



Élelmiszertudományi Kar

Konzervtechnológiai Tanszék

Állománykialakítók hatása sütésálló gyümölcstermékek állomány jellemzőire

OTDK dolgozat

Horváth Szófia Alexandra
Élelmiszermérnök BSc, IV. évfolyam



TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005

TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023

Témavezető: Szabó-Nótin Beatrix
tanársegéd

Budapest
2014

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1. A lekvárfélék.....	4
2.2. Lekvárfélék alapanyagai.....	7
2.3. Állománykialakítók.....	8
2.4. Gélképzők.....	9
2.5. A pektin.....	10
2.6. Xantán.....	11
2.7. Zselatin.....	12
2.8. Almatörköly.....	12
2.9. Reológia.....	13
3. Célkitűzés.....	17
4. Anyag és módszer.....	18
4.1. A kísérletek helyszíne.....	18
4.2. Felhasznált anyagok.....	18
4.2.1. A felhasznált anyagok előkészítése.....	18
4.3. A gyümölcskészítmények elkészítése.....	19
4.4. Mérési módszerek.....	20
4.4.1. Oszcillációs viszkozimetria, amplitúdó söprés módszere.....	20
4.4.2. Állománymérés.....	21
4.4.3. Sütésállóság vizsgálata.....	22
4.4.4. Érzékszervi bírálat.....	23
4.4.5. Statisztikai értékelés.....	23
5. Eredmények és értékelés.....	24
5.1. Reológiai eredmények.....	24
5.2. A gyümölcstermékek állomány jellemzőinek értékelése.....	34
5.3. Sütésállóság vizsgálata.....	39
5.4. Érzékszervi bírálat.....	40
6. Összefoglalás.....	43

1. Bevezetés

A gyümölcsfeldolgozó ipari termékek többféle nyersanyagból készülnek. Gyümölcsalapanyagot és egyéb alapanyagot is tartalmazó összetett készítmények, melyeket önálló fogyasztásra késztermékként, valamint a hűtő-és konzervipar, az édes-és sütőipar, tejipar számára készülő félkész-termékként gyártanak.

A gyümölcsösszetevőket tartalmazó sütőipari termékek egyre népszerűbbek, a friss gyümölcsös jellegük miatt. A sütőipari termékek többfélék lehetnek, a kevésbé sütésálló zseléktől a krémszerűen tölthető töltelékeken át a darabos gyümölcsöt is tartalmazó termékekig. A sütésálló termékeket általában még sütés előtt töltik a termékbe és azzal együtt sütik meg. Ezért nagyon fontos, hogy a sütésálló termék egyrészt megőrizze friss, gyümölcsös jellegét, másrészt pedig, hogy a felhasználás során jól kezelhető legyen, és minőségváltozás nélkül bírják ki a magas sütési hőmérsékletet. A sütés során nem szabad formája, vagy megolvadnia. Formátartónak kell maradnia, és sütés után csillogónak kell lennie. A sütésálló termékeknek továbbá jól tárolhatónak kell lennie, stabil állományúnak, vízkiválás ne történjen a tárolás alatt.

A sütésálló gyümölcskészítmények minőségét több tényező is befolyásolja, mint a gyártástechnológia, felhasznált cukor jellege, pH érték, gyümölcsfajta, és az állománykialakító fajtája.

Az élelmiszeripari állománykialakítókat önmagukban nem fogyasztjuk. Az élelmiszerek állománytulajdonságait (vághatóság, szeletelhetőség, egyszerűbb használhatóság, könnyebb feldolgozhatóság) javítják, azonban nem szolgálhatnak a technológiai hibák elfedésére.

Napjainkban több kutatás is irányul arra, hogy az E számmal rendelkező, adalékanyagnak minősülő vegyületeket olyan készítményekkel helyettesítsük, amik hasonló kedvező hatást váltanak ki a termékben, de „természetes” összetevőnek minősülnek. Ilyen természetes állománykialakító lehet például a magas inulin tartalommal rendelkező csicsókaliszt, illetve az almafeldolgozás mellékterméke, az almatörköly, ami rostban és pektinben gazdag.

Ehhez kapcsolódva dolgozatom célja, hogy különböző sütésálló gyümölcskészítményeket állítsak elő különböző állománykialakítók és almatörköly felhasználásával.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A lekvárfélék

A Magyar Élelmiszerkönyv meghatározása szerint a lekvárfélék olyan készítmények, amelyeket egy- vagy többféle gyümölcsből, cukorral vagy anélkül a kívánt töménységre főznek, és hőkezeléssel, esetleg tartósítószerrel, vagy a két módszer kombinálásával tartósítanak.

A lekvárfélék előállításához az arra alkalmas gyümölcsfélék megfelelően előkészített része használható. A felhasznált gyümölcstartalom mennyisége az alapanyagtól függően eltérő, de a legtöbb esetben legalább 35%-ot (m/m) kell tartalmaznia. Általában tartalmaznak hozzáadott cukrot, amely részben, vagy teljesen helyettesíthető barnacukorral, édesítőszerrel, melasszal vagy mézzel. A hozzáadott cukornak köszönhetően a termék mikrobiológiai stabilitása nagy.

2.1.1. Lekvárfélék csoportosítása

A lekvárfélék csoportosítása többféle szempont alapján történhet. Felhasználásuk szerint megkülönböztethetünk fogyasztói és ipari lekvárokat. A fogyasztói lekvárok kereskedelemben kapható késztermékek, míg ezzel szemben az úgynevezett ipari lekvárok a feldolgozóipar által felhasznált félkész termékek. Az ipari lekvárfélékhez tartoznak a sütőlekvárok, valamint az öntetek, fagylalt alapok és tejipari lekvárok.

A Magyar Élelmiszerkönyv a lekvárféléket a következő csoportokra osztja:

Lekvár: Olyan lekvárkészítmény, amely a felhasznált gyümölcsöt (gyümölcspulpot) részben darabos formában tartalmazza, állománya jellegzetesen kocsonyás, darabosan szakadó vagy sűrűn folyó (MÉ 2-601/3/1).

Gyümölcsíz: Olyan lekvárkészítmény, amely legalább 0,8 mm lyukméretű szitán áttört gyümölcsből (gyümölcsvelőből) készül, állománya kocsonyás, kenhető, szakadó, esetleg sűrűn folyó (MÉ 2-601/3/1). A vegyes gyümölcsíz állománya a gyümölcsízéhez képest keményebb, késsel szeletelhető és alaktartó.

Gyümölcssajt: Olyan lekvárkészítmény, amely egyféle áttört gyümölcsből készül. Szeletelhető, alaktartó állományú. Dió, mandula, sárgabarack, stb. magbelével ízesíthető és díszíthető (MÉ-2-601/3/2).

Dzsem: cukor, pulp és/vagy egy-, vagy többfajta gyümölcspüré és víz megfelelő kocsonyás állományú keveréke (MÉ-3-2001/113). Az előírás szerint a dzsem pulp- vagy pürétartalma a 35%-ot meg kell haladnia. Az „extradzsem” cukor, egy- vagy többféle sűrítetlen gyümölcspulp és víz megfelelően zselés állapotú keveréke. Extradzsem esetén a gyümölcshányad minimum 45%.

Zselé: A zselék rugalmas tulajdonságú kolloid gélek, amelyek egy vagy többféle gyümölcsből készülnek, cukor, zselírozóanyag és némi sav felhasználásával. Jellegzetes állaguk kialakulásában fontos szerepet játszik a felhasznált cukrok aránya mellett a gélképző anyag mennyisége és minősége, továbbá a rendszer pH-ja. A pH beállítás szükségessége miatt kisebb mennyiségben tartalmazhat savakat, például citromsavat, vagy borkősavat. A zselék előállításához a gyümölcs alapanyag vizes kivonata, vagy maga a gyümölcslé használható fel. Zselé elnevezéssel a legalább 20 ref.% vízzel oldható szárazanyag-tartalmú termékek hozhatók forgalomba, továbbá azok, amelyek finoman szeletelt citrushéjon kívül más darabos részt nem tartalmaznak (MÉ-1-3/2001/113).

Marmelád: A marmelád víz, cukor és meghatározott citrustermékek (pulp, püré, lé, vizes kivonat és héj) megfelelően zselés állományú keveréke (MÉ-1-3/2001/113).

Megkülönböztetett minőségi jelöléssel ellátott lekvárkészítmények: A különleges minőségű lekvárok olyan készítmények, amelyeket egy vagy többféle friss vagy tartósított gyümölcsből édesítve vagy édesítés nélkül a kívánt sűrűségűre főznek. A termékben a gyümölcs darabos és/vagy áttört (passzírozott) formában van jelen. A termékre jellemző a magas gyümölcs- és alacsony hozzáadott cukor tartalom. Részben vagy egészben tartósítószerrel tartósított összetevőket a termékhez felhasználni tilos (MÉ-2-101).

2.1.2. Sütésálló lekvárkészítmények

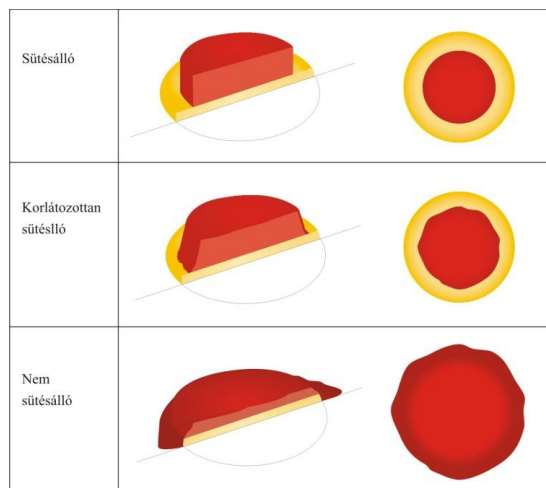
A Magyar Élelmiszerkönyv előírása szerint; sütésállónak nevezhető egy termék, ha a gyártó által a címkén feltüntetett paraméterek mellett a jellemző tulajdonságait megőrzi (MÉ-2-601). A „sütésálló” megnevezés használata esetén minden esetben utalni kell a felhasználás hőfokára és időtartamára (MÉ-2-601). A sütésálló gyümölcskészítményeknél fontos meghatározni, hogy a felhasználás során milyen téstával fog érintkezni, továbbá, hogy nyitott felületet fog-e képezni, vagy zárt tésták töltelékeként használják fel.

A felhasználás szempontjából fontos kritérium, hogy együtt lehessen sütni, kiállják ugyanazt a hőmérsékletet, mint a termék, és mindeközben megtartsák az alakjukat, tömegüket

és érzékszervi tulajdonságaikat. A hőstabilitás érdekében célszerű HM pektint használni zselírozó anyagként. További kritérium a könnyen kezelhetőség, tölthetőség, valamint a kívánt textúra megtartása a késztermékben. A sütésálló gyümölcskészítmények minőségét a gyártástechnológia, a kémiai összetétel, valamint ezek kombinációja határozza meg.

2.1.3. Sütésállóság vizsgálata

A termékek sütésállóságának vizsgálata többféle teszt segítségével valósulhat meg. Leggyakrabban, egy meghatározott kör alakú süteményre viszik fel a vizsgálni kívánt készítményt, és meghatározott hőmérsékleten, különböző ideig sütik. A sütés után vizsgálják az termék alakját, tömegét, felületét és a terület mértékét, amelyből a termék állományára lehet következtetni (1. ábra).



1. ábra Sütésállóság bemutatása

Sütésálló termékről akkor beszélhetünk, ha a sütés során a készítmény állaga nem változik meg sem a hőmérséklet, sem az idő hatására. Fontos, hogy ne csak a sütés hőmérsékletén, hanem a sütés után is megmaradjon az alakjuk, és szobahőmérsékleten se veszítsenek vizet, továbbá a fagyasztást is ki kell bírniuk. Az állaga megtartásához fontos, hogy nem forrhat, nem olvadhat, és nem veszíthet vizet.

Korlátozottan sütésálló (limited baking stability) az a készítmény, amelynek a sütés hőmérsékletén csupán a felszíne olvad meg. Ekkor a felszín fényes lesz, de az alakja nem változik.

Ha a készítmény a sütés hőmérsékletén olvad és elfolyik, akkor a termék **nem sütésálló**. A forrás és gőzképződés miatt buborékok keletkeznek, amelyek a termékből elszöknek, így a felszín, a sütés után kráteressé válhat.

A sűtésállóság a vízveszteség vizsgálatával is meghatározható. Ebben az esetben a sűtés során szűrőpapírt helyeznek a termék alá, és azt vizsgálják, hogy a sűtés ideje alatt a szűrőpapír mennyi vizet kötött meg. Sűtésálló termékeknél fontos kritérium a szinerézis mentesség (<http://www.herbstreith-fox.de/en/informative-literature/brochures/brochures-from-fruits-to-pectin.html>).

2.2. Lekváfélék alapanyagai

A lekváfélék egyaránt készülhetnek friss, vagy tartósított gyümölcsből. Bármilyen, emberi fogyasztásra alkalmas termesztett és vadon termő gyümölcs felhasználható. Mivel a kísérletekhez készített mintákhoz számócat és sárgabarackot használtam alapanyagként, így ezeket részletesebben szeretném bemutatni.

2.2.1. Szamóca (*Fragaria x ananassa*)

A szamóca az egyik legkedveltebb gyümölcs, alkalmazkodóképessége és elterjedése miatt pedig szinte az egész világon termesztik ezt a széles ökológiai potenciállal rendelkező gyümölcsfajt. Magyarországon főként a német és holland fajták terjedtek el. A szamóca rendszertani besorolását tekintve a *Fragaria* nemzetségbe tartozik.

Energiatartalma a bogyós gyümölcsök körében is alacsonynak mondható, 100 g gyümölcs energiatartalma körülbelül 35 kcal. Több mint 85% vizet tartalmaz, a szénhidrát tartalma 6% körüli, fehérje tartalma 0,8% körüli, míg a savtartalma általában 1,5-2% között mozog. Jelentős mennyiségű B₁, B₂ és C-vitamint, emellett számos ásványianyagot és nyomelemet tartalmaz (Papp, Porpáczy, 1999).

A felhasználási köre igen széleskörű. A friss fogyasztás mellett jelentős mennyiséget használ fel a hűtő- és konzervipar is. A feldolgozáshoz használt fajtáknak számos követelménynek kell megfelelniük: fontos az élénk mélypiros szín, a fénylő héj, kevés világos színű mag, tömör, üreg nélküli piros színű húsállomány, nagy gyümölcsméret, intenzív íz és aroma, gömb, vagy enyhén kúp alak (Barta, 2007). A konzervipar elsősorban aszeptikusan tartósított velő féltermékeket készít belőle, ami a dzsemek, ízek és tejipari termékek gyártásának alapanyaga, továbbá készítenek belőle sűrítményt is, ami szörpök, levek, nektárok, zselék előállításához szükséges.

2.2.2. Kajsziparack (*Prunus armeniaca* L.)

A legtöbb országban helyi fajtákat termesztenek és néhány domináns fajtára alapozódik a fajtahasználat. Magyarországon a legjelentősebb fajták közé tartozik a Bergeron, Ceglédi arany, Ceglédi bíbor, Ceglédi Piroska, Ceglédi óriás, Gönci magyar kajszi, Mandulakajszi és a Pannónia. Ezek közül a legkiválóbb ízű és zamatú a Gönci magyar kajszi. Nagy előnye, hogy sokféleképpen felhasználható, például kiváló befőtt és lekvár alapanyag. A Ceglédi óriás igen nagy méretű, de lédús és puha állománya és maghoz kötöttsége miatt csak friss fogyasztásra alkalmas. A Pannónia fagyútúrese kiváló, remek befőtt és lekvár alapanyag. Szintén kiváló a fagyútúrese a késői érésű Bergeronnak, továbbá nagyon jó alapanyag a feldolgozáshoz (Pénzes, Szalay, 2003).

