



**Almatörköly, mint természetes állománykialakító alkalmazási lehetőségei
gyümölcsstermékekben**

Doktori (PhD) értekezés

Szabó-Nótin Beatrix
okleveles élelmiszermérnök

Témavezető:
Stégeriné dr. Máté Mónika, egyetemi docens

Szakmai konzulens:
Dr. Juhász Réka, egyetemi docens

Készült:
Szent István Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Konzervtechnológiai Tanszék

Gödöllő
2016

A doktori iskola

Megnevezése: Szent István Egyetem
Élelmiszertudományi Doktori Iskola

Tudományága: Élelmiszertudományok

Vezetője: **Dr. Vatai Gyula**
Egyetemi tanár,
SZIE Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszeripari Műveletek és Gépek
Tanszék

Témavezető: **Stégerné dr. Máté Mónika**
PhD, egyetemi docens
SZIE Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Tanszék

Szakmai konzulens: **Dr. Juhász Réka**
PhD, egyetemi docens
SZIE Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

RÖVIDÍTÉSEK, JELÖLÉSEK JEGYZÉKE.....	1
1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. Almatermesztés és nemesítés helyzete Magyarországon a XXI. században.....	5
2.1.1. Almatermesztés Magyarországon.....	5
2.1.2. Almanemesítés Magyarországon.....	6
2.1.3. Hazai nemesítésű almafajták.....	7
2.2. Az almatörköly, mint élelmiszeripari melléktermék.....	8
2.2.1. Az alma feldolgozása, lé- és velőgyártás.....	8
2.2.2. Az almatörköly.....	8
2.2.3. Az almatörköly felhasználási lehetőségei.....	9
2.3. Lekvárok, dzsemek, zselék.....	15
2.3.1. Lekváfélék csoportosítása, jellemzőik.....	15
2.3.2. Sütésálló gyümölcskészítmények.....	16
2.3.3. Lekváfélék gyártástechnológiája.....	18
2.3.4. Lekváfélék állománykialakítása.....	19
2.4. Reológiai módszerek áttekintése.....	20
2.4.1. A reológia alapjai.....	20
2.4.2. Reológiai mérési módszerek.....	21
2.4.3. Lekvárok reológiai tulajdonságai.....	32
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	39
3.1. Kísérletek helye.....	39
3.2. Felhasznált anyagok.....	39
3.2.1. Gyümölcs alapanyagok.....	39
3.2.2. Felhasznált vegyszerek.....	39
3.2.3. Almatörköly.....	40
3.3. Kísérletek menete.....	40
3.3.1. Sütésálló lekvárok előállítása.....	40
3.4. Vizsgálati módszerek.....	42
3.4.1. Pektin tartalom mérés.....	42
3.4.2. Reométeres mérések.....	42
3.4.3. Állományprofil analízis.....	47
3.4.4. Sütésállóság vizsgálata.....	49
3.4.5. Érzékszervi vizsgálatok.....	50

3.4.6. Statisztikai elemzések.....	50
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	52
4.1. Pektin tartalom mérés eredményei	52
4.2. Reométeres mérések eredményei	53
4.2.1. Amplitúdó söprés eredményei	53
4.2.1.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére	53
4.2.1.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére.....	56
4.2.2. Frekvencia söprés eredményei.....	62
4.2.2.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére	63
4.2.2.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére.....	65
4.2.1. Hőmérsékletfüggés vizsgálat eredményei	69
4.2.1.1. Fagyasztás (hűtés) hőmérsékletfüggés eredményei.....	70
4.2.2.2. Sütési (melegítés) hőmérsékletfüggés eredményei.....	74
4.3. Állománymérés eredményei.....	79
4.3.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére.....	79
4.3.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére.....	81
4.4. Sütésállóság vizsgálata	87
4.5. Érzékszervi bírálat.....	88
4.6. Korreláció analízis.....	91
4.7. Új, tudományos eredmények	93
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	94
6. ÖSSZEFOGLALÁS	97
7. SUMMARY	100
MELLÉKLETEK	
M1. IRODALOMJEGYZÉK.....	
M2. TÁBLÁZATOK.....	
M3. ÁBRÁK.....	
M4. FÉNYKÉPEK	
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	

