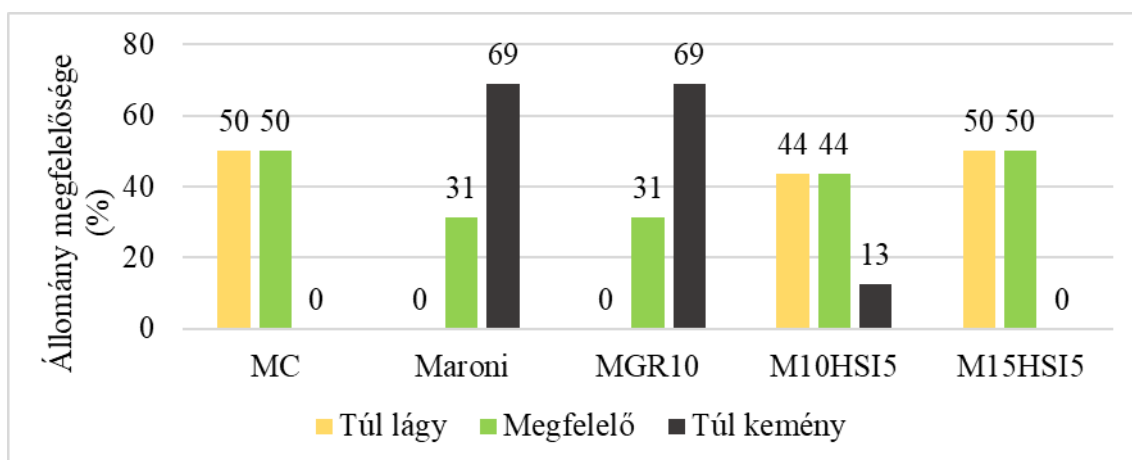
38. ábra. Érzékszervi bírálat eredményei

Az érzékszervi bírálat eredményeiből jól látható, hogy a Prima Maroni Kft. által gyártott gesztenyepüré édesítőszerrel nevű termék kiemelkedik a többi közül, mely a benne található aromának tudható be, mely, mint láthatjuk nagyon befolyásolták a bírálók érzékszerveit. Az üzletben vásárolt mintát azonban mind szín mind pedig állomány tekintetében felülmúlták az általam készített minták. Elmondható, hogy a tesztelésben az MGR10 minta teljesített a legrosszabbul, ezzel már az első kérdés eredményei alapján sem lehetne terméket tervezni. Édes íz tekintetében a válaszadók megfelelően édesnek találták az MC, a Prima Maroni és az M15HSI5 mintákat, nem elég édesek a legtöbbször az MGR10 és az M10HSI5 minták



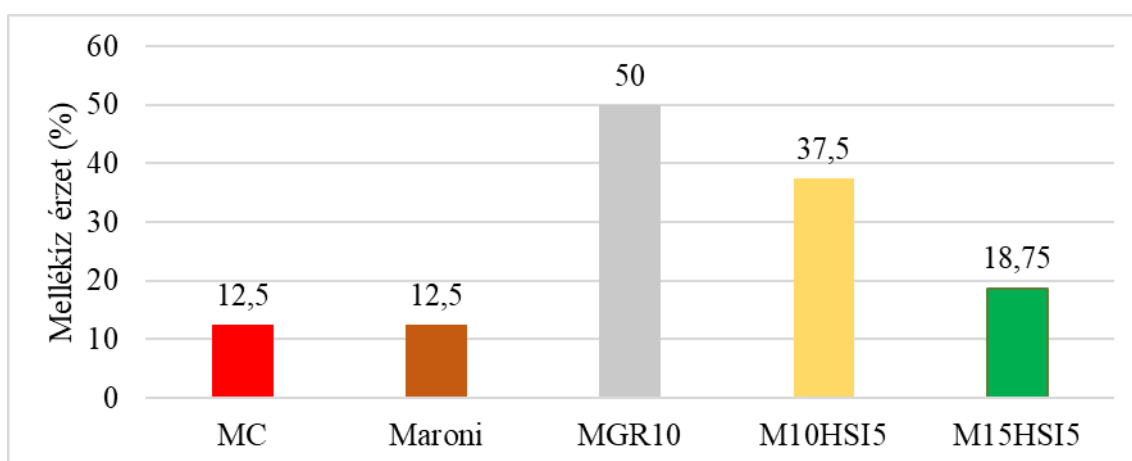
39. ábra. Édes íz megfelelősége

A kanalizható desszerthez megfelelő állományúnak vagy túl lágnak tartották a bírálók az MC mintát, illetve a HSI inulint tartalmazó mintákat (40. ábra). Egyöntetű vélemény volt, hogy a Prima Maroni terméke, illetve az MGR10 minta túl kemény egy kanalizható desszerhez.