Energiatartalma alacsony, 100 g gyümölcs 48 kcal-t tartalmaz. 100 g gyümölcsben 86,8 g víz, 3,6 g élelmi rost, 10,2 g szénhidrát, 0,6 g sav és 0,9 g fehérje van (Barta, 2007). A csonthéjasok között kiemelkedő mennyiségű karotint tartalmaz, ezenkívül jelentős a C-vitamin, folsav és pantoénsav tartalma is. A cukortartalma lényegesen nagyobb, mint az őszibaracké.

A kajsziparack az egyik legértékesebb konzerv- és hűtőipari nyersanyag. A korai fajták maghoz kötöttségük miatt elsősorban friss fogyasztásra, míg a később érő fajták a friss fogyasztás mellett már feldolgozásra is alkalmasak. A kajsziparackból gyakran készítenek lekvárokat, befőtteket, dzsemeket, továbbá kiválóan használható pálinkakészítésre is. Magyarországon a különböző kajszi termő tájegységeknek olyan világhírű termékei vannak, mint például a Kecskeméti kajsziparacklekvár, a Kecskeméti parackpálinka vagy a Gönci parackpálinka.

2.3. Állománykialakítók

Az élelmiszeripartól a fogyasztók olyan termékek létrehozását várják el, amelyek minősége, és jellemzői a tárolás során nem változnak, tehát megőrzik előnyös tulajdonságaikat. Az állandó minőség biztosításához adalékanyagok alkalmazására van szükség. Adalékanyag minden olyan élelmiszerként önmagában nem fogyasztott és jellemző élelmiszer összetevőként nem alkalmazott anyag, amelyet az adott élelmiszer gyártása, feldolgozása, elkészítése, kezelése, csomagolása, szállítása, tárolása során technológiai célból szándékosan adnak az élelmiszerhez, melynek eredményeként ön maga vagy származéka közvetlenül vagy közvetetten az élelmiszer összetevőjévé válik (EK 1333/2008). Az

adalékanyagok 4 fő csoportba sorolhatók: érzékszervi tulajdonságot módosítók, állománykialakítók, eltarthatóságot növelők és technológiai tulajdonságot módosítók.

Az állománykialakítók olyan természetes, vagy mesterséges úton előállított adalékanyagok, amelyek az élelmiszer konzisztenciájára hatnak. Az állománykialakítók jelentős része természetes eredetű, általában a növények energiatároló vagy szerkezeti anyagaiból készülnek. Ebbe a csoportba tartoznak az emulgeálószerkezetek, szilárdító anyagok, zselésítők, stabilizátorok, sűrítőanyagok és módosított keményítők. A csoportok nem különíthetők el egyértelműen, sokuk többfunkciós, vagyis kis koncentrációban emulgeáló vagy stabilizálószerként alkalmazható, nagyobb koncentrációban, esetleg kombinációban sűrítő vagy zselésítő anyagként funkcionálnak (Barta, 2007).

2.4. Gélképzők

A gélképzők a termékek gélszerkezetét alakítják ki, ezzel biztosítva sajátos jellegüket. A gél alaktartó, könnyen deformálható kolloid rendszer, halmazállapotát tekintve a szilárd és folyékony halmazállapot között helyezkedik el.

Az **alginátok** (E400-405) tengeri barnamoszatok sejtfalában keletkeznek. Gélképző tulajdonságuk mellett jelentős a sűrítő-stabilizáló hatásuk is. Fagylaltokhoz adagolva annak simaságát, selymességét és késleltetett olvadását idézik elő, krémekhez keverve habosíthatóságukat, levegősségüket biztosítják (Tóth, 2011). Tésztákhoz adagolva lassítják az öregedést, rostos gyümölcsitaloknál akadályozzák az üledékképződést, továbbá elterjedt a tejiparban krémsajt, tejföl, tejszínhab, és jégkrém gyártásánál. A húsiparban a töltelékes árukhoz készített műbél fő alkotóeleme (Tóth, 2011).

A vörösmoszatokból kivont **agar-agar** (E406) szintén kiváló zselésítő anyag. Forró vízben kolloidálisan oldódik, de nem olvad, hideg vízben hosszabb állás után duzzadásra hajlamos. Lehűlés közben már 0,2%-os koncentrációban is kocsonyává dermed. Nagy előnye a pektinnel szemben, hogy a gélképzéshez sem cukorra, sem savra nincs szüksége. Zselírozó képessége lényegesen jobb, mint a többi ismert anyagé, saját tömegének mintegy 200-szorosát képes megkötni. Forró vízben sűrű, nyálkás, színtelen, íztelen és szagtalan szolt képez, amelyből hűtés hatására gél keletkezik (Mohos, 1975). Az agar minőségétől függően a teljes duzzadás akár 8-20 órát is igénybe vehet. Az agar gélek deszolúciós gélek, tehát a szol-gél átalakulás az oldhatóság csökkenés hatására, végeredményben hőmérséklet-csökkenés hatására következik be.

Leggyakrabban édesipari zselék, lekvárok, fagylaltok, rágógumik és mikrobiológiai táptalajok készítéséhez használják, továbbá felhasználható a kenyér öregedésének

késleltetésére is. A szervezetben rost vagy ballasztanyagként viselkedik, tehát emészthetetlen, így nem növeli az élelmiszerek energiatartalmát. Mivel növényi eredetű, így a vegetáriánusoknak szánt élelmiszerekben jól helyettesíthető vele a zselatin. Szürkésfehér, sárgásbarna színű csíkokban, lapokban és por alakban kerül forgalomba (Szenesné, 1997).

A gyümölcsös tejipari készítményekhez gyártott, gyümölcs-félkésztermékekhez gyakran használt gélképzők a **karragenátok** (E407), amelyeket hideg tengeri vörös moszatokból vonnak ki. Kazein jelenlétében nő a zselírozó képességük, ezért terjedt el elsősorban a tejipari használatuk. A gélképzésen kívül használják még stabilizálásra, sűrítésre és emulgeálásra is. Hideg vízben megduzzadnak, forró vízben nyálkává oldódnak, amely lehűléskor kocsonyaszerűen megszilárdul (Tóth, 2011).

Az arabmézga (E414) vagy más néven **gumiarábikum** egyes akáciafajokból kinyerhető gumyszerű váladék, amelyet sűrítő, stabilizáló, emulgeáló, és tömegnövelő szerként alkalmaznak. Vízben kolloid oldatot képes képezni. Sárgásfehér színű, általában por alakban hozzák forgalomba.

Gyakran használják gumicukrok, cukorkák, drazsék, rágógumik gyártásához. Jól alkalmazható italok és különböző habok stabilizálására is (Tóth, 2011).

2.5. A pektin

Az élelmiszeripar egyik leggyakrabban használt gélképző anyaga a pektin (E440). A gyümölcskészítményekhez felhasználható pektin vagy amidált pektin (E440i) maximum 1%-os mennyiségben használható fel (MÉ 1-3-79/693). Általánosan megállapítható, hogy a gyümölcspektinnel készített termékek táplálkozási és élvezeti értéke sokkal jobb a többi kocsonyasító anyaggal készített termékénél.

A pektin 4 fő funkciója a gélképzés, emulgeálás, stabilizálás és sűrítés. Ezek közül a legfontosabb tulajdonságuk a gélképzés, ezért gyakran zselék, lekvárok, ízek és egyéb cukrászipari termékek készítéséhez használják. Sütésálló termékeknél kiválóan alkalmazhatóak. Más termékek készítéséhez is felhasználják az élelmiszeriparban, mint például alacsony gyümölchányadú italok vagy öntetek és mártások készítéséhez. Az élelmiszeripari felhasználás mellett jelentős a gyógyszeripari felhasználása is, gyakran alkalmazzák tabletták kötőanyagaként. Bizonyított, hogy kedvezően befolyásolja a vér koleszterinszintjét, továbbá természetes védőanyag a mérgező kationokkal szemben.

A protopektin minden gyümölcsben fellelhető, valamint egyes gyökerekben és gumókban is megtalálható sejtfalalkotó molekula. Elsődleges feladata a szilárdítás, ezenkívül biztosítja a növények rugalmasságát, továbbá befolyásolja a növekedést és a vízháztartást is.

Az egyes növények pektintartalma igen eltérő lehet. Függ a fajtától, az érettségtől, és a szövettől is. A tárolás során a sejtfalban található protopektinek bomlanak, tehát az idő előrehaladtával egyre kevesebb lesz a kinyerhető pektin mennyisége. A növényekben fellelhető protopektin vízben oldhatatlan, ezt enzimés vagy egyéb bontással vízben oldható pektinné alakítják a felhasználhatóság érdekében. A déligyümölcsökből kinyerhető pektin általában tisztább, nincs benne keményítő, és gélképző tulajdonsága is kedvezőbb, mint a többi nyersanyagból kivont pektiné. A kereskedelemben kapható pektinek nagy részét azonban gazdasági szempontok miatt almatörkölyből vagy citrusféléből vonják ki.

Az ipari felhasználás szempontjából a legfontosabb tulajdonságuk, hogy képesek gél képezni. A pektinek gélképzése rendkívül összetett folyamat. A gélesedést számos tényező befolyásolja, ilyen a metilezettségi fok (DM), a Ca-ion koncentráció, az oldható szárazanyag mennyisége és a cukor típusa. Ezek mellett befolyásoló tényező a pH, és az ezt kialakító pufferek jelenléte.

A gélesedésük legfontosabb meghatározója az észterezettségi fok. Az észterezettségi fokot az észterezett galakturonsav csoportok és az összes galakturonsav csoport aránya adja (Shriamornsak, 2003). Ez alapján két csoportra oszthatók: a magas-, és alacsony észterezettségű pektinekre.

Az adagolt pektin-koncentráció hatással van a gél keménységére. A pektin koncentráció növelésével nő a keménység, ugyanis ekkor a polimer láncok közötti kapcsolódási pontok száma megnő, aminek következtében a szerkezet merevebb lesz.

2.6. Xantán

A *Xantomonas campestris* által termelt xantán (E415) szintén alkalmazható gélképzésre. A xantán az alginátokkal, karragenátokkal szemben tízszer kisebb mennyiségben is kifejti gélképző, sűrítő hatását. A xantán által képzett gél rendkívül rugalmas, főképpen akkor, ha guar gumival vagy szentjánoskenyér mag-liszttel keverik.

Savas kémhatás mellett is stabil marad, továbbá oldószer- és sótűrő is kiváló. Vízben valamint savas és bázikus közegben is jól oldódik, valamint az olaj tovább javítja az oldódását. A hőmérséklet változásait, a magas hőmérsékletet, és a fagyasztást egyaránt jól tűri. További előnyös tulajdonsága a nagy vízvisszatartó képessége.

A xantánt diétás gyümölcskészítményekhez, szörpökhöz, húskészítményekhez, gyorsfagyasztott készételekhez, salátaöntetekhez használják elsősorban (Tóth, 2011). A csökkentett energiatartalmú élelmiszerekben a zsír pótlására, a húskészítményeknél a víz megkötésére használják. A tészták vízkötő képességét növeli, így az öregedés folyamatát

képes lassítani, továbbá siker helyett is alkalmazható. Gyakran alkalmazzák sütésálló lekvárok állomány stabilizálására.

2.7. Zselatin

A zselatin kollagénből kivont zselírozó anyag. A kollagénből a zselatint vízzel való tartós melegítéssel vagy enyhe hidrolizálószerekkel oldják ki (Szenesné, 1997). Előnye, hogy íze és illata semleges, és ezt a tulajdonságát a tárolás során is megőrzi. Hideg vízben duzzad, akár 10-szeres mennyiségű vizet is képes megkötni. Forró vízben oldódik, visszahűtve pedig a vízzel gél képez. A gél szilárdsága a zselatin koncentrációjától, valamint az oldat hűtésének körülményeitől függ (Gasztonyi, Bogdáné 1985). A zselatin szerkezete a származásától függően változó lehet. Az élelmiszeriparban általában ezt a tulajdonságát használják ki krémek és tejszín megkötésre.

2.8. Almatörköly

Az alma, a gyümölcs feldolgozóipar egyik leggyakrabban felhasznált gyümölcse, és feldolgozása során hatalmas mennyiségű melléktermék keletkezik, amelyeknek felhasználása környezetvédelmi és gazdasági szempontból is kiemelkedő jelentőségű. Az almatörköly az almalé és cider gyártás során keletkező, elsősorban héjrészeket és magvakat tartalmazó melléktermék (2. ábra).



2. ábra Szárított almatörköly (Kép: www.greenfield.waw.pl)

A melléktermék biztonságos ártalmatlanítása központi jelentőségű a környezetszennyezés csökkentése szempontjából. Legnagyobb probléma az almatörköllyel, hogy mivel hatalmas mennyiségű vizet tartalmaz, könnyen erjedésnek indulhat.

Az almatörkölyt leggyakrabban állati takarmányozásra használják fel, azonban magas szénhidrát, pektin, élelmi rost és ásványi anyag tartalma miatt kiváló tápanyagforrás lenne emberi fogyasztásra is. A nedvességtartalma általában 66,4-78,2% között mozog, a

szárazanyagtartalma 26,4% körüli, a szénhidráttartalma pedig 9,5-22% közötti. 4% fehérjét, 3,6 % cukrot, 6,8 % cellulózt és 0,42% savat tartalmaz (Shalini, Gupta, 2010).

2.8.1. Az almatörköly hasznosításának lehetőségei

A kutatások alapján felhasználása igen sokrétű lehet. Mint már említettem, leggyakrabban állati takarmányozás céljára használják. Kísérletekkel bebizonyították, hogy azok a szarvasmarhák, amelyek tápja almatörkölyt is tartalmazott, magasabb fehérjetartalmú, és alacsonyabb laktóz tartalmú tejet adtak, valamint ezek az állatok összességében többet tejeltek, mint a hagyományos takarmánnyal etetett társaik (Bae et. al, 1994).

A szárított almatörköly üzemanyagőzként való felhasználása jelentősen csökkentené a feldolgozóipar energiafelhasználásának költségét (Fischer 1984). A költségcsökkentés mellett a nem megújuló energiaforrások használatának csökkentése is előnyös lenne, továbbá, a hulladék ártalmatlanítás költségét is redukálni lehetne.

Számos élelmiszeripari termék kiegészítőjeként is hasznos lehet. A benne található nagy mennyiségű almahéj miatt az almatörköly antioxidáns tartalma sokkal magasabb, mint az almapépé, ezért antioxidáns forrásként is felhasználható (Lavelli, Corti, 2011). Gyakran alkalmazzák bizonyos termékek dúsítására, például jégkrémek (Soukoulis et al., 2009) és almalevek (Ibraim et al., 2011) gyártása során. A megfelelő kezelések után almatörköly dzsem és mártás is készíthető belőle (Joshi et al., 1996). A törkölyből készített úgynevezett almatörköly liszt kiválóan használható a szójaliszt helyettesítésére. Mivel jelentős az élelmi rost tartalma, ezért az alacsony rosttartalmú élelmiszerek fontos kiegészítője lehet (Eingor et al., 1984).

Mivel az íze szinte megegyezik az alma ízével, a szárítás után élelmiszer összetevőként is felhasználható, ezért kiválóan alkalmazható zselék készítéséhez is. Az almatörköly pektintartalma meglehetősen nagy, ezért a gélképződés egyéb hozzáadott gélképző anyag nélkül is megvalósulhat. További előnye, hogy az almatörköly enzimátikus kezelés nélkül alkalmazható (Royer et. al., 2006). Jelentős pektin tartalommal rendelkezik, ezért a pektingyártás jelentős alapanyaga.