RÖVIDÍTÉSEK, JELÖLÉSEK JEGYZÉKE

JELÖLÉS	JELENTÉS
Latin betűk	
A	a kalibrációs görbéről leolvasott érték [g galakturonsav]
ANOVA	Analysis of Variance (Variancia analízis)
Ad1	TPA mérés alatt az 1. csúc alatti terület [gs]
Ad2	TPA mérés alatt a 2. csúc alatti terület [gs]
Ad ₃	adhesiveness (adhézió) [gs]
Af	adhesive force (adhéziós erő) [g]
Ar	Artemisz
AT	almatörköly
C	cohesiveness (kohézió) [-]
Ch	chewiness (rágósság) [gmm]
Co	Cordelia
CO	crossover (G' és G'' görbék metszéspontja)
CSR	Controlled Shear Rate Method (deformációsebesség szabályozásán alapuló mérési módszer)
CSS	Controlled Shear Stress Method (nyírófeszültség szabályozásán alapuló mérési módszer)
Da	Dalton [g/mol]
DE	degree of esterification (észterezettségi fok)
DF	damping factor (veszteségi hányados) [loss factor; tanδ]
DSC	Differential Scanning Calorimetry (differenciális pásztázó kalorimetriás vizsgálat)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete)
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia)
G	guminess (gumisság) [g]
G*	komplex modulus (az anyag szilárdságának tekinthető) [Pa]
G'	storage modulus (rugalmassági modulus) [Pa]
G''	loss modulus (veszteségi modulus) [Pa]
G ₀ '	kezdeti rugalmassági modulus [Pa]
G ₀ ''	kezdeti veszteségi modulus [Pa]
G _v '	rugalmassági modulus végpont értéke [Pa]
G _v ''	veszteségi modulus végpont értéke [Pa]
H	hardness (keménység) [g]
He	Hesztia
HM	high metoxyl (magas metilezettségi)
Id	Idared
K	konzisztencia koefficiens [Pa.s]
LM	low metoxyl (alacsony metilezettségi)

JELÖLÉS	JELENTÉS
LVE	linear visco-elastic range (Lineáris Viszkoelasztikus Tartomány)
m	a vizsgálathoz használt minta mennyisége [g]
p	power law index (a newtoni viselkedéstől való eltérést számszerűen kifejező hatványkitevő)
t	idő [sec]
TÉ	területi érték [mm]
TPA	Texture Profile Analysis (Állományprofil Analízis)
S	springiness (rugalmasság) [mm]
SD	Standard Deviation (szórás érték)
SH	stabilitási hányados
SZH	szilárdsági hányados
V ₁	pektin tartalom mérésnél az extraktum térfogata [ml]
V ₂	pektin tartalom mérésnél a színreakcióhoz használt extraktum térfogat [ml]
X	átlag
Z-score	Z-érték: standardizált pontszám
Görög betűk	
γ	nyírási deformáció [1/sec]
γ_0	kezdeti nyírási deformáció [1/sec]
$\dot{\gamma}$	nyírási deformáció sebesség [1/sec]
δ	fáziskésés szöge
ε	strain (relatív megnyúlás) [%]
η	dinamikai viszkozitás [Pa.s]
η_0	kezdeti dinamikai viszkozitás [Pa.s]
η_v	végző dinamikai viszkozitás [Pa.s]
η_{100}	100°C-on mért dinamikai viszkozitás [Pa.s]
η^*	komplex viszkozitás [Pa.s]
σ	mechanikai feszültség [Pa]
τ	nyírófeszültség [Pa]
τ_0	folyáshatár [Pa]
τ_{CO}	G' és G'' görbék metszéspontjához tartozó nyírófeszültség [Pa]
τ_{LVE}	lineáris viszkoelasztikus tartomány végéhez tartozó nyírófeszültség [Pa]
ω	szögsebesség [rad/sec]