40. ábra. Állomány megfelelősége

A mellékíz tekintetében érkezett visszajelzéseket a 41. ábrán tüntetem fel.



41. ábra. Mellékíz érzet érzékelése

Láthatjuk, hogy a bírálók többsége érzett mellélízt a GR inulint tartalmazó minta esetében, mely mellékízek nagyrészt negatívak voltak. A bírálóink nem tudták, hogy mivel vannak édesítve a minták, de láthatjuk, hogy minden minta esetében voltak vélemények, melyek szerint az édesítőszeres mellékíz érezhető. A következő mellékízeket véleményezték:

MC minta: édesítőszeres

Prima Maroni minta: karcos, édesítőszeres

MGR10 minta: édesítőszeres, keserű, diós, savanyú, bab

M10HSI5 minta: édesítőszeres, savanykás, bab

M15HSI5 minta: édesítőszeres, bab

Az M15HSI5 mintára érkezett a legkevesebb negatív komment az inulint tartalmazó minták közül, ez bizonyult az érzékszervi bírálaton a legjobbnak.

Össességében az érzékszervi tesztelés eredményeinek tudatában megállapítom, hogy kanalazható, inulinnal dúsított, édesítőszeres gesztenyedesszertnek az M15HSI5 minta a legmegfelelőbb.

7. Összefoglalás

A TDK dolgozatom megszületésében nagymértékben közrejátszott és annak alap ötletét adta, hogy a közelmúltban kereskedelmi forgalomba került egy olyan gesztenyetermék, amely már nem igényel fagyasztást, csak hűtő hőmérsékleten tárolható (5-10°C), továbbá kereskedelmi forgalomban van egy másik fagyasztott gesztenye termék, amely hozzáadott cukrot nem tartalmaz, csak édesítőszerrel van édesítve. A dolgozatom céljaként, tehát kitűztem, hogy egy egészséges, hozzáadott cukrot nem tartalmazó, természetes édesítőszerrel készült, valamint inulinnal, mint élelmi rosttal dúsított, kanalazható gesztenyedesszertet készítek, amelyet hűtőpultban lehet értékesíteni vákuumsomagolásban.

A munkám során két kísérleti kört végeztem el, melynek első körében natúr gesztenyemasszához adtam négy típusú inulint három különböző koncentrációban, majd vizsgáltam annak tulajdonságait. Az első kör végére összességében megállapítottam, hogy a rost hozzáadása csökkenti a minta nedvességtartalmát és már 5% adagolása is szignifikánsan növeli annak ref.%-át. A színezeti tényezőkben minden alkalmazott inulin fajta és koncentráció legalább észrevehető különbséget mutat. A minták reológiai tulajdonságait vizsgálva pedig megállapítottam, hogy azok az FTX inulin típus nem alkalmazható, mert a minták a kezdeti stabilitása túl nagy egy kanalazható desszerthez. Mivel a HP/15 mérhetetlen volt és a HP/10 a szeletelés során tört, tapasztalataim alapján kemény állományt hoz létre, ezért ez az inulin típus szintén nem alkalmazható. Első körben végzett vizsgálataim alapján, amely minták minden szempontból szinte azonos tulajdonságokat mutattak a natúr gesztenyemasszával és ezáltal a leginkább alkalmasak számomra azok a GR/10 és a HSI/5 minták. Ezen okból kifolyólag ezekkel folytattam a tesztelést a kísérleti fázis második körében.