2.9. Reológia

A testeken erő hatására bekövetkező alakváltozással, deformációval foglalkozó tudományág a reológia. Az anyagok alapvető reológiai tulajdonságai a szilárdság, viszkózusság, plasztikusság és rugalmasság, amelyek az anyagok állapotától és a terhelés

körülményeitől függően különböző mértékben érvényesülnek. Az adott reológiai rendszer viselkedését az előbb felsorolt tényezőkön kívül befolyásolja a hőmérséklet, a külső nyomás, valamint függ a tényezők idő szerinti deriváltjától is (Lásztity, Törley, 1987).

A testet érő erők hatására, többféle deformáció léphet fel. Ideális testeknél ezeket három csoportra lehet osztani. Ha az alakváltozás, a deformáló erő megszűnésekor eltűnik, rugalmas deformációról, ha az alakváltozás megmarad, folyásról beszélünk. Plasztikus testeknek nevezzük azokat a testeket, amelyek egy adott pontig rugalmas tulajdonságokat mutatnak, majd az erőt tovább növelve, folytni kezdenek.

Az anyagokra ható azon erők, amelyek nem hoznak létre sebességváltozást két komponensre bonthatók: a nyíró- és nyomóerőre. Nyíróerőn a testekre érintőirányú erőket értjük. Ez az erő lehet izotrop, amelynél a testen létrejövő deformáció minden testnél azonos, vagy anizotrop, amelynél különböző deformáció léphet fel.

Az anizotrop erők hatására létrejövő alakváltozásokat 3 nagy csoportra lehet osztani. Ha a deformáció hatására reverzibilis változást szenved a test, és statikus egyensúlyi állapot áll be, akkor elasztikus deformációról beszélünk, és az ilyen tulajdonságokat mutató testet elasztikus testnek nevezzük. Irreverzibilis alakváltozás esetén megkülönböztetünk viszkózus és plasztikus testeket. Ha dinamikus egyensúlyi állapot áll be, akkor a test viszkózus, viszont ha nem áll be egyensúly, akkor a test plasztikus. Az ideális reológiai testek ezen tulajdonságok közül csak eggyel, míg a reális testek több ilyen tulajdonsággal is rendelkeznek (Gasztonyi, Bogdáné, 1985).

2.9.1. Élelmiszerek reológiai tulajdonságai

Az élelmiszeripari anyagok vizsgálatakor elsősorban azt kell megállapítani, hogy az adott terhelési módnál melyek az anyag alapvető meghatározó tulajdonságai. Az élelmiszerek reológia tulajdonságainak megállapításakor tehát figyelembe kell venni a deformáció-deformálófeszültség összefüggésének jellegét, valamint a nyersanyagok, illetve élelmiszerek szerkezetét is. Ezen tényezők figyelembevétele alapján megkülönböztetünk folyékony élelmiszereket (gyümölcslevek), sejtszövetes szerkezetű élelmiszereket (főzelékek), gél szerkezetű élelmiszereket (zselék, dzsemek), rostos szerkezeteket (hústermékek), plasztikus anyagokat (vaj, margarin), rideg anyagokat (csokoládé) és komplex rendszereket (sütőipari termékek) (Steffe, 1996).

Az anyagok reológiai jellemzésekor a deformáció és a deformáló feszültség közötti összefüggést kell megadni, és a test sajátosságait megközelítő reológiai modellt kell

felállítani. Ekkor az adott reológiai modell alapegyenletében szereplő állandók megadásával leírhatóak az anyag reológiai sajátosságai.

Mivel a reális testek – így az élelmiszerek is – minden alap reológiai tulajdonsággal rendelkeznek valamilyen mértékben, különböző állománykialakítókkal és adalékanyagokkal a reológiai tulajdonságok nagyban befolyásolhatók.

2.9.2. Élelmiszerek reológiai tulajdonságainak mérésére alkalmas módszerek

A mérések feltételeit, módszereit és műszereit mindig az adott feladat határozza meg. A reometria legfontosabb része a viszkozimetria. Emellett azonban fontos szerepet játszanak az elasztikus és plasztikus rendszerek tanulmányozására alkalmas ipari mérőmódszerek, mint például a keménységmérés, a fárasztási-kísérletek, vagy a penetrometriás mérések. Az élelmiszeripari anyagok viszkózitásának vizsgálatához a leggyakrabban használt mérőeszközök a rotációs és oszcillációs elven működő viszkoziméterek.

2.9.2.1. Rotációs mérés technika

A rotációs mérés technika valamennyi reológiai test vizsgálatára alkalmas mérési módszer, gyakran használják élelmiszeripari nyersanyagok és késztermékek vizsgálatára is. A műszerek nagy előnye, hogy az időtől függő reológiai folyamatok is jól tanulmányozhatók, mivel adott sebesség gradiens és nyírófeszültség mellett folyamatosan lehet méréseket folytatni.

A rotációs elven működő mérőműszerekben két, közös tengelyen elhelyezett henger található, amely közül az egyik forgó mozgást végez, miközben a másik áll. A forgó test a vizsgálandó anyagba merül, és forgása közben a vizsgálandó folyadékot mozgásba hozza. A henger mozgatásához szükséges erő közvetlenül megadja a folyadékrétegek egymás melletti elmozdításához szükséges nyíróerőt, amelyből közvetlenül kiszámítható a viszkózitás (Gasztonyi, Bogdáné, 1985).

2.9.2.2. Oszcillációs mérés technika

A viszkoelasztikus testek vizsgálatára alkalmas módszer az oszcillációs mérés technika. Az oszcillációs mérések során a minta viszkózus és elasztikus tulajdonságairól is adatokat nyerünk. A mérések során kapott veszteségi modulus (G'') a minta viszkózus tulajdonságáról, míg a rugalmassági modulus (G') a minta elasztikus tulajdonságáról szolgáltat információt (Mezger, 2006).

Az oszcillációs reológiai méréseknél a mintát két különböző sebességgel mozgatott mérőelem közé helyezik, annak érdekében, hogy egy meghatározott deformációt hozzanak létre az anyagban (Juhász et al., 2011). Az egyik mérőelem általában áll, míg a másik adott sebességgel mozog. A mérőtest tengelyét sinusfüggvény szerint, adott frekvenciával és amplitúdóval mozgatjuk.

Az oszcillációs mérés technika két módszere az amplitúdó söprés módszere (amplitude sweep), és a frekvencia söprés (frequency sweep) módszere. Az amplitúdó söprés módszerénél a nyírófeszültséget mérjük állandó szögsebesség és növekvő kitérés mellett. Ezek alapján meghatározható a rugalmassági és veszteségi modulus értéke. A kapott értékeket a nyírófeszültség függvényében digramon kell ábrázolni. Az így kapott görbe lefutása az adott mintára jellemző. Az anyag viszkoelasztikus tulajdonsága kifejezhető a rugalmassági és veszteségi modulus egymáshoz való viszonyával is. A szilárd és gél szerű anyagok esetén a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa 1-nél kisebb érték, míg folyadékok esetén ez az érték 1-nél nagyobb (Juhász et al., 2011). A rugalmassági modulus és a veszteségi modulus pontjai által alkotott görbék metszéspontja a mintára jellemző folyáshatárnak tekinthető, ami után a minta már nem viszkoelasztikus szilárd anyagként, hanem viszkoelasztikus folyadékként viselkedik.

A frekvencia söprés módszerénél állandó kitérés és változó frekvencia mellett végezzük a méréseket (Juhász et al., 2011). Az értékeket ebben az esetben is diagramon kell ábrázolni, azonban az amplitúdó söprés módszerével szemben itt a frekvencia logaritmusának függvényében ábrázoljuk a rugalmassági és veszteségi modulus logaritmusát. Ennél a módszernél elsősorban a minta időfüggő viselkedéséről kapunk információkat. A nagy frekvenciánál mért értékek a minta rövidtávú viselkedéséről, míg a kis frekvenciánál mért értékek a hosszútávú viselkedéséről adnak információt. Az időfüggő viselkedés mellett a görbék lefutása a minta szerkezetére is utalhat.

3. Célkitűzés

Dolgozatomban célom, különböző állománykialakítókkal és almatörkölyel készült gyümölcskészítmények készítése és vizsgálata.

Kutatásom fő céljai:

- sűtésálló gyümölcstermékek előállítása szamóca-és sárgabarack gyümölcs alapanyagokból;
- az állomány kialakítása különböző állománykialakítókkal;
- sűtésálló pektin egy részének kiváltása szárított almatörköly porral;
- az elkészült zselék és dzsemek vizsgálata oszcillációs és állománymérő módszerekkel;
- a gyümölcstermékek sűtéspróbájának és érzékszervi vizsgálatainak elvégzése;
- a termékek tulajdonságváltozásainak vizsgálata 4 hónapos tárolás folyamán.

4. Anyag és módszer

4.1. A kísérletek helyszíne

A méréseket a Budapesti Corvinus Egyetem Konzervtechnológiai Tanszék laboratóriumában, a sütési tesztek pedig a hallgatói tanüzemében végeztem.

4.2. Felhasznált anyagok

kajszibarack velő - Sió Eckes Kft.

fagyasztott szamóca - kereskedelmi forgalomból

pektin - Pacific Óceán Kft.

szárított, őrölt (200 μ m) almatörköly- a Konzervtechnológiai Tanszék saját készítésű terméke

maltóz - Reanal Laborvegyszer Kft.

Fructozym Be enzim- Kertrade Kft.

fruktóz, glükóz, szacharóz, zselatin, citromsav, xantán, szentánoskenyér liszt- kereskedelmi forgalomból

4.2.1. A felhasznált anyagok előkészítése

A szamócazselék elkészítéséhez 3 kg fagyasztott szamócát használtam fel. A préseléses lényerés előtt a préselés megkönnyítése és a léhozam növelésének céljából enzim előkezelést (Fructozym Be) alkalmaztam. A felengedtetés után 80°C-ra melegítettem, majd az enzimműködéshez szükséges optimális hőmérséklet miatt 45°C-ra hűtöttem vissza a szamócát. Az enzim hatóideje 45 perc volt. A pektinbontás után pektin-tesztet végeztem (kémcsőben 6 ml minta+3 ml alkohol, összerázás). Pektindugó nem jelent meg, tehát a pektinbontás sikeres volt, így következett a préselés, melyet laboratóriumi kéziprés segítségével végeztem. A préselt lé derítéséhez kavasav szolt használtam, amelynek az adagolási mennyisége 500 μ l/1000 g. A préselés végeztével 2,5 l levet kaptam, ennek megfelelően 1250 μ l kavasav szolt, továbbá a fenolok megkötésére ötszörös mennyiségben elkevert 1,25 g Erbigelt adagoltam a termékhez. A kész szamócalé pH-ja 3,4, a refrakció %-a pedig 9,4 lett.

A sárgabarackos termékek elkészítéséhez fagyasztott sárgabarack velőt használtam, így a felengedtetésen kívül más előkészítő műveletet nem kellett alkalmaznom.

4.3. A gyümölcskészítmények elkészítése

A Herbstreith & Fox cég alapreceptúráját felhasználva alakítottam ki a saját receptúrámat. A felhasznált anyagokat és mennyiségeket az 1. számú táblázatban mutatom be.

1. táblázat Felhasznált anyagok és mennyiségük (1000 g-ra vonatkoztatva)

	Szamócazselék			Sárgabarack extradzsemek		
	P	PAT	X	P	PAT	ZS
gyümölcs velő [g]	-	-	-	504	473	485
derített, szűrt gyümölcslé [g]	465	445	464	-	-	-
fruktóz [g]	232,32	222,27	232,01	-	-	-
maltóz [g]	-	-	-	126,05	118,19	121,29
szacharóz [g]	58,08	55,57	58,00	63,02	78,79	60,64
glükóz [g]	232,32	222,27	232,01	294,11	275,78	283,00
pektin [g]	9,87 (1%)	4,72 (0,5%)	-	9,87 (1%)	4,73 (0,5%)	-
almatörköly [g]	-	47,23 (5%)	-	-	47,28 (5%)	-
zselatin [g]	-	-	-	-	-	47,50 (5%)
xantán [g]	-	-	9,86 (1%)	-	-	-
szentjánoskenyérmag-liszt [g]	-	-	0,49 (0,05%)	-	-	-
citromsav [g]	2,76	3,41	3,58	2,76	2,47	2,43

(rövidítések: P: pektin PAT: pektin és almatörköly X: xantán ZS: zselatin)

Az alkalmazott sütésálló pektin gélesedéséhez szükséges szárazanyagtartalom 60-61%, és a szükséges pH érték 3,0-3,1. A pektint tartalmazó mintákat, valamint annak érdekében, hogy az egyes minták érzékszervi jellemzői között ne legyen különbség, mindegyik termék szárazanyagtartalmát 60 és 61% közötti értékre, a pH értéket pedig 3,0 és 3,1 közötti értékre állítottam be.

4.4. Mérési módszerek

4.4.1. Oszcillációs viszkozimetria, amplitúdó söprés módszere

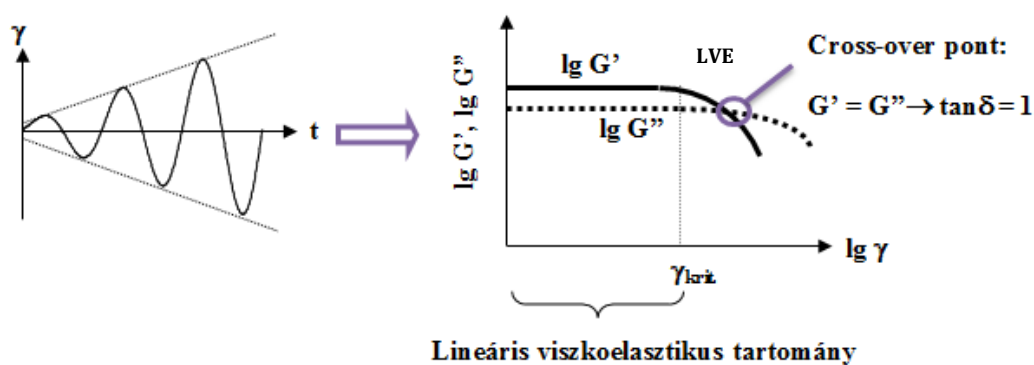
A gyümölcstermékek reológiai tulajdonságait amplitúdó söprés módszerével vizsgáltam. A méréseket Physica MCR51 rotációs viszkoziméterrel végeztem (3. ábra).



3. ábra Physica MCR51 viszkoziméter és lap-lap mérőrendszer

A mérések során állandó frekvencia (10 1/s) és hőmérséklet (+20°C) mellett, az amplitúdót változó kitérés mellett (szamóca esetében: 0,5-200%, sárgabarack esetében 0,5-60%) vizsgáltam. A méréseket lap-lap mérőrendszerrel végeztem: P-PTD200 mérőlap és PP50/S mérő fej. Minden mintával 5 mérősort készítem, majd a mérések eredményeit átlagoltam és diagramon ábrázoltam.

A minta nyugalmi állapotára a kezdeti rugalmassági modulus (G') és a kezdeti veszteségi modulus (G'') értékei alapján következtethetünk.



4. ábra Amplitúdó söprés reogramja (Mezger, 2006)

A deformáló erőt növelve a rugalmassági modulus értéke csökkenni kezd. Azt a pontot, ahol a kiindulási értékhez képest 5%-kal csökken az értéke, a lineáris viszkoelasztikus tartomány (LVE) végének nevezzük. Eddig a pontig az anyag nem szenved irreverzibilis

változást. A lineáris viszkoelasztikus tartomány terjedelméből a minta stabilitására lehet következtetni (4. ábra).