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Az utóbbi évtizedekben megváltozott a fogyasztói magatartás, előtérbe került az egészséges életmód szemlélete. A fogyasztók érdeklődést mutatnak az élelmiszerek minősége, összetétele, eredete iránt. A megváltozott magatartás része az idegenkedés a mesterséges adalékanyagoktól. Ennek eredményeként a kutatók érdeklődése az elmúlt időszakban a természetes adalékanyagok vizsgálata, illetve elterjedése felé fordult. A kutatások emiatt egyre inkább olyan természetes anyagok alkalmazására irányulnak, amelyek az élelmiszerek tulajdonságait kedvezően befolyásolják, de E számmal nem rendelkeznek és táplálkozás-élettani szempontból előnyös hatásúak.

A gyümölcsösszetevőket tartalmazó sütőipari termékek egyre népszerűbbek, a friss gyümölcsös jelleg miatt. A sütőipari termékekben használt gyümölcs termékek többfélék lehetnek, a kevésbé sütésálló zseléktől a krémszerűen tölthető töltelékeken át a darabos gyümölcsöt is tartalmazó termékekig. A sütésálló gyümölcskészítményeket általában még sütés előtt töltik a termékbe és azzal együtt sütik meg. Ezért nagyon fontos, hogy az megőrizze friss, gyümölcsös jellegét, a felhasználás során jól kezelhető legyen, és minőségváltozás nélkül bírja ki a magas sütési hőmérsékletet. A sütés során nem szabad fornia, vagy megolvadnia, legyen formatartó és sütés után csillogó. Elvárás továbbá a jó tárolhatóság, a stabil állomány és, hogy ne történjen vízkiválás a tárolás alatt. A sütésálló gyümölcskészítmények minőségét több tényező is befolyásolja, mint a gyártástechnológia, a felhasznált cukor jellege, a pH érték, a gyümölcsfajta, és az állománykialakító típusa.

Az élelmiszergyártás során az élelmiszer, mint főtermék mellett számtalan olyan anyag is keletkezik, amely az adott technológiában feleslegessé válik, emberi fogyasztásra alkalmatlan, így élelmiszeripari szempontból hulladéknak minősül. Hulladéknak az az anyag tekinthető, amely további felhasználásra és értékesítésre alkalmatlan, így a környezetből el kell távolítani (KÓNYA, 2000). Ezen anyagok nagy része azonban más technológiák alapanyagaként, kiindulási anyagaként hasznosítható vagy felhasználható energiahordozóként. A főtermék előállításakor keletkező egyéb anyagot, amelynek további felhasználása biztosított, keletkezési formájában közvetlenül hasznosítható, értékesíthető, mellékterméknek nevezzük (PÁNDI, 2006; 2012. évi CLXXXV. törvény). Melléktermékek a termelés során folyamatosan keletkeznek, hasznosításukra sok és kellően ki nem használt lehetőség van, újrahasznosításuk gazdasági és környezetvédelmi szempontból is fontos.

Az alma a megtermelt mennyiséget tekintve a világon a harmadik legfontosabb gyümölcs a görögdinnye és a banán után; mely évente körülbelül 80 millió tonnát jelent az Élelmiszerügyi Világszervezet kimutatása szerint (FAO, 2013). Ennek nagyjából 80%-a kerül feldolgozásra évente (FAO, 2011). Az almalé- és velő gyártása során tonnánként 140-160 kg melléktermék keletkezik, ami világviszonylatban körülbelül 8 millió tonna almatörkölyt jelent évente (FAO, 2011). Ez az almatörköly értékes a további hasznosítás szempontjából.