A második kísérleti körben módosítottam a recepteken és az inulin koncentrációkat megtartva maltitolt adtam a termékekhez, mint édesítő anyag 10-15 és a kontrol minta esetében 20%-ban. Ugyanazon méréseket végeztem el a második körben is, mint az elsőben egy érzékszervi bírálattal kiegészítve. A méréseim során megállapítottam, hogy a nagyobb mennyiségű (85%) gesztenye esetében a nedvességtartalom nagyobb, mint ha csak 80% gesztenyét alkalmazunk, a szárazanyag tartalom mértéke pedig ezzel fordítottan arányos. Színezeti tényezők tekintetében az MGR10 és az M10HSI5 minták észrevehető, míg az M15HSI5 minta alig észrevehető különbséget mutatott a maltitolt tartalmazó kontroll mintához képest. Reológiai tulajdonságaikat tekintve látható volt a reogramokon, hogy az MGR10 minta a stabilabb, valamint személyes tapasztalataim és az érzékszervi tesztek is ennek az állományát tartották keményebbnek, a számolt szilárdsági hányados és a DF érték mégis azt mutatja, hogy a minta

nem tér el szignifikánsan a kontrolltól. A HSI inulint tartalmazó minták egymással párhuzamba hozhatóak minden mért paraméter esetében az M10HSI5 minta bizonyul szilárdabbnak, stabilabbnak, mint az M15HSI5.

Összességében tehát az érzékszervi bírálat eredményei alátámasztották a műszeres méréseimet, ezáltal az inulint és édesítőszert tartalmazó gesztenyemasszákból a 15% maltitolt 5% HSI inulint tartalmazó minta bizonyult összességében a legjobbnak, ennek megfelelő az édessége, nem érezhetőek kellemetlen mellékízek és az állománya is megfelelő egy kanalazható gesztenyedesszerthez.

Végezetül jelen kísérletem úgy vélem nem elegendő, hogy a terméket kereskedelmi forgalomba hozzuk, szükségesnek tartom tárolási kísérlet és mikrobiológiai vizsgálatok elvégzését is, valamint a reprezentatívabb eredmény érdekében az érzékszervi vizsgálat elvégzését szakértő bírálókkal és nagyobb fogyasztói bíráló csoporttal is.

Irodalomjegyzék

- 1129/2011/EU RENDELET . (2011). Forrás: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>
- 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól. (2009). Forrás: https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=A0900152.FVM&targetdate=ffffff4&printTitle=152/2009.+%28XI.+12.%29+FVM+rendelet&referer=http%3A//net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi%3Fdocid%3D00000001.TXT
- Angeli, I., Barat, J., & Molnár, L. (2000). *A gyógyító csicsóka*. Budapest: Mezőgazda Kiadó ISBN: 963-9239-85-2.
- Biacs, P. (2000). Inulin és oligofruktóz táplálkozási jelentősége, élelmiszeripari alkalmazása. *Élelmezés Ipar*, 54 (11) p.: 350-352.
- Bounous, G. (2013. 10.). Perspectives and future of the chestnut industry in Europe and all over the world. *II European Congress on Chestnut*, p.: 19-22. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1043.1
- Burton, R., Gidley, M., & Fincher, G. (2010.). Heterogeneity in the chemistry, structure and function of plant cell walls. *Nature chemical biology*, 6(10), p.: 724-732.
- Conedera, M. (2004). Distribution and economic potential of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe. *Ecologia Mediterranea*, 30 (2): p.:179–193. doi:10.3406/ecmed.2004.1458. S2CID 126817906
- Fauve-Chamoux, A. (2000). Chestnuts. In K. Kipple, & K. Ornelas, *The Cambridge World History of Food. Vol. 1. Cambridge University Press* (old.: pp. 359–364). doi:<https://doi.org/10.1017/CHOL9780521402149>
- Fekete, R. T., Tamás, P., Antal, Á., & Décsei-Paróczy, A. (2014). A CIE-féle színmérő rendszer. In *3D megjelenítési technikák* (old.: 46-61). Magyarország: BME-MOGI.
- Franz, M., Bantle, J., Beebe, C., Brunzell, J., Chiasson, J.-L., Garg, A., Wheeler, M. (2002). Evidence-Based Nutrition Principles and Recommendations for the Treatment and Prevention of Diabetes and Related Complications. *Diabetes Care*, 25 (1) p.: 148–198. doi:doi:10.2337/diacare.25.1.148
- Geszt, G., & Gesztely, G. (2007). A szelídgesztenye (*Castanea sativa*) botanikai jellemzése. *Erdészeti Lapok* (142 évf. 1. füzet).
- Guggisberg, D., Eberhard, P., Albrecht, B. (2007). Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. In: *International Dairy Journal*, 17 (11) 1353-1359. p. doi: 10.1016/j.idairyj.2007.01.013
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinah, P., Buetikofer, U., & Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal* (19), p.: 107-115. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.07.009>
- Internet 1. (2022.). Forrás: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170574/nutrients>
- Internet 2. (2021.). Forrás: <https://egeszsegvonal.gov.hu/e-e/1544-etkezesi-rostok.html>
- Internet 3. . (2012). Forrás: https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/5/18/60000/%C3%9AAtmutat%C3%B3%20rosttartalom%20meghat%C3%A1roz%C3%A1shoz_2013_04_02.pdf
- Internet 4. . (2022). Forrás: <https://www.beneo.com/ingredients/human-nutrition/functional-fibres/inulin>
- Internet 5. (2022.). Forrás: <https://mimoriarty.files.wordpress.com/2010/05/labmodel.jpg?w=584>
- Jones, J. (2014). CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the ‘fiber gap’. *Nutrition journal*, 13(1), p.: 1-10. doi:10.1186/1475-2891-13-34