A deformáló erőt tovább növelve a G' és G'' értékek csökkenni kezdenek, majd egy ponton metszik egymást. A görbék metszéspontja (Cross-over point) egyfajta folyáshatárként is értelmezhető, mivel ettől a ponttól kezdve a minta viszkoelasztikus folyadékként viselkedik. Az egyenesek meredeksége a minta állományára utal; nagy meredekség esetén a minta úgymond törik, kis meredekség esetén pedig a minta könnyen kenhető, lágy.

A damping faktor a görbék egymáshoz való viszonyát mutatja meg, amely értékből a minta halmazállapotára lehet következtetni. Szilárd halmazállapot esetén, a görbék pontjai messze helyezkednek el egymástól, ekkor a damping factor értéke kicsi lesz. Ezzel szemben folyékony halmazállapot esetén a görbék pontjai közelebb helyezkednek el, ekkor a damping factor értéke nagy lesz.

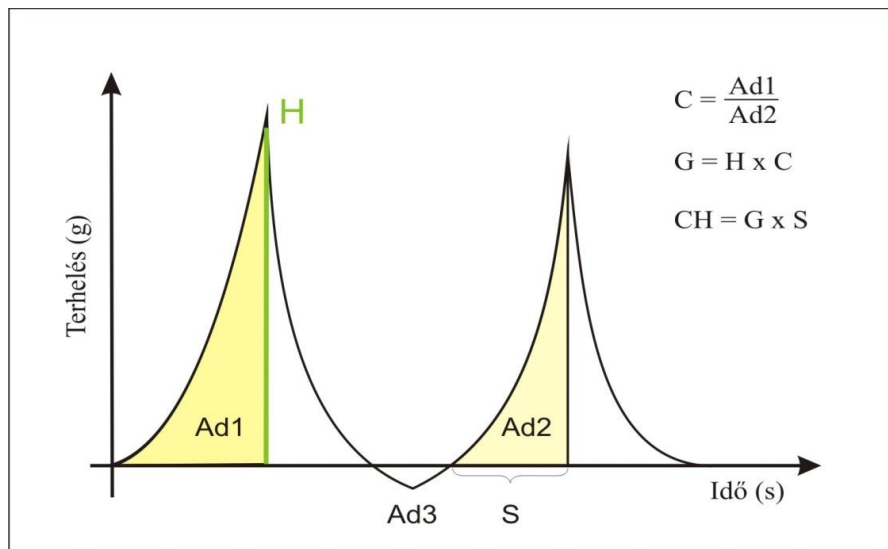
4.4.2. Állománymérés



A sütésálló zselék állományát LFRA 4500 Texture Analyser állománymérő műszerrel vizsgáltam (5. ábra), a mérési eredményeket pedig Texture Pro Lite programmal értékeltem ki. A mérés során a műszer a mintához illő próbatestet egyenletes sebességgel a mintába nyom, majd kiemel, miközben méri azt az erőt, amely a behatoláshoz, valamint a kiemelkedéshez szükséges. A mérési folyamat ismételhető, így az állománymérő műszer az emberi harapás és rágás mechanizmusát modellezve, objektív képet ad a folyamatról.

5. ábra LFRA 4500 Texture Analyser

A vizsgálat során a minták keménységét, gumisságát, rágósságát, rugalmasságát, továbbá az adhéziót és kohéziót elemeztem. Minden mintával, különböző pontokon 5 méréssorozatot végeztem, majd az eredményeket átlagoltam, és diagramokon ábrázoltam. A mérések alapján minden mintának felvettem az állományprofilját. Egy általános állományprofil, és az arról leolvasható paramétereket a 6. ábrán mutatom be.



6. ábra. Az állományprofilról leolvasható paraméterek

Az állományprofilokról az alábbi paramétereket határoztam meg:

- a keménységet (H), amely az első csúcs magassága, tehát az első terhelési ciklus maximális értéke;
- a kohéziót (C) ami a két csúcs görbe alatti területeinek aránya, és az alaktartósság mértékét fejezi ki;
- a kohézió és keménység szorzatát, a gumisságot (G);
- a rágósságot (CH), amely a termék felaprításához szükséges munkavégzéssel arányos;
- a rugalmasságot (S), ami arról ad információt, hogy a termék a rágás periódusaiban milyen mértékben nyeri vissza az alakját;
- valamint az adhéziót (Ad3), ami a mért minta és mérőfej közötti kölcsönhatás erősségét adja meg (Lásztity, Törley, 1987).

A mért adatok alapján objektíven értékelhetők a minták érzékszervi tulajdonságai.

4.4.3. Sütésállóság vizsgálata

A hagyományos lekvárfélékkel szemben, a sütésálló lekvárfélék a sütés során megőrzik alakjukat és formájukat. Ennek alátámasztására minden mérési hónapban sütési teszttel vizsgáltam a minták sütésállóságát.

Minden mintából adott átmérőjű (38 mm) és azonos rétegvastagságú kör alakot vágtam ki, és sütőpapírra helyeztem. Minden mintából 2 párhuzamos mérést végeztem. Laboratóriumi sütőben, légkeveréses funkcióval, 10 percig, 180°C-on sütöttem a mintákat. A sütés után megfigyeltem a minták állományát és vizsgáltam a terület mértékét. A terület után

a legnagyobb átmérőket vonalzóval megmértem, és átlagoltam az eredményeket. A terület vizsgálatával arra kerestem a választ, hogy a sütés hőmérsékletén mennyire stabil a minták állománya, valamint az idő előrehaladtával hogyan változik a terület mértéke.

4.4.4. Érzékszervi bírálat

Az objektív mérési módszerek mellett, a fogyasztók szubjektív véleményét is szerettem volna figyelembe venni a minták teljes értékeléséhez. Mivel elsősorban arra kerestem a választ, hogy az almatörkölyel készült termékeket mennyire fogadják el a vásárlók, ezért a kedveltség-vizsgálat módszerét választottam, amihez laikus bírálók segítségét kértem. A szamócazsélék minősítésében 18-an, a sárgabarackból készült termékek minősítésében pedig 12-en vettek részt.

A mintákat számkódokkal láttam el. A minősítésben résztvevő bírálók a termékek egyes tulajdonságait 0-10-ig terjedően potozhatták. A bírálat során a termékek színének, illatának, ízének és állományának tulajdonságait véleményezhették. Az így kapott eredményeket diagramon ábrázoltam.

4.4.5. Statisztikai értékelés

Az oszcillációs mérési eredmények statisztikai értékelését Microsoft Excel 2013 segítségével végeztem el. Az adott hónap, különböző állománykialakítókkal készített mintáit varianciaanalízissel hasonlítottam össze. Az eredmények alapján következtetni lehet, hogy van-e szignifikáns különbség ugyanabban az időpillanatban a minták között.

Kétmintás t-próbával a kiindulási minták paramétereit hasonlítottam össze a 4. havi eredményekkel, és szintén vizsgáltam, hogy van-e szignifikáns különbség az eredmények között.

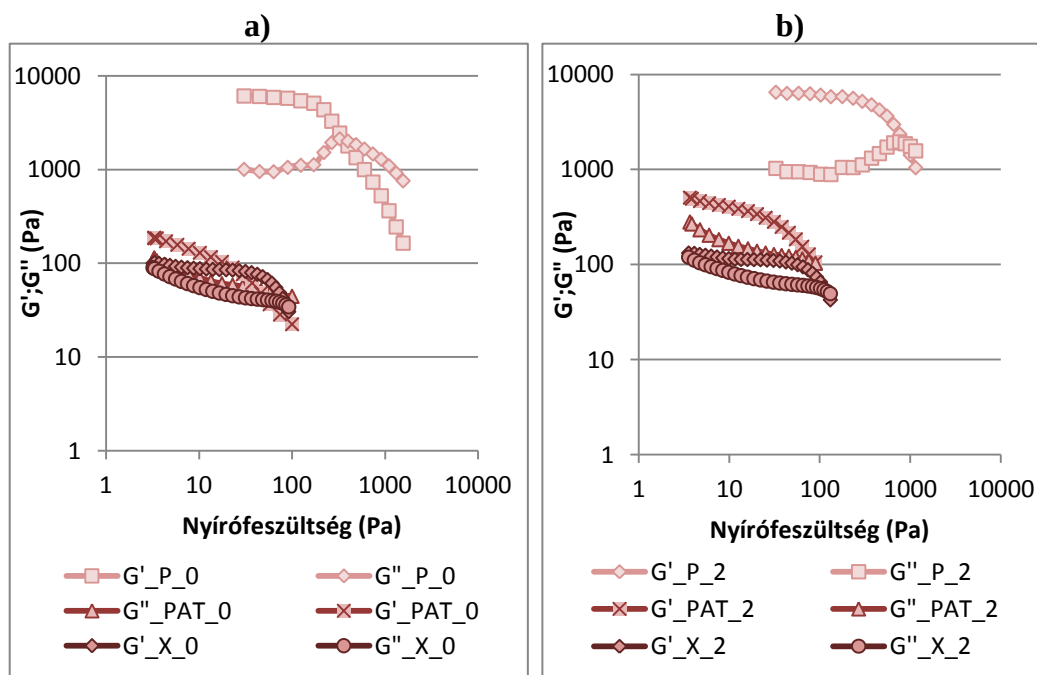
5. Eredmények és értékelés

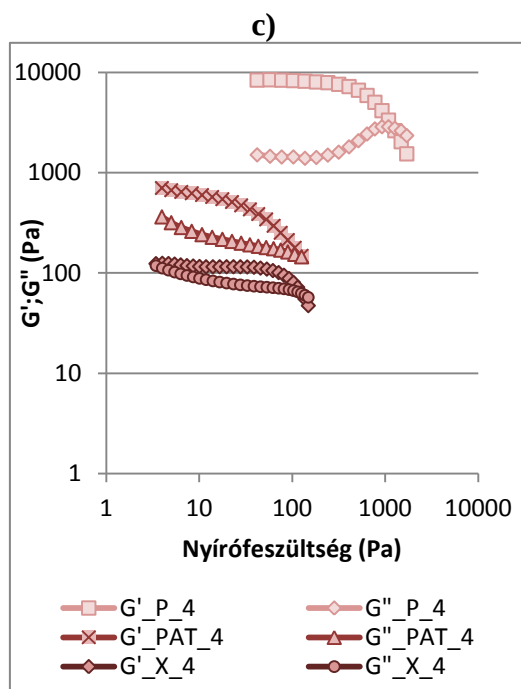
5.1. Reológiai eredmények

A minták reológiai tulajdonságait oszcillációs technikával, amplitúdó söprés módszerével vizsgáltam. Minden mérési hónapban, minden mintával 5 méréssorozatot végeztem. Ezzel a módszerrel azt vizsgáltam, hogy a különböző állománykialakítók, valamint a tárolási idő milyen mértékben befolyásolja a minták reológiai tulajdonságait.

Szamócazselék értékelése

A kezdeti rugalmassági (G_0') és kezdeti veszteségi (G_0'') modulus, a görbék kezdeti szakaszaiban olvashatók le, és a minta nyugalmi állapotának halmazállapotára lehet belőle következtetni. Minél nagyobbak ezek az értékek, a minták annál stabilabbnak tekinthetők. A számócazselék reogramjai a 9. ábrán láthatóak. A 0. hónapban (kiinduláskor) a minták G_0' értékei, valamint a G_0'' között szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$). A három minta közül a pektinnel készített értékei nagyságrenddel nagyobbak, mint a másik két mintáé, ebből arra lehet következtetni, hogy a 0. hónapban a pektines minta állománya volt a legstabilabb. A diagramról leolvasható továbbá, hogy a pektines minta deformálásához lényegesen nagyobb nyírófeszültségre volt szükség, mint a másik két mintához (7. ábra).





7. ábra Különböző állománykialakítókval készült számócazselék reogramjai a 0.(a ábra), 2. (b ábra), 4. (c ábra) hónapban

A G' és G'' kiindulási értékeiből következtetni lehet a minta halmazállapotára. Ha a $G' > G''$ akkor a minta a zselékre, lekvárookra jellemző fél-szilárd halmazállapotú, tehát a minta elasztikus tulajdonságai jobban érvényesülnek a viszkózus tulajdonságoknál. Ha a $G' < G''$ akkor a minta viszkózus tulajdonságai lesznek a meghatározóbbak, tehát folyékony halmazállapotú lesz. A reogramon jól látszik, hogy a P és PAT jelű mintánál a G'_0 értéke a nagyobb, tehát mind a két minta szilárd halmazállapotú. A xantános mintánál is nagyobb a rugalmassági modulus értéke (100,18 Pa) a veszteségi modulusénál (90,04 Pa), azonban az értékek nagyon közel helyezkednek el egymáshoz, ami arra enged következtetni, hogy a minta szilárdsága kicsi.

A G' és G'' görbe arányát és egymáshoz való viszonyát a damping factor fejezi ki. A gyakorlatban ebből a viszonyozásból is a minta halmazállapotára lehet következtetni. Ha a két görbe pontjai messze helyezkednek el egymástól, akkor a viszonyozás értéke kicsi lesz, amiből arra lehet következtetni, hogy a minta szilárd halmazállapotú. Ha a pontok közel helyezkednek el, a damping factor értéke nagy lesz, ami azt jelenti, hogy a minta folyékony halmazállapotú. A 7. ábrán jól látszik, hogy a 0. hónapban a három minta közül, azonos terhelés mellett, a pektines minta volt a legszilárdabb (P:0,17, PAT:0,63, X:0,90).

A deformációs erő növelésével a G' értékek csökkenni kezdenek. Azt a pontot, ahol a G' értéke 5%-kal csökken a lineáris viszkoelasztikus tartomány (LVE) végének nevezzük.

Eddig a pontig a terhelés hatására a minta nem szenved reverzibilis változást, a deformáló erőt növelve azonban már irreverzibilis változás következik be. A gyakorlatban az LVE értékek meghatározása a minták stabilitásának megállapításához szükségesek. A legnagyobb LVE értékkel a pektines minta (109,3 Pa), a legkisebbel a PAT minta (4,87 Pa) rendelkezett. A minták LVE értékei között szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$), tehát az állománykialakító típusa befolyásolta a minták stabilitását.

A deformáló erőt növelve a G' és G'' értékei tovább csökkennek, majd egy ponton (Cross-over point) a két görbe metszi egymást, amely pont a minta folyáshatáraként (M) értelmezhető. Ez után a pont után a minta már nem viszkoelasztikus szilárd anyagként viselkedik, hanem viszkoelasztikus folyadékként. Minél nagyobb az M értéke, annál nagyobb erő szükséges a minta „elfolyósításához”, tehát minél nagyobb ez az érték, annál nagyobb a minta stabilitása. A minták M értékei között, a varianciaanalízis alapján a 0. hónapban, szignifikáns különbség adódott ($p < 0,05$).

A 0. hónapban a legkeményebb és legstabilabb, tehát a sütésre legalkalmasabb, egyértelműen a pektinnel készített minta volt.