Az almatörköly és egyéb élelmiszeripari melléktermékek (pl. szőlőtörköly, paradicsomtörköly, bodzatörköly) számos bioaktív anyagot tartalmaznak, így a hasznosítás egyik lehetősége a kis mennyiségben jelen levő értékes komponensek kinyerése. Ezek a gyógyszerészet, a kozmetikai- vagy az élelmiszeripar számára is hasznosíthatók lennének, mint természetes adalékanyagok vagy táplálék-kiegészítők (LEROUX et al., 2003; MAKRIS et al., 2007). A hasznosításnak ez a módja azonban drága, és az ehhez kapcsolódó kísérletek még kezdetlegesek.

A bioaktív anyagok mellett az almatörköly 95%-ban tartalmazza a gyümölcs héját (SATO et al., 2010), rostban és pektinben gazdag, a pektingyártás egyik fő alapanyaga. Így alkalmazható élelmiszeripari termékek, elsősorban gyümölcskészítmények állományának kialakítására.

Doktori munkám során az egyik meghatározó hazai alma rezisztencia-nemesítési programból származó új rezisztens almafajtákból előállított törkölyöket vizsgáltam. A különböző almafajtákból származó szárított, porított törkölyök állománykialakító hatását sütésálló lekvárkészítményekben tanulmányoztam.

Célkitűzéseim ezek alapján a következők voltak:

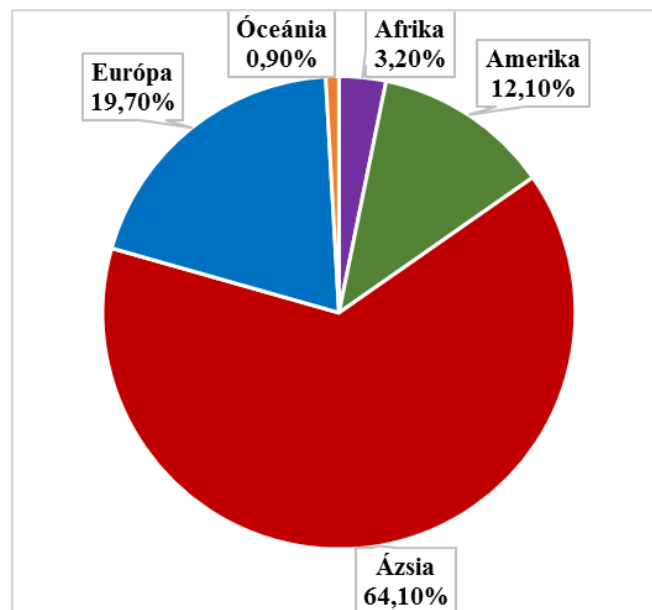
- megvizsgálni, hogy alkalmasak-e állománykialakítóként a kiválasztott almafajták törkölyei sütésálló lekvárfélék állománykialakításra és ebből a szempontból van-e különbség a különböző almafajták törkölyei között,
- megvizsgálni, hogy az almatörköly koncentrációja hogyan befolyásolja a sütésálló lekvárkészítmények szerkezetét és állomány tulajdonságait,
- meghatározni azt a maximálisan felhasználható almatörköly koncentrációt, amely érzékszervi és technológiai szempontból is megfelelő állományt biztosít,
- megvizsgálni az almatörkölyvel készített sütésálló lekvárfélék állományát tárolás során és meghatározni a maximális tárolási időt,
- műszeres mérési módszert találni a sütésálló lekvárok állományának objektív minősítéséhez.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Almatermesztés és nemesítés helyzete Magyarországon a XXI. században

2.1.1. Almatermesztés Magyarországon

Az alma (*Malus × domestica* Borkh.) a mérsékelt égöv egyik legfontosabb gyümölcse. Az egész világon 2013-as adatok szerint kb. 80 millió tonnát termesztenek évente (FAO, 2013). A világ almatermesztésének jelentős hányadát Ázsia (64%) és Európa (19,70%) termeli meg, míg Amerika (12,10%), Afrika (3,20%) és Óceánia (0,90%) kisebb mennyiséggel járul az összterméshez a FAO 2013-as adatai alapján (1. ábra).