- Juhász, R., & Veresné Bálint, M. (2020). Az inulin, egy sokoldalú élelmi rost. . *ÚJ DIÉTA: A MAGYAR DIETETIKUSOK LAPJA*, vol.:29, issue.:3-4, p.:15-16.
- Karimi, R., Azizi, M., Ghasemlou, M., & Vaziria, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers*, 119, (30) p. 85-100. doi:10.1016/j.carbpol.2014.11.029
- Kearsley, M., & Deis, R. (2012). Maltitol Powder. In *Sweeteners and sugar alternatives in food technology* (old.: 295-308). doi:10.1002/9781118373941
- Knudsen, K. (1997). Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding.,. *Animal feed science and technology*, 67(4),p.: 319-338.
- MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-604 számú irányelv. (2013 . 05). Forrás: <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/9/4b/a2000/2-604.pdf>
- MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 3-2-2008/1 számú irányelv. (2008). Forrás: https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/1/94/b1000/3-2-2008_1.pdf
- Mäkinen, K. (2016). Gastrointestinal Disturbances Associated with the Consumption of Sugar Alcohols with Special Consideration of Xylitol: Scientific Review and Instructions for Dentists and Other Health-Care Professionals. *Int. J. Dent.* 2016. doi:10.1155/2016/5967907
- Maynard, C., Powell, W. A., Polin-McGuigan, L. D., Viéitez, A. M., Ballester, A., Corredoira, E., . Andrade, G. M. (2019). Chestnut. *Transgenic Forest Tree Species*. doi:https://doi.org/10.1002/9781405181099.k0905
- Mezger, T. (2011). *The Rheology Handbook, 3rd revised edition*. Hanover: Vincentz Network GmbH & Co. KG. Forrás: ISBN 978-3-86630-890-9
- Ruskoné-Fourmestraux, A., Attar, A., Chassard, D., Coffin, B., Bornet, F., & Bouhnik, Y. (2003). A digestive tolerance study of maltitol after occasional and regular consumption in healthy humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(1), p.: 26–30. doi:10.1038/sj.ejcn.1601516
- Szabó-Nótin, B. (2016). Almatörköly, mint természetes állománykialakító alkalmazási lehetőségei gyümölcstermékekben. PhD Értékezés, Gödöllő.
- Tiwari, A., Sharma, H., & Kaur, M. (2015). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 68 (3) p. 374-380. doi:10.1111/1471-0307.12176
- Uylaşer, V., Yıldız, G., Mert, C., & Serdar, U. (2012. 09). A general assessment of the candied chestnut industry in Turkey. *V International Chestnut Symposium*, p.: 229-234. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1019.34