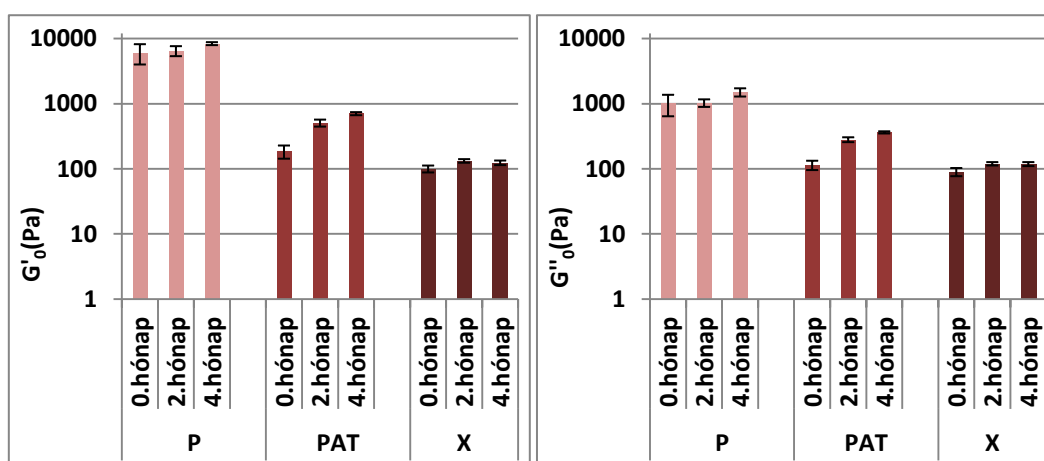
A 0. hónaphoz hasonlítva a 2. hónapban a P és PAT minta reogramjának lefutásában jelentős különbségek tapasztalhatók. A xantánnal készített minta reogramja ezzel szemben nem mutat jelentős különbséget. A legkeményebb, és legstabilabb minta továbbra is a pektinnel készült minta. A kezdeti G' értékei nőttek (6520 Pa), tehát a minta szilárdabb, elasztikusabb lett.

A legnagyobb változás a PAT mintánál figyelhető meg. Mivel a damping factor értéke csökkent (0,56 Pa) valamint a G' és G'' közötti különbség nőtt, arra következtethetünk, hogy a minta keményedett. A minta G_0' (508 Pa) és G_0'' (132,6 Pa) értéke, valamint az LVE értéke (7,44 Pa) szintén nőtt, ami alapján megállapítható, hogy nőtt a stabilitása. A PAT minta cross-over point értéke a mérési tartományon kívül esett, így az értékét nem tudtam leolvasni. Az adott minták paraméterei között, a 0. hónaphoz hasonlóan, továbbra is szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$).

Az utolsó mérési hónapban az előző hónapokhoz hasonlóan a xantán reogramjának lefutásában nem tapasztalható számottevő különbség. A tárolás után a pektines minta stabilitása (LVE: 178,4 Pa) és keménysége tovább nőtt, tehát elmondható, hogy a 3 számocaszelé közül ez rendelkezett a legnagyobb mechanikai stabilitással, amiből arra lehet következtetni, hogy töltelékként jól használható. A tárolás hatására az almatörkölyt tartalmazó minta keményedett és a stabilitása is nőtt (LVE: 10,33 Pa). Az előző hónapokhoz hasonlóan, a mérések végén továbbra is szignifikáns különbség volt a minták paraméterei között ($p < 0,05$).

Szamócazselék reológiai tulajdonságának vizsgálata az idő függvényében

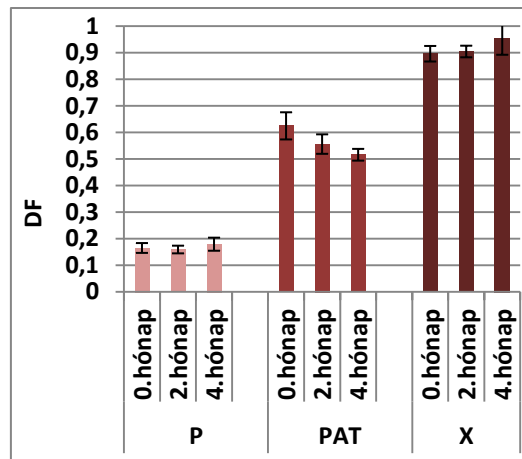
A minták egymáshoz való viszonyítása mellett, vizsgáltam az egyes minták rugalmassági és veszteségi modulusának változását az idő függvényében. A minták időbeni változását, és a leolvasott paramétereket, a jobb érthetőség miatt, oszlopdiagramon való ábrázolással mutatom be. Nyugalmi állapotban a G_0' értékkel a minták szilárdsága jellemezhető. Az X és PAT mintáknál csak kismértékű szilárdság növekedés figyelhető meg (8. ábra).



8. ábra Szamócazselék G_0' és G_0'' értékeinek változása a tárolás során

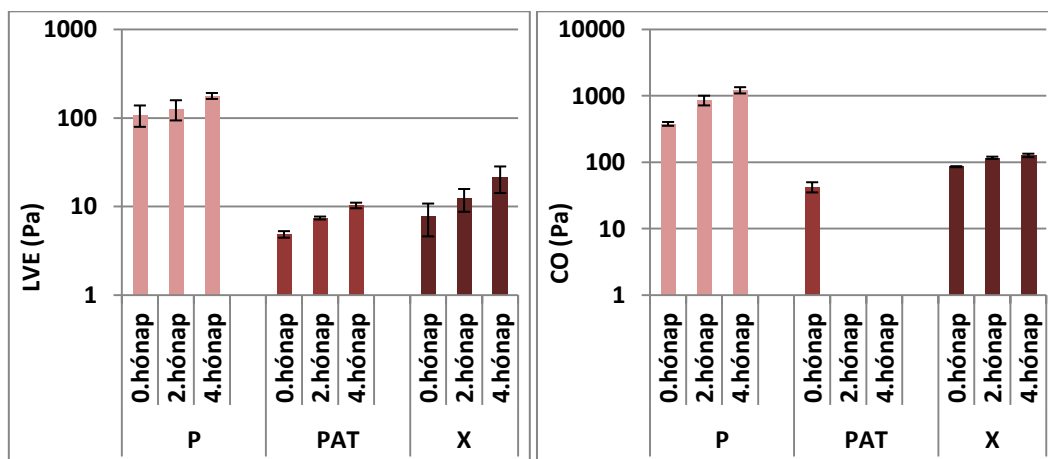
A PAT, tehát az almatörkölyt is tartalmazó minta állománya, a kiindulási állományhoz képest (185,8 Pa) jelentősen megszilárdult (705 Pa), értékei között a kétmintás t-próba alapján szignifikáns különbség van ($p < 0,05$). A P és X mintáknál itt sem tapasztaló jelentős változás, eredményeik között nincs szignifikáns különbség (P minta: $p = 0,16$ X minta: $p = 0,08$). A G_0'' értékek a nyugalmi állapotban lévő minták viszkózusságát mutatják meg. A PAT minta G_0'' értéke itt is nagymértékben változott (114,52 Pa-ról, 363,2 Pa-ra), értékei között szignifikáns különbség adódott. A minta tehát viszkózusabbá vált.

A damping factor értékéből a minta halmazállapotára lehet következtetni. Minél kisebb a DF értéke, a minta annál szilárdabb. Jól látszik, hogy a 3 minta közül a pektines (0,18) volt a legszilárdabb, a tárolás azonban nem változtatott a keménységén (9. ábra). Ezzel szemben a PAT minta DF értéke 0,63 Pa-ról 0,52 Pa-ra csökkent, tehát szilárdult.



9. ábra Damping factor változása az egyes mintáknál a tárolás hatására

Az LVE értékből következtetni lehet, hogy a minták mennyire ellenállóak a deformációval szemben. Mind a 3 mintánál megfigyelhető, hogy az idő előrehaladtával, az LVE értékek nőttek, tehát egyre ellenállóbbak lettek a deformációval szemben (10. ábra). Mind a három minta 0. és 4. hónapi LVE eredményei között szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$).



10. ábra LVE tartomány és a Cross-over point értékének változása a tárolás alatt

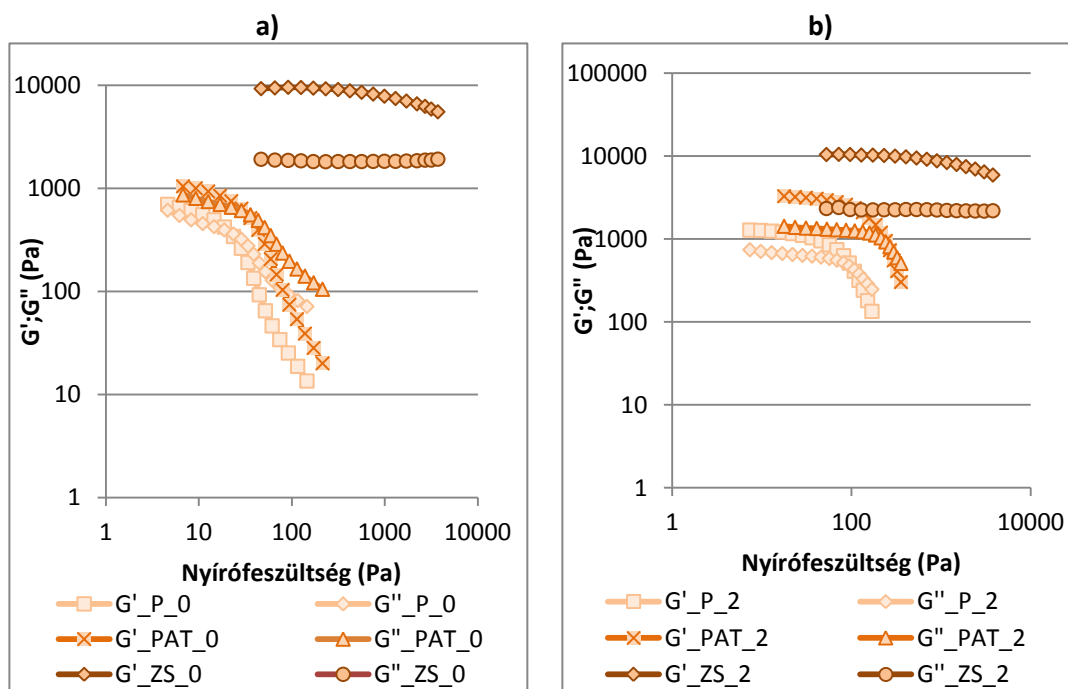
A G' és G'' görbék metszéspontja, a cross-over point vizsgálatával választ kapunk arra a kérdésre, hogy mekkora nyírófeszültség szükséges a minta elfolyósításához. A P minta cross-over point értéke 380 Pa-ról 1223 Pa-ra, míg az X minta cross-over point értéke 86 Pa-ról 127 Pa-ra nőtt, tehát a 4 hónap elteltével, nagyobb nyírófeszültségre volt szükség az elfolyósításukhoz (10. ábra). A 0. és 4. hónapi eredmények között szignifikáns különbség volt. Az almatörkölyllyel készített minta cross-over point értéke a mérési határon kívül esett, így ezt nem tudtam leolvasni.

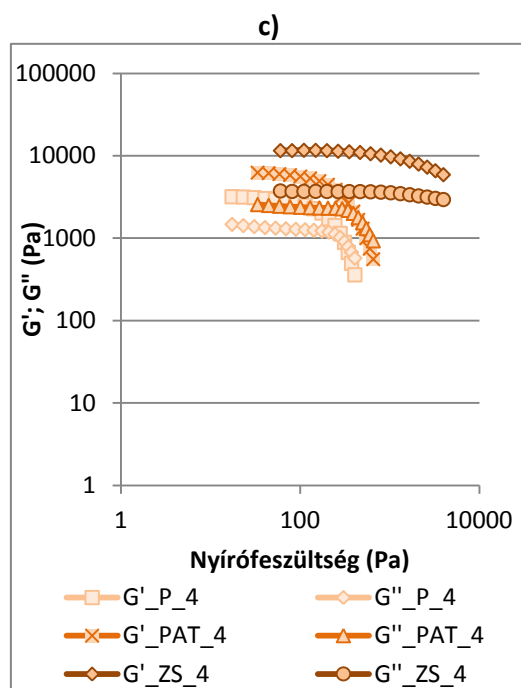
Sárgabarack extradzssemek értékelése

A P és PAT sárgabarack extradzssem görbéi hasonló lefutásúak, ezekhez viszonyítva a zselatinnal készült minta lefutása nagyon eltérő (13. ábra).

A görbék G_0' és G_0'' értékekből leolvasható, hogy nyugalmi állapotban a három minta közül, a zselatinnal készített minta a mechanikai hatásokkal szemben lényegesen stabilabb a másik két mintához képest. A minták 0. havi G_0' értékei között, valamint a G_0'' értékei között is szignifikáns különbség adódott ($p < 0,05$). Mivel az almatörkölyt tartalmazó PAT minta G_0' értéke (1047 Pa) nagyobb volt a pektines mintához képest (700 Pa), ezért a mérések alapján is elmondható, hogy már a 0. hónapban is keményebb volt az állománya. Ebből arra lehet következtetni, hogy a természetes állománykialakítóként adagolt almatörköly segített a dzsemekre jellemző állomány kialakításában.

Mind a három mintánál megfigyelhető, hogy a G_0' rugalmassági modulus értékei magasabbak a G_0'' veszteségi modulus értékeinél, ezért a minták fél-szilárd halmazállapotúak. A pektinnel készített minta G_0' (700 Pa) és G_0'' (614 Pa) értékei közeli értékek, ezért ebből az eredményből is észrevehető, hogy a minta nem szilárdult meg kellően.





11. ábra Különböző állománykialakítókkal készült sárgabarack extradzsemek reogramjai a 0. (a ábra), 2. (b ábra), és 4. (c ábra) hónapban

A G' és G'' görbék viszonyát kifejező damping factor szintén a minta halmazállapotára utal. A zselatin a másik két mintánál már az elkészítés után is lényegesen keményebb volt ($P: 0,88$, $PAT: 0,82$, $ZS: 0,21$).

A legkisebb nyírófeszültség hatására a pektines minta kezdett el folyósodni, az LVE tartomány végét tehát ez a minta érte el leghamarabb. A PAT minta LVE értéke nagyobb ($16,48$ Pa), tehát a deformációs erő hatásának jobban ellenáll, mint a pektines minta ($10,78$ Pa). Az értékek között szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$).

A P és PAT minta G' és G'' görbéinek metszéspontjai viszonylag közel helyezkedik el egymáshoz ($P: 2,1391$ Pa, $PAT: 3,152$ Pa) ezért elmondható, hogy közel azonos nyírófeszültség hatására kezdtek elfolyósodni. Az értékek szignifikánsan különböztek a varianciaanalízis alapján ($p < 0,05$). A zselatinos minta szerkezetének köszönhetően terhelés hatására sem kezd el folyósodni, ezért a görbéknek nincs metszéspontja. Ez a minta stabilitására és keménységére utal.

A legkeményebb, legstabilabb minta az elkészítés után a zselatinos lett. A hasonló tulajdonságokkal bíró P és PAT mintákról elmondható, hogy a természetes állománykialakítóként felhasznált almatörköly már a 0. hónapban is pozitív hatással volt a termék állományára.

A 2. hónapban a 0. hónaphoz viszonyítva jelentős változások figyelhetők meg a görbék lefutásában (11. ábra). Legkisebb változás a zselatinos minta reogramján látható. A P minta G_0' (1278 Pa) és G_0'' (739 Pa) értékei és a PAT minta is G_0' (3272 Pa) és G_0'' (1422 Pa) értékei növekedtek, tehát már a nyugalmi állapotukban is szilárdabbak lettek. Ezeknél a mintáknál LVE értékek is növekedtek a 0. hónaphoz képest (P:19,44 Pa, PAT:48 Pa). A PAT minta LVE értékei majdnem háromszorosára, míg a P minta értékei kétszeresére növekedtek, tehát nagymértékben nőtt a szilárdságuk. Mind a két mintánál nőtt a folyáshatár értéke is (P: 94,79 Pa, PAT: 247,56 Pa), tehát a 0. hónaphoz képest nagyobb nyírófeszültség kellett az elfolyósításukhoz. A minták között továbbra is szignifikáns különbség volt.

A damping factor értékeit vizsgálva továbbra is a zselatinos minta a legszilárdabb (0,23), azonban némi növekedés figyelhető meg az értékeinél, ami arra utal, hogy a minta puhulni kezdett. A PAT jelű sárgabarack extradzsem DF értéke (0,43) nagyobb mértékben változott, mint a P jelű mintáé (0,58), tehát az almatörkölyt tartalmazó minta nagyobb mértékben szilárdult, mint a csak pektint tartalmazó minta.