1. ábra. A világ alma termesztésének eloszlása (FAO, 2013)

Az európai termés közel kétharmadát az Európai Unió biztosítja. A FAO adatok szerint az EU-ban a három legnagyobb almatermelő ország: Lengyelország (2,8 millió tonna), Olaszország (2,2 millió tonna/év) és Franciaország (2 millió tonna/év). Magyarország részaránya az EU által megtermelt almának mintegy 6-7%-a. Hazánk éghajlati adottságai kiválóan megfelelnek a minőségi almatermesztésnek. A KSH legfrissebb adatai szerint (2014) az összes almaültetvény termőterülete 35 659 ha, amelyen az utolsó három rendelkezésre álló év (2012-2014) adatai alapján az évi átlagos almatermés 674 ezer tonna, ami az összes megtermelt gyümölcs 74%-a. Azonban míg Francia- és Olaszországban, nagyobb hányadban (80%) friss étkezésre szánt almát termelnek, addig Magyarországon inkább ipari felhasználásra szánt termesztés folyik. Ennek oka, hogy hazánkban magas (30-40%) az előregedett ültetvények aránya, és nagyon kis hányadban vannak jelen a korszerű, intenzív ültetvények (APÁTI, 2010). Sajnos Kelet-Európában kevésbé versenyképes fajták és termesztési módok dominálnak, amely az európai versenyhelyzet

erősödéséhez vezet (SOLTÉSZ, 2007). A hazai fajtaszerkezetre a Jonathan alakkör 60% feletti aránnyal volt jelen 2001-ig (TÓTH, 2013). Az 1995 és 2003 között létesült, főként intenzív ültetvényekben ez az arány lecsökkent 10%-ra és elterjedt az Idared, a Golden Delicious, a Red Delicious, valamint a Jonagold alakkör (TÓTH, 2006). Továbbá jelentős mértékű az ún. egyéb, illetve rezisztens fajták aránya, ugyanis a hazai almatermesztők kísérleteznek új fajták telepítésével (TÓTH, 2005/a, 2006). Hazánkban mind a termesztéstechnológiákat, mind az elavult fajtahasználatot korszerűsíteni szükséges.

2.1.2. Almanemesítés Magyarországon

Napjainkban egyre fokozódik az igény a betegségekkel szemben rezisztens gyümölcsfajták bevezetése iránt, amelyek környezetkímélő technológiák alkalmazását, szermaradványoktól mentes, biológiailag aktív hatóanyagokban gazdag, az egészségvédelemben fontos szerepet betöltő gyümölcs előállítását teszik lehetővé. A fogyasztói igények kielégítése, vagyis a friss fogyasztásra szánt gyümölcs minőségi követelményeivel párhuzamosan, a feldolgozó ipar elvárásainak változása is megfigyelhető. A megváltozott környezetvédelmi, technológiai, fogyasztói és feldolgozóipari elvárások miatt új nemesítési célok megfogalmazása vált szükségessé. Ezek alapján az egyik fő nemesítési cél a rezisztens fajták létrehozása, amelyek stabilan ellenállnak különböző kártevőknek, kórokozóknak. A Szent István Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszéken évek óta aktív kutatás folyik gyümölcsfajták előállítására, vizsgálatára és termesztésbe vonására. Ez a fajtainnováció mind a hazai nemesítésre, mind a külföldi fajtaújdonosságokra kiterjed. A Tanszéken az 1990-es évek elején új almanemesítési program indult, melynek célja a *Venturia inaequalis* Cooke. (Wint.) által előidézett ventúriás varasodással szembeni rezisztencia kombinálása a *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. által okozott lisztharmattal és az almatermésűek baktériumos tüzelhalás betegségért felelős *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. kórokozókkal szembeni ellenállósággal, valamint a multirezisztencia egyesítése a kiváló gyümölcsminőséggel, a jó termőképességgel és a hazai ökológiai adottságokra való alkalmassággal (TÓTH, 2005/b). A nemesítési programból származó négy rezisztens fajta 2011-ben, illetve 2012-ben állami elismerést kapott Rosmerta, Artemisz, Hesztia és Cordelia néven. Ezekkel az új almafajtákkal megkezdődött a multirezisztens magyar nemesítésű alma fajtaválaszték kialakítása.

2.1.3. Hazai nemesítésű almafajták



Az **Artemisz** fajtát (1. fénykép) a Prima szabad megporzású magoncaiból keresztezte 1992-ben Tóth Magdolna és 2003-ban jelentették be állami elismerésre. Szüretelése szeptember közepén javasolt (TÓTH et al., 2012), és mintegy fél évig alkalmas fogyasztásra. Ipari szempontból sűrítmény- és légyártásra alkalmas, friss, asztali fogyasztás esetén pedig a savas almát kedvelő fogyasztóknak ajánlott.

1. fénykép. Artemisz (Tóth M.)

A gyümölcse középnagy vagy nagy, széles, gömbölyded alakja a csésze felé enyhén kúposodik. Zöld alapszínén az érés folyamán egyre sötétedő piros-bordópiros, mosott fedőszín alakul ki. Felületét enyhe hamvasság és feltűnő fehér pontozottság fedi. Húsa világos krémszínű. Nagy hússzilárdsága mind a szüret, mind a tárolás idején megmarad. Igen lédús, íze édes-savanykás és a gazdag beltartalmi értékek sajátos aromával és enyhe illattal társulnak. A ventúriás varasodással és lisztharmattal szembeni ellenállósága megfelelő és az *Erwinia amylovora* nevű kártevővel szemben is csak alacsony fogékonyságot mutatott (TÓTH, 2005/a).



A **Cordelia** (2. fénykép) Vf (varasodással szembeni) rezisztenciájú Prima és a Granny Smith keresztezésével jött létre, a magoncok nevelését 1994-ben kezdték, 2005-ben jelentették be állami elismerésre.

Dekoratív megjelenésű, friss, étkezési (desszert) célú termék, de beltartalmi értékei miatt ipari feldolgozásra is alkalmas. Késő érésű fajta, október első 10 napjában szüretelhető, 2-3 hónapos tárolást bír.

2. fénykép. Cordelia (Tóth M.)

A gyümölcs nagy, megnyúlt gömbölyded alakú. Sárgászöld alapszínén rózsaszín, majd élénkpiros fedőszín jelenik meg. Hússzilárdságát a tárolás során is megőrzi. A gyümölcshús krémszínű, lédús, íze kellemesen édes-savas. Savtartalma, vízdoldható szárazanyag-, valamint polifenol tartalma is igen magas (TÓTH et al., 2012).



A **Hesztia** (3. fénykép) almafajta nevelését a Prima (Vf) szabad megporzása után 1993-ban kezdték el, 2003-ban jelentették be állami elismerésre. Augusztus utolsó és szeptember első hetében szüretelhető, rövid tárolásra alkalmas, decemberig fogyasztható, több hasznosítású fajta (friss étkezés, aszalvány, sűrítmény). Gyümölcse közép-nagy vagy nagy, széles kúpos, gömbölyded alakú.

3. fénykép. Hesztia (Tóth M.)

Sárgásfehér alapszínét a felületének nagy részén (60-80%) bemosottság fedi. Gyümölcshúsa világossárga, közepesen szilárd, roppanó húsu, íze édes-savas (TÓTH, 2013).