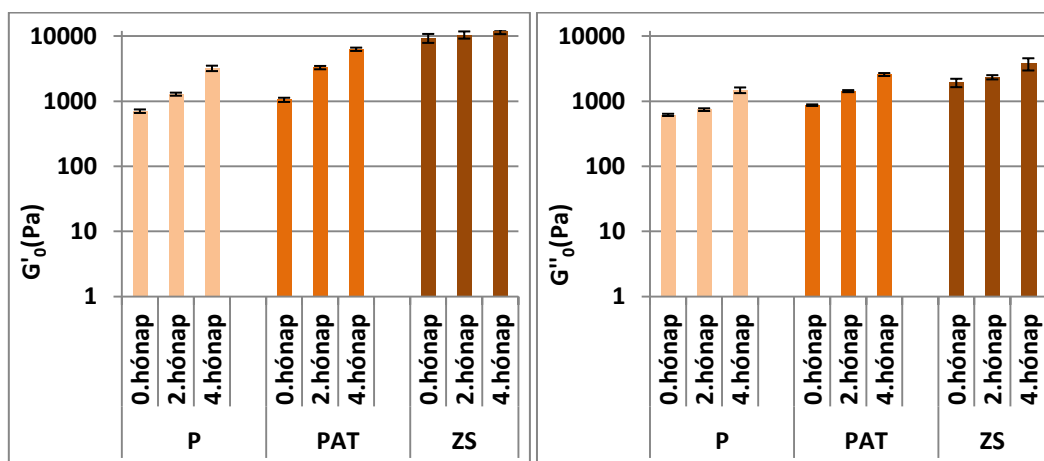
A 4. hónap reogramjait vizsgálva megállapítható, hogy a lefutásuk továbbra is eltérő, de a görbék értékei közel kerültek egymáshoz, tehát a kiindulási állapothoz képest az állományuk közötti különbségek némileg csökkentek. A P és PAT minta reogramjai hasonló lefutásúak, azonban látható, hogy az almatörkölyt tartalmazó minta kedvezőbb állományt ért el a tárolás alatt. A mérési eredmények is alátámasztják, hogy a pektines mintához képest szilárdabb, valamint stabilabb lett. A G_0' és G_0'' értékei közötti különbség nagyobb, tehát nyugalmi állapotban is szilárdabb lett a minta, az LVE tartomány végét nagyobb nyírófeszültség hatására éri el (89,24 Pa), tehát az erőhatásokkal szemben ellenállóbb lett. A damping factor értéke valamelyest csökkent (0,41), ami alapján szintén elmondható, hogy a minta szilárdult. A mérések végén továbbra is szignifikáns különbség volt a minták között.

Sárgabarack extradzsemek reológiai tulajdonságának vizsgálata az idő függvényében

Ideális esetben a dzsemek és zselék reológiai tulajdonságaira a következők jellemzők: $G_0' > G_0''$, a G_0' és G_0'' között lévő különbség nagy, a damping factor értéke 0-hoz közelít, az LVE tartomány végét nagy nyírófeszültség hatására éri el, a görbék nagy nyírófeszültség hatására érik el a metszéspontjukat. Megállapítható, hogy tárolás hatására a P és PAT mintánál is ezek az értékek váltak jellemzővé. A két minta közül a PAT minta ment át nagyobb változáson, tehát bebizonyosodott, hogy az almatörköly sikeresen használható természetes állománykialakítóként.

A minták időbeni változását, és a leolvasott paramétereket a számócazselékhez hasonlóan oszlopdiagramokon mutatom be.

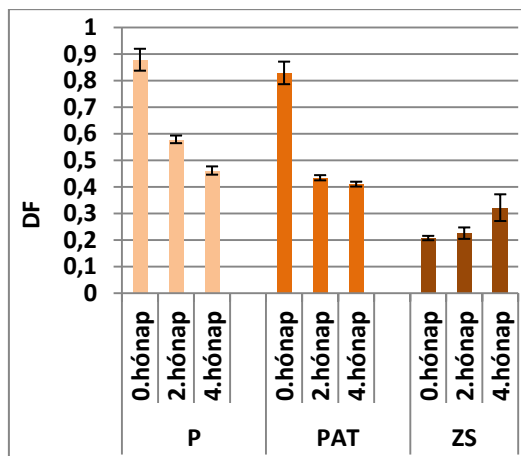
A zselatinnal készített minta tulajdonságai nem változtak jelentős mértékben a tárolás hatására, azonban némi puhulás megfigyelhető volt az eredmények alapján.



12. ábra Sárgabarack extradzssemek G'_0 és G''_0 értékeinek változása a tárolás során

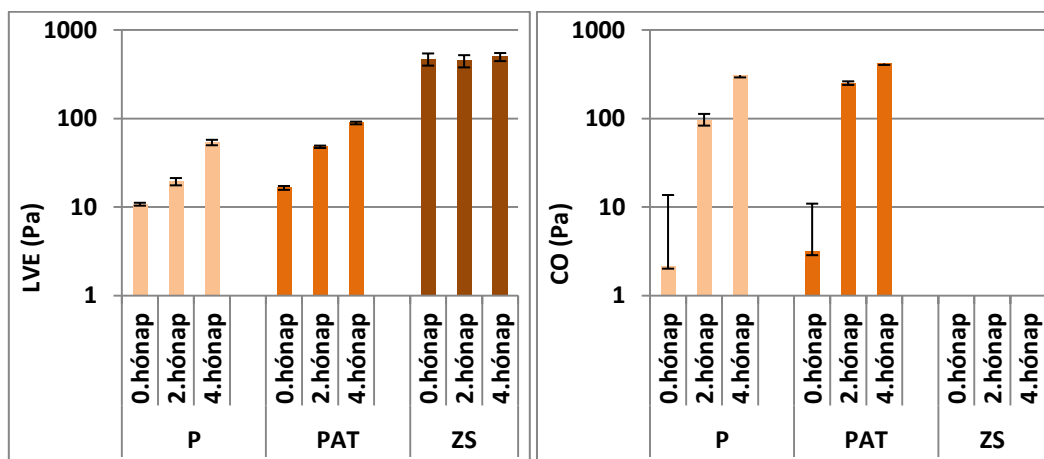
Mind a 3 mintának nőttek a G'_0 és G''_0 értékei (12. ábra). A tárolás alatt a P minta G'_0 értékei 700 Pa-ról 3192 Pa-ra nőttek, tehát a minta keményedett. A legnagyobb mértékben a PAT minta viszkozitása nőtt: a G'_0 értékei 865 Pa-ról 2562 Pa-ra nőttek. Vagyis a P minta keményebb, míg a PAT minta kenhetőbb lett a kiindulási állapothoz képest. A kétmintás t-próbát elvégezve a kiindulási értékekhez viszonyítva a 4. havi eredményeket, szignifikáns különbség adódott az értékek között ($p < 0,05$).

A damping factor vizsgálatával (13. ábra) megállapítható, hogy a pektint tartalmazó minta szilárdult meg a legjobban a 4 hónapos tárolás alatt, azonban a PAT jelű pektint és almatörkölyt tartalmazó sárgabarack extradzssem is jelentősen megkeményedett a kezdeti állományhoz képest. Ezzel szemben a ZS minta DF értéke 0,21-ről 0,32-re nőtt, tehát az állománya puhább, folyósabb lett a tárolás hatására.



13. ábra Damping factor változása az egyes sárgabarack mintáknál a tárolás hatására

A P és PAT minta LVE értékei is nőttek, tehát nagyobb erőhatás hatására szenvedtek irreverzibilis változást (14. ábra). A zselatinos minta értékei között nem volt szignifikáns különbség ($p=0,22$). A gyakorlatban ez a tulajdonság leginkább a szállítás szempontjából jelentős. Egyértelműen az az előnyös, ha a termék állománya csak nagy erőhatás hatására változik meg.



14. ábra LVE tartomány és Cross-over point értékének változása a tárolás alatt

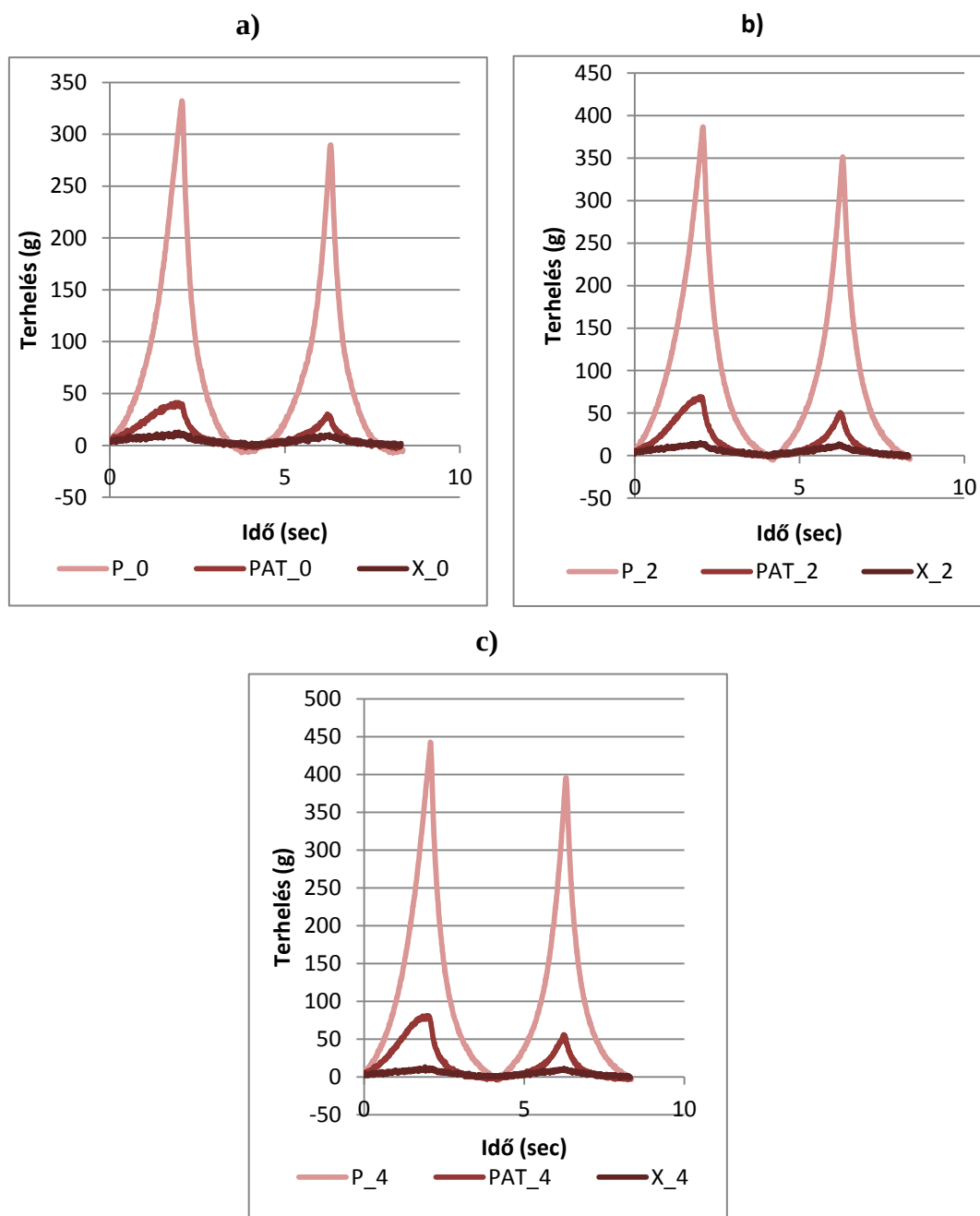
A cross-over point vizsgálatával megállapítható, hogy mekkora nyírófeszültség szükséges a minták elfolyósításához. A tárolás alatt a cross-over point értéke a P mintánál 2,14 Pa-ról 309 Pa-ra, míg a PAT mintánál 3,15 Pa-ról 419 Pa-ra nőtt (14. ábra). Mind a két mintánál a kiindulási és a 4. hónapos eredmények között, szignifikáns különbség volt. A mérés során alkalmazott maximális nyírófeszültség a zselatinos minta elfolyósításához nem volt elegendő.

5.2. A gyümölcstermékek állomány jellemzőinek értékelése

Az állománymérő műszer a mérés során az emberi harapás mechanizmusának egy ciklusát modellezi, így a vizsgálat során objektív képet kaptam a termékek érzékszervi tulajdonságairól. A mérések során felvettem az egyes termékek állományprofilját, majd ezek alapján értékeltem a keménységet, kohéziót, gumisságot, rágósságot, adhéziót és rugalmasságot.

Szamócazselék értékelése

A szamócazselék 0., 2., és 4. hónapban mért összesített állományprofilját a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra Különböző állománykialakítókkal készített szamócazselék állományprofiljai a 0. (a ábra), 2. (b ábra) és 4. (c ábra) hónapban

Legnagyobb különbség a maximális terhelés értékénél látható, amely a minta keménységéről ad információt. A nagyobb keménységű termékről elmondható, hogy jobb minőségű sütőlekvárt eredményez.

A PAT minta keménysége (45 g) az X minta keménységénél (15 g) ugyan nagyobb, de nem közelíti meg a pektines minta keménységét (333 g). A xantánnal készített zselé állományprofilja lapítottabb a másik két mintáénál, amely kis keménységre és kis adhézióra utal, tehát elmondható, hogy sütésálló zselének ebben az állapotban még nem ideális.

A továbbiakban az állományprofilokról leolvasható, és a szoftver segítségével kiértékelt tulajdonságok változását mutatom be.

Keményység változása: Az állományprofilról leolvasható első csúcs magassága –tehát az első terhelési ciklus maximális értéke – a minta keménységét adja meg.

Általánosságban elmondható, hogy a keményebb zselé jobb minőségű sütésálló terméket eredményez. A PAT minta keménysége 45 g-ról 84 g-ra, míg az X minta keménysége 15 g-ról 25 g-ra nőtt, a pektinnel készített minta keménysége azonban még így is többszöröse a másik két minta keménységének (383 g). Ezek alapján elmondható, hogy a vizsgált minták közül pektinnel készített lenne a legmegfelelőbb a felhasználási célra. Ezek alapján arra következtetnek, hogy a PAT mintánál a pektintartalom csökkentése kedvezőtlenül hatott a minta keménységére.

Kohézió változása: A kohézió az alaktartósság mértékét, a profilon látható két csúcs görbe alatti területeinek arányát fejezi ki. Ha a két csúcs megegyezik, a kohézió maximális értéke 1 lehet. Elmondható, hogy a sütésálló termékek minősége annál jobb, minél nagyobb a kohéziójuk. Ebből a szempontból, mivel a PAT mintának a legkisebb a kohéziója (0,37), ez a legkevésbé megfelelő. Mindegyik mintánál megfigyelhető, hogy a kezdeti kohézió növekedés után az értékek csökkenni kezdtek.

Adhézió változása: Az adhézió a mérőfej és a mért minta közötti kölcsönhatás erősségét adja meg, segítségével modellezni lehet a minták szájhoz, fogakhoz, szájpadráshoz való tapadását. Nagy adhézió értékeknél a minta „tapadósabb” lesz, amely előnyös a sütésálló zseléknél.

A tárolás hatására a pektinnel készített minta adhéziója jelentősen lecsökkent a tárolás alatt (3,47 gs-ról 0,66 gs-ra), ami kedvezőtlen a késztermék szempontjából. Pozitív hatással volt az almatörkölyt tartalmazó minta adhéziójára, mivel majdnem a duplájára nőtt az értéke (0,55 gs-ról 1,07 gs-ra). A tárolás végén a legnagyobb adhéziós értékkel a PAT minta rendelkezett.

Gumisság változása: A gumisság a keménység és kohézió szorzataként kapható meg, ennek megfelelően a leggumisabbnak a pektines minta adódott (217 g), míg a legkevésbé gumis termék a xantánnal készült számócazselé (7 g) lett.

Rugalmasság változása: A rugalmasság értéke arról szolgáltat információt, hogy a termék a rágás különböző periódusaiban milyen mértékben nyeri vissza az eredeti alakját.

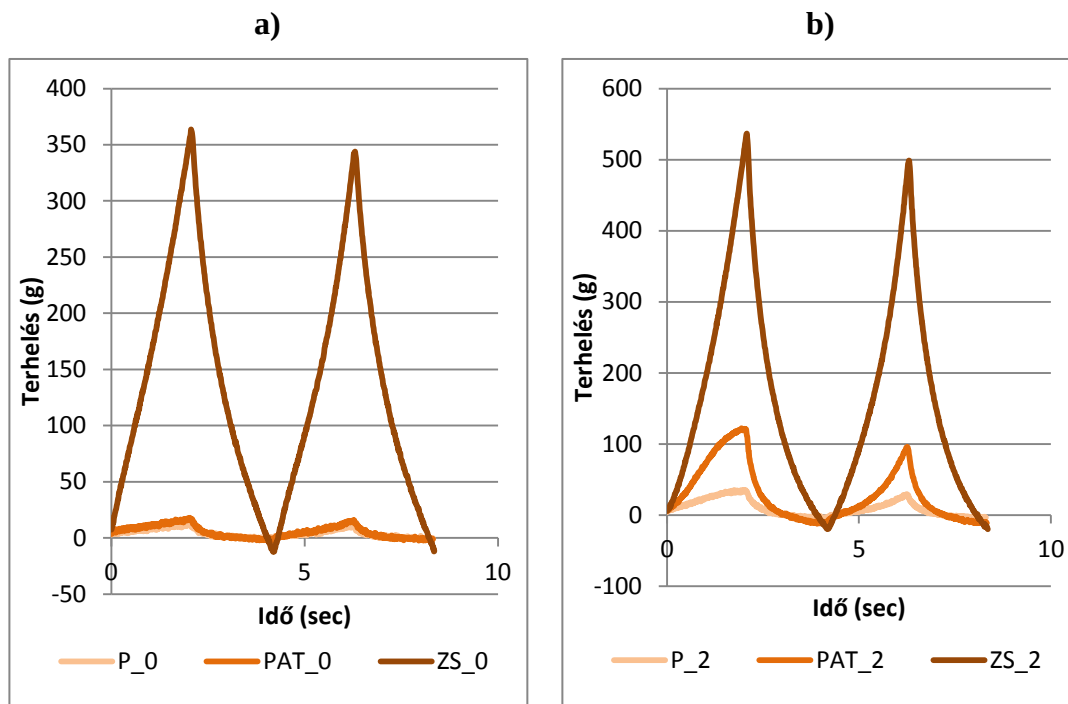
A P és PAT minta rugalmassága nem mutatott nagy különbségeket a 4 hónap alatt, ezzel szemben a xantánnal készült minta rugalmassága több, mint a kétszeresére nőtt (0,81 mm-ről 2,1 mm-re).

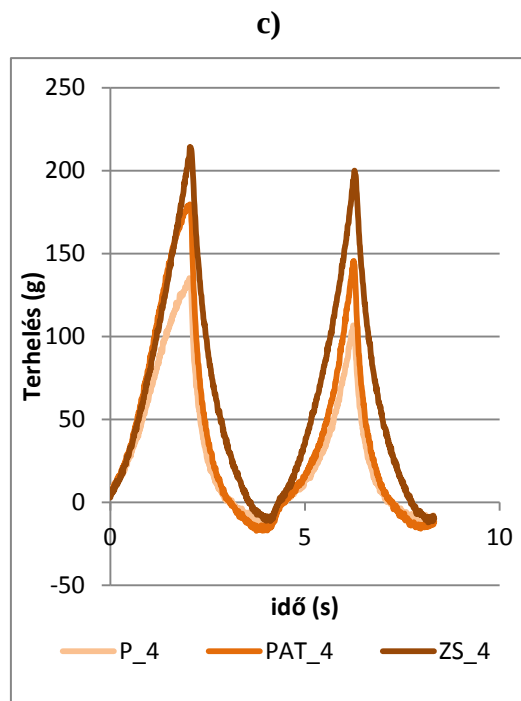
Rágósság változása: Rágósság alatt a termék felaprításához szükséges munkát értjük. A görbék csúcsai alatti területek azzal a munkával arányosak, melyek a rágás szakaszaiban a termék felaprításához szükségesek. A pektinnel készített minta aprításához, rágásához majdnem tízszer akkora erő szükséges (924 g), mint a másik két minta rágásához (PAT: 62 g, X: 26 g).

A számócazselék állományváltozásait szemléltető diagramokat az I. melléklet tartalmazza.

Sárgabarack extradzsemek értékelése

A sárgabarack extradzsemek összesített állományprofilját a 16. ábra mutatja be.





16. ábra Különböző állománykialakítókkal készített sárgabarack extradzssemek állományprofiljai a 0.(a ábra), 2.(b ábra), és 4.(c ábra) hónapban

A számócazselékhez képest a dzsemeknél sokkal nagyobb változások figyelhetők meg a tárolás hatására. A zselatinos mintánál a sütésálló lekvárookra jellemző pozitív tulajdonságok csökkentek, és kezdtek eltűnni, míg ezek a tulajdonságok a PAT és P mintánál egyértelmű javulást mutattak.

A továbbiakban, a számócazselékhez hasonlóan, az állományprofilokról leolvasható, és a szoftver segítségével kiértékelt tulajdonságok változását mutatom be.

Keményység változása: A minták elkészítése után kiemelkedően magasabb volt a zselatinos minta keménysége (364 g), a 4. hónap végére azonban megfigyelhető, hogy a kezdeti növekedés után (537 g), lényeges puhulás történt (215 g). Ezzel szemben a P és PAT minta folyamatos keményedés után, a 4. hónap végére megközelítette a zselatinos minta keménységét (P:140g, PAT:183 g). A számócás termékekkel ellentétben, itt az almatörkölyt tartalmazó minta keményebbnek adódott a pektinesnél.

Kohézió változása: A zselatinos minta kohézió értéke adódott a legnagyobbaknak, tehát a 3 minta közül ennek a legjobb az alaktartása. Tárolás hatására némileg csökkent az értéke (0,82-ről 0,78-ra), de jelentős változás nem történt. A P és PAT minta kohéziója az elkészítés után 0,6 körüli érték volt, majd hasonlóan a számócazselékhez, a növekedés után, az értékük csökkenni kezdett.

Adhézió változása: A kiindulási értékekhez viszonyítva jelentős növekedés figyelhető meg a minták adhézió értékeinél, tehát a tárolás jó hatással volt a mintákra. Legnagyobb növekedés a PAT mintánál jelentkezett (0,15 gs-ról 13gs-ra).

Gumisság változása: Mivel a gumisság arányosan változik a kohézió és keménység értékével, ezért a zselatinos mintánál a gumisság értékében is megfigyelhető a kezdeti növekedés utáni gyors értécsökkenés. A másik két mintánál, hasonlóan a keménység változásához, itt is megfigyelhető a növekedés. Sütésálló lekvároknál mindenképpen előnyös a gumisság növekedés.

Rugalmasság változása: A zselatinos minta veszített a rugalmasságából, míg a P és PAT minta rugalmassága a tárolás alatt növekedett. Hasonlóan a gumissághoz, a rugalmasságnövekedés is előnyös a sütésálló termékeknél.

Rágósság változása: A 0. hónapban jelentős különbségek voltak a minták rágósságában. A tárolás hatására a zselatinos minta veszített a rágósságából, míg a másik két minta a kiindulási állapotukhoz képest növekedést mutattak. A tárolás végére azonban továbbra is a zselatinos minta volt a legrágósabb.

A sárgabarack extradzsemek állományváltozásait szemléltető diagramokat a II. melléklet tartalmazza.

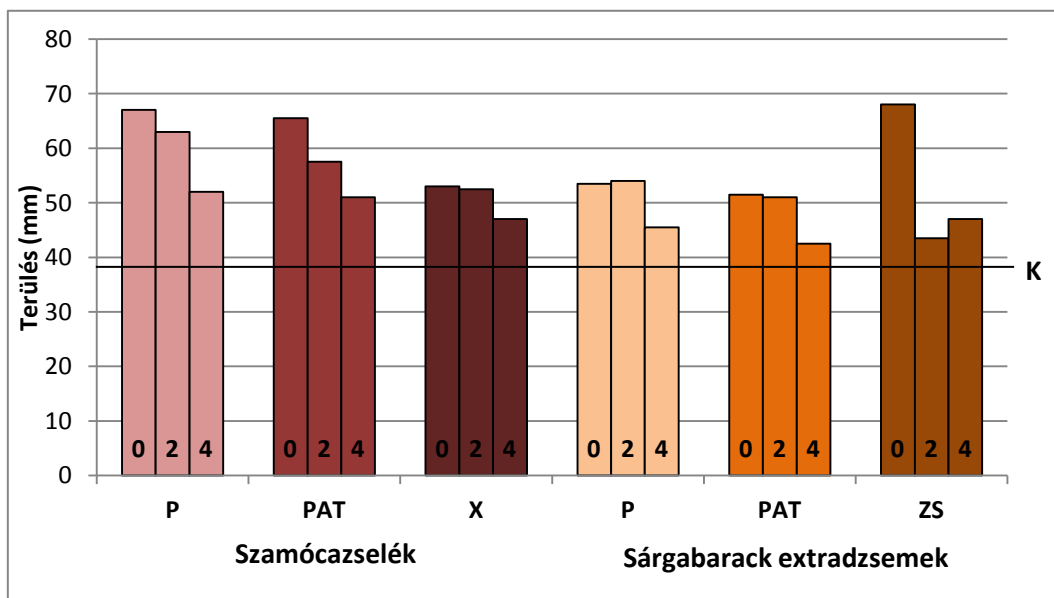
5.3. Sütésállóság vizsgálata

Sütésálló termékeknél kritérium az alak és állomány megtartása a felhasználási hőmérsékleten, ezért vizsgáltam a termékek sütésállóságát, és a területük mértékét a sütés során.

A szamóca és sárgabarack készítmények sütési tesztjeinek eredménye a 17. ábrán látható. K-val a kiindulási átmérőt jelöltem, ami a kísérletek során 38 mm volt. A pektinnel készült minták, valamint a pektinnel és almatörkölyvel készült mintákat összehasonlítva megállapítható, hogy területük közel azonos volt, valamint a tárolás hatására hasonló mértékben változtak.

Megfigyelhető, hogy a 4 hónap elteltével a minták egyre kisebb mértékben terültek szét, tehát a sütési teszt eredménye alapján pozitív állományváltozáson mentek keresztül. Az alaktartás szempontjából a 6 minta közül a pektinnel és almatörkölyvel készült sárgabarack extradzsem volt a legmegfelelőbb. A méretváltozás a PAT szamócazselénél volt a legnagyobb, tehát a tárolás során előnyösen változott az állománya.

Az alábbi vizsgálatok összehasonlításként szolgáltak, a felhasználhatóság megállapítása után további vizsgálatok szükségesek, amelyek során különböző sütőipari termékeken kell elvégezni a sütési tesztet.



17. ábra A minták területének összehasonlítása a mérési hónapokban

5.4. Érzékszervi bírálat

Az elkészült termékek minősítéséhez, a mérési eredmények elemzése mellett fontos a fogyasztók véleményének megismerése. Az érzékszervi minősítés során kapott eredményeket pókháló-diagramon mutatom be.

Szamócazselék bírálata

A szamócazselék bírálati eredményeit a 18. ábrán mutatom be. A három minta színárnyalatában lényeges különbség volt megfigyelhető, amit a bírálati eredmény is alátámasztott. A pontozásnál 0 pontot a világos, 10 pontot pedig a sötét minta kaphatott. A legvilágosabbnak a három minta közül a pektines adódott, a legsötétebbnek pedig a pektin és almatörköly keverékkel kialakított zselé. A zseléhez hozzáadott almatörkölynek köszönhetően a minta színe sokkal sötétebb, valamint zavarosabb lett. A zselék közül így ez adódott a legzavarosabbnak, míg a pektines a leghomogénebbnek. Ez az eredmény is alátámasztja, hogy további olyan kísérletekre lenne szükség, amelyben kisebb szemcseméretű almatörkölyt használnak fel.



18. ábra Különböző állománykialakítókkal készített szamócazselék érzékszervi bírálatának eredményei

Az illatnál a szamóca illat intenzitását, karakterességét valamint az idegen illat jelenlétét vizsgáltam. Ebben az esetben is 0-10-ig lehetett pontozni. 0 pontot az a minta kaphatott, amelynél nem volt érzékelhető az illat tulajdonsága, míg 10 pontot az kaphatott, amelynél ugyanez a tulajdonság intenzív volt. A szamóca illat karakteressége és intenzitása esetében a xantános minta eredményei a legkiemelkedőbbek, a másik két minta között számottevő különbséget nem tapasztaltak a bírálók. Az idegen illat egyik mintánál sem volt jelentős.

Az ízt illetően megállapítható, hogy a hozzáadott almatörköly kiemelte a szamóca ízét és karakterességét, valamint az íztartósságot is növelte, azonban meg kell említeni, hogy ennél a

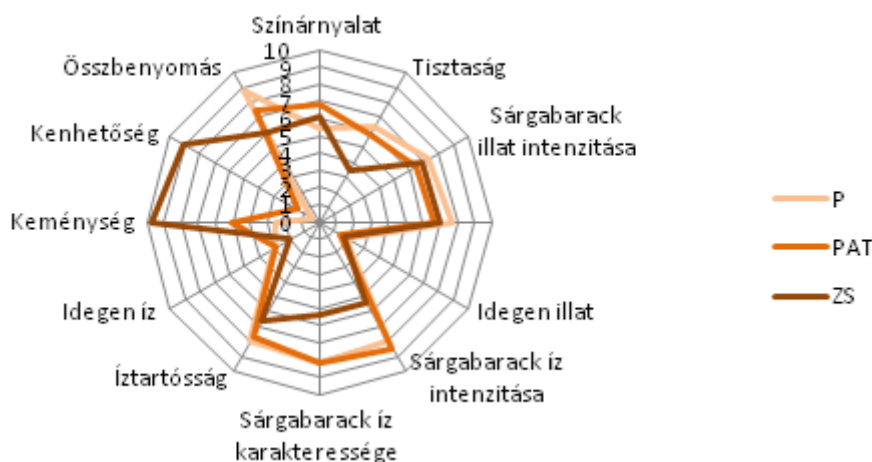
mintánál érzékelték a legtöbb idegen ízt. A xantánnal készített zselé számóca íze és intenzitása lényegesen gyengébb volt a másik két mintához képest.

Az objektív mérési módszerek eredményeit alátámasztotta a bírálók véleménye, miszerint nagy különbségek voltak a minták állományában. A keménységet illetően a puha állomány 0 pontot, a kemény pedig 10 pontot kapott. A két pektines minta 7 körüli értéket kapott, így inkább keménynek tekinthető. A bírálók véleménye alapján a zselé keménységet nem befolyásolta a hozzáadott almatörköly. A xantánnal kialakított minta sokkal puhább volt a másik két mintánál. A zselék későbbi felhasználását illetően fontos tényező a kenhetőség is. A legkönnyebben kenhetőnek a PAT zselé adódott, míg legnehezebben kenhetőnek a P minta.

A bírálók összességében a P és PAT mintát kedvelték a legjobban. A legtöbb, kis különbséggel ugyan, de a pektinnel és almatörkölyrel kialakított mintát választották a legjobbnak. A pektines mintát preferáló bírálók között néhányan megjegyezték, hogy ugyan ízre és illatra is vonzóbb az almatörkölyt tartalmazó minta, de mivel szabad szemmel is jól láthatók az almatörköly darabok, így lehet, hogy nem szívesen vásárolnák meg. Az almatörkölyrel és pektinnel készült zseléket jobban kedvelők között akadtak olyanok, akik az almatörköly darabokat a számóca rostjainak gondolták, így még „természetesebbnek” érezték. Ezek az észrevételek is további kísérletekhez adtak alapot.

Sárgabarack extradzsemek bírálata

A sárgabarack extradzsemek érzékszervi vizsgálata során kapott eredményeket hasonlóképpen ábrázoltam, mint a számócazselék esetében (19. ábra).



19. ábra Különböző állománykialakítókkal készített sárgabarack extradzsemek érzékszervi vizsgálatának eredményei

A minták színárnyalat között nem volt számottevő különbség. A számcáéból készült mintákkal ellentétben, a sárgabarack esetében az almatörköltyt nem tartalmazó, csak pektinnel készült mintát zavarosabbnak találták a bírálók az almatörköltyt tartalmazóval szemben.

A sárgabarack illat intenzitása, valamint karakteressége között sem tapasztaltak számottevő különbséget a bírálók. A három minta közül a pektines minta illatát találták a legintenzívebbnek, valamint a legkarakteresebbnek, és a zselatinos mintánál érzékelték legkevésbé a sárgabarack ízt és intenzitást. Az idegen illat jelenléte egyik dzseminél sem volt erőteljes.

Az almatörköltyös sárgabarack íz intenzitása valamivel erőteljesebb volt a pektines mintáénál, a legnagyobb eltérést azonban a zselatinos minta mutatta. Ugyanez a megállapítás igaz a karakterességre is; a pektines és almatörköltyös minta karakteressége megegyezett, nagyobb eltérést csak a zselatinos mintánál tapasztaltak a bírálók.

A vizsgált paraméterek között a legnagyobb különbség a keménységben és kenhetőségben adódott. Alátámasztva a mérési eredményeket, a bírálók véleménye alapján is, a legkeményebb minta a zselatinos volt. Az almatörköllyel készített extradzsem az érzékszervi minősítés alapján is keményebb volt, tehát a törköly elősegítette a keményebb állomány kialakítását. A legkönnyebben kenhető a bírálók véleménye alapján a pektines minta volt.

A sárgabarack extradzsemek közül a bírálók a pektinnel készült mintát kedvelték a legjobban, a zselatinnal készült mintát pedig a legkevésbé. Az elkészített dzsemeknél, csakúgy, mint a zseléknél, fontos tényező, hogy a későbbiekben milyen termékhez vagy téstához használják fel őket. A bírálók a zselatinnal készült mintát semmilyen termékben nem fogyasztották volna szívesen.

6. Összefoglalás

Napjainkban a fogyasztók egyre inkább olyan termékeket keresnek a piacon, amelyek vonzó tulajdonságait az élelmiszeripar természetes adalékanyagokkal alakította ki.

A gyümölcstermékek feldolgozása során nagy mennyiségű olyan hulladék keletkezik, amely még értékes összetevőket tartalmaz, és hasznosítása minden szempontból előnyös. Az alma feldolgozás mellékterméke, az almatörköly, többek között nagy mennyiségű pektint és rostot tartalmaz, ami miatt kiválóan alkalmazható természetes állománykialakítóként.

Dolgozatom fő célja volt, hogy különböző sütésálló gyümölcskészítményeket állítsak elő, különböző állománykialakítók és almatörköly felhasználásával. Az almatörkölyt tartalmazó minta reológiai, állomány, sütési és érzékszervi tulajdonságait a másik két állománykialakítóval készített mintával vetettem össze.

Az almatörkölyrel készített számócazselé, figyelembe véve a reológiai vizsgálatokat, nem ért el olyan tulajdonságokat, mint a csak pektint tartalmazó minta, azonban a sütési tesztnél egyértelműen pozitívan befolyásolta a minőséget az almatörköly jelenléte. A xantánt tartalmazó minta ugyan nem terült nagymértékben a sütés során, de a reológiai eredményeket, valamint a tulajdonságait (erősen ragadós, nyúlós, a többi mintához képest jellegtelen ízű és illatú, nehéz felhasználhatósága) figyelembe véve, nem ajánlanám további felhasználásra.

Az almatörkölyös sárgabarack extradzsemnek a tulajdonságai és sütési eredményei is kiválóbbak lettek a pektines mintáénál. Az összes termék közül egyértelműen ez a minta mutatta a legjobb tulajdonságokat. Az alaktartása, a viszonylag jó reológiai tulajdonságai, a könnyű felhasználhatósága és előnyös érzékszervi tulajdonságai miatt a jövőben ezzel a mintával lenne célszerű tovább dolgozni.

A vizsgált két termékcsoporthoz a pektin egy részét sikerült kiváltani az almatörköly porral, ami arra utalhat, hogy további kísérletek mellett az almatörköly aránya tovább növelhető. Fontos lenne tehát további kísérleteket végezni, amelyekben elsősorban az ideális pektin-almatörköly arányt kellene megállapítani, továbbá érdemes lenne az almatörkölyt a pektinen kívül más állománykialakítóval kombinálni. Mivel az érzékszervi teszt során a bírálók kifogásolták a sárgabarack extradzsemek enyhe fűrészesporos jellegét, a továbbiakban kisebb szemcseméretű almatörköly porral lenne célszerű dolgozni.

Felhasznált irodalom

1. Bae D.H., Sin C.N., Ko K.H., (1994): Effect of total mixed ratio including apple pomace for lactating cows, Korean J Dairy Sci, 16, 295-302
2. Barta J. (2007): A gyümölcsfeldolgozás technológiái, Mezőgazda Kiadó, Budapest
3. Eingor, M.P., Goldenko, G.B., Lovkova, Z.F., Selezneva, V.I., (1984): Production of blended toffees containing apple powder, Khlebopekarnaya I Konditerskaya Promyshlennost, 2, 24-26
4. Fischer, R., (1984): Apple pomace as a source of energy- does it pay off?, Flussiger Obst, 51, 534-539
5. Gasztonyi K., Bogdán J.né (1985): Élelmiszerek kolloidikája és reológája, Kertészeti Egyetem Házinyomdája, Budapest
6. Horváth I., László P. (2006): Élelmiszerfizika példatár, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 105
7. Ibrahim, G. E., Hassan, I. M., Abd-Elrashid, A. M., El-Massyr, K. F, Eh-Ghorab, A. H., (2011): Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage, Food Hydrocolloids, 25, 91-97
8. Igual, M., Contreras C., Martínez-Navarette, N., (2014): Colour and rheological properties of non-conventional grapefruit jams: Instrumental and sensory measurement, LWT- Food Science and Technology, 56, 200-206
9. Joshi, V.K., Kaushal, D.K., Thakur, N.S., (1996): Apple pomace source development, quality of fresh and stored products., J Food Sci Technol, 33, 414-419
10. Juhász R., Zeke I. Cs., Balla Cs., Barta J., (2011): Oszcillációs reometria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban, Élelmiszervizsgálati Közlemények, 57, 168-180
11. Kosáry J., Scheiber P. (2011): Szerves kémia, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 320
12. Kumar, A., Chauhan, G.S., (2010): Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor, Carbohydrate polymers, 82, 454-459
13. László P. (1999): Az agro- és biofizika alapjai, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Termesztési Kar, Budapest, 27-37
14. Lásztity R., Törley D., (1987): Az élelmiszeranalitika elméleti alapjai, I. kötet, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 239-269
15. Lavelli, V., Corti, S., (2011): Phloridzin and other phytochemicals in apple pomace: Stability evaluation upon dehydration and storage of dried product, Food Chemistry, 129, 1578-1583

16. Macsihin, Ju. A., Macsihin, Sz. A. (1987): Élelmiszeripari termékek reológiája, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
17. Mezger, T. G., (2006): The Rheology Handbook, Vincentz Network, Hannover
18. Mohos F. (1975): Édesipari termékek gyártása, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 117-135
19. Papp J., Porpáczy A., (1999): Szamóca, málna., Mezőgazda Kiadó, Budapest
20. Peinado, I., Rosa, E., Heredia, A., Andrés, A., (2012): Rheological characteristics of healthy sugar substituted spreadable strawberry product., Journal of Food Engineering, 113, 365-373
21. Péntes L., Szalay L., (2003): Kajszi, Mezőgazda Kiadó, Budapest,
22. Royer, G. , Madieta, E. , Symoneaux, R. , Jourjon, F. (2006): Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. LWT, 39, 1022-1025
23. Shalini, R., Gupta, D. K., (2010): Utilization of pomace from apple processing industries: a review., J Food Sci Technol, 47, 365-371
24. Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C., (2009): Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena, Food Chemistry, 115, 665-671
25. Sriamornsak, P., (2003): Chemistry of Pectin and Its Pharmaceutica Uses. Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities and Arts, 1-2, 206-228
26. Srivastava, P., Malviya, R., (2010): Sources of pectin, extraction and its applications in pharmaceutical industry, Indian Journal of Natural Products and Resources, 2, 10-18.
27. Steffe, J.F., (1996): Rheological methods in food process engineering, Freeman Press, USA
28. Szenesné K.,(1997): Cukrászat, Integra-Projekt Kft, Budapest, 33-36,
29. Tóth G. (2011): Az E-számokról őszintén, Pilis-Vet Életmód Könyvkiadó Bt., Pilisvörösvár, 145-146
30. Vibhakara, H., S., Bawa, A., S., (2006): Handbook of fruits and fruit processing, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, 189-204

Internetes irodalom

1. 1333/2008 EK rendelet. Az élelmiszer adalékanyagokról. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:HU:PDF>
2. MÉ 1-3-2001/113 előírás. Az emberi fogyasztásra szánt gyümölcsdzsem, zselé, marmelád és cukrozott gesztenyekrém termékekről. <http://www.omgk.hu/Mekv/1/132001113.pdf>
3. MÉ 2-101 irányelv. Megkülönböztetett minőségi jelöléssel ellátott egyes feldolgozott gyümölcstermékek. http://www.omgk.hu/Mekv/2/2_101.pdf
4. MÉ 2-601 irányelv. Hőkezeléssel tartósított élelmiszerek. <http://www.omgk.hu/Mekv/2/2-601.pdf>
5. MÉ 2-601/3/1 irányelv. Lekvár, íz. <http://www.omgk.hu/Mekv/2/2-601.pdf>
6. MÉ 2-601/3/2 irányelv. Gyümölcsajt. <http://www.omgk.hu/Mekv/2/2-601.pdf>
7. From fruits to pectin. <http://www.herbstreith-fox.de/en/informative-literature/brochures/brochures-from-fruits-to-pectin.html>
8. Jams, jellies and marmalades. <http://www.herbstreith-fox.de/en/informative-literature/brochures/brochures-jams-jellies-and-marmalades.html>
9. Fruit preparations for baked products. http://www.herbstreith-fox.de/fileadmin/tmp/pdf/broschueren/Backwaren_englisch.pdf
10. Pectins. <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/additives/details.html?id=21>

Köszönetnyilvánítás

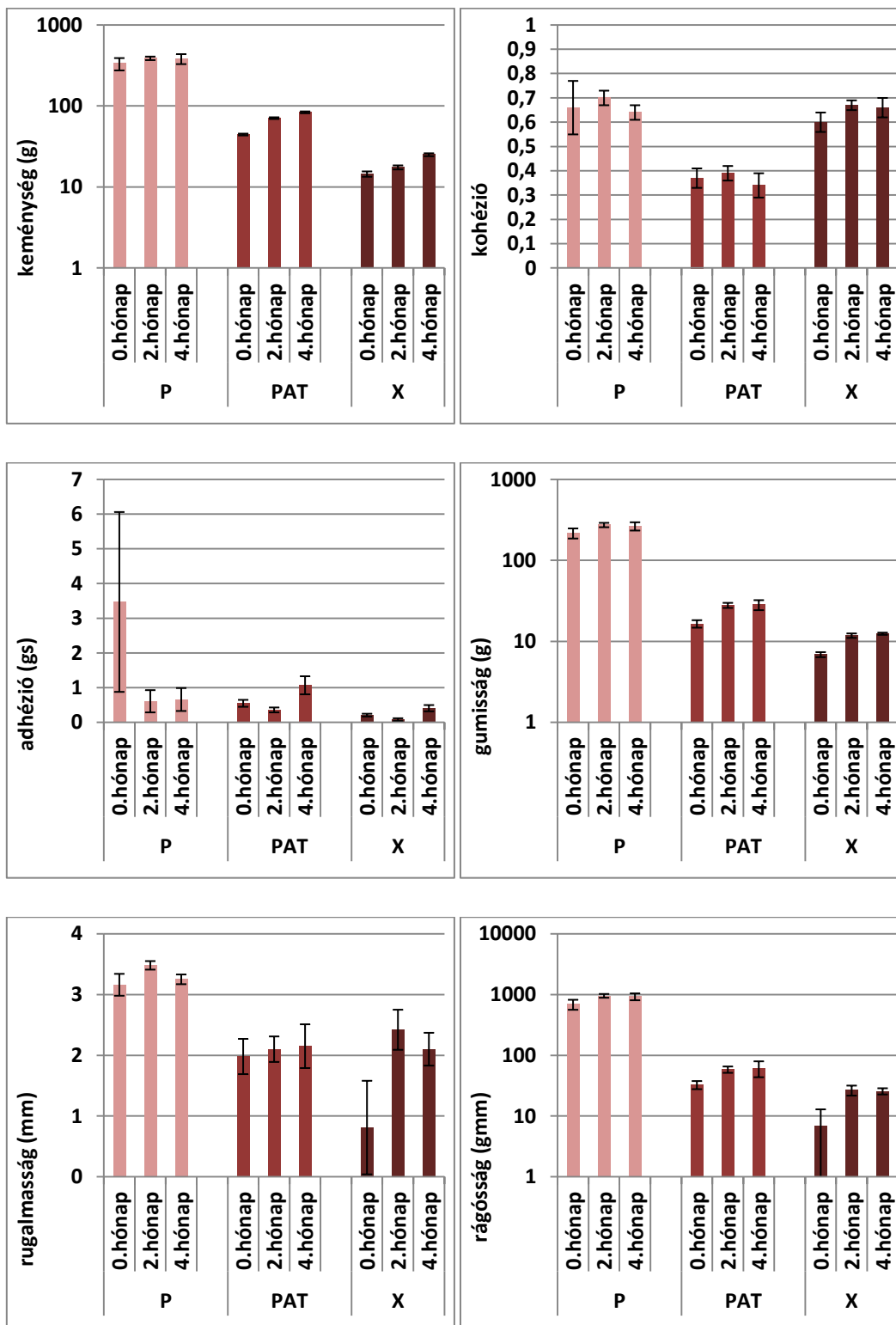
Szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Szabó-Nótin Beatrixnak, aki segítőkész hozzáállásával, hasznos javaslataival és magyarázataival, végig segített a dolgozatom elkészítésében.

Köszönettel tartozom Dr. Juhász Rékának, a mérések során nyújtott segítségéért, valamint hasznos tanácsaiért és magyarázataiért.

Köszönöm Komlós Gábornak, a laboratóriumi munkák során nyújtott segítségét.

Mellékletek

I. melléklet: Különböző állománykialakítókkal készített számócazselék állományváltozásai



II. melléklet: Különböző állománykialakítókkal készített sárgabarack extradzsemek állományváltozásai