2.2. Az almatörköly, mint élelmiszeripari melléktermék

2.2.1. Az alma feldolgozása, lé- és velőgyártás

A világ megtermelt almamennyiségének 70-75%-át frissen, étkezési célra értékesítik és 25-30%-át dolgozzák fel (DHILLON et al., 2013). A feldolgozott alma mintegy 65%-a almalé, illetve almalé-koncentrátum. Ezen kívül almabor, almapüré, szárított- és aszalt alma, dzsemek, lekvárok, befőttek, fagyasztott almatermékek és pürék készülnek belőle (JOSHI és ATTRI, 1991; JOSHI, 1997; KAUSHAL et al., 2002).

2.2.2. Az almatörköly

A hagyományos almalé gyártás során 75% almalé és 25% almatörköly keletkezik (VENDRUSCOLO et al., 2008). A törköly 95%-ban a gyümölcs héját, 2-4%-ban magokat és 1%-ban a szárat tartalmazza (BHUSHAN et al., 2008). Nedvességtartalma átlagosan 66-78%, szénhidrátartalma kb. 26%, így könnyen fermentálható alapanyag. Az almatörköly jó tápanyagforrás, fehérjéket (2-11%), zsírsavakat (2-5%), egyszerű és összetett szénhidrátokat, élelmi rostokat (34-51%), természetes antioxidánsokat, szerves savakat, ásványi anyagokat és vitaminokat tartalmaz (BHUSHAN et al., 2008; SATO et al., 2010; SHALINI és GUPTA, 2010). Nagy mennyiségben tartalmaz pektint, BHALLA és munkatársai (1993) szerint a szárított almatörköly átlagos pektin tartalma 10-18 mg/g között van.

A pontos minőségi és mennyiségi összetételt sok tényező befolyásolja, ilyen például az alma fajtája, genetikai összetétele, az éghajlat, a napsütés és csapadék mennyisége, a tárolás, a

feldolgozás módja és a vizsgálat során alkalmazott analitikai módszer (QUEJI et al., 2010). Az almatörköly általános összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Az almatörköly általános összetétele szárazanyagra vonatkoztatva (BHUSHAN et al., 2008)

Összetevő	Mennyiség (%)	Összetevő	Mennyiség (%)
Energiát adó tápanyagok		Energiát nem adó tápanyagok	
fehérje	2,94 – 5,67	foszfor	0,07 – 0,076
szénhidrát	48 – 62	kálium	0,43 – 0,95
rost	4,7 – 51,1	kalcium	0,06 – 0,1
zsír	1,2 – 3,9	nátrium	0,2
pektin	5,05 – 11,7	magnézium	0,02 – 0,36
hamu	0,5 – 6,1	réz	1,1
		cink	15
		mangán (mg/kg)	3,96 – 9
		vas (mg/kg)	31,8 – 38,3
Alkoholban oldódó szénhidrátok		Alkoholban nem oldódó szénhidrátok	
szacharóz	3,8 – 5,0	glukán	41,9 – 42,9
glükóz	19,5 – 19,7	keményítő	14,4 – 17,1
fruktóz	48,3	cellulóz	7,2 – 43,6
		xilóz-, mannóz-,	
xilóz, mannóz, galaktóz	1,2 – 4,4	galaktóz	13,0 – 13,9
		poliszacharidok	
		arabinóz- és	
almasav (%)	2,6 – 3,2	rhamnóz	8,1 – 9,0
		poliszacharidok	
arabinóz és rhamnóz	6,0 – 7,9	lignin	15,2 – 20,4
glüko-oligoszacharidok	3,8 – 3,4	uronsav	15,3
xylo-oligoszacharidok	3,7 – 3,0		
arabino-oligoszacharidok	0,4 – 0,2		
uronsav (%)	3,4 – 2,7		

2.2.3. Az almatörköly felhasználási lehetőségei

Az almatörköly sokféleképpen hasznosítható, de változó összetétele miatt az ideális, gazdaságos hasznosításának módját még nem találták meg. Mivel könnyen fermentálható és biokémiai oxigénigénye magas, az előkezelés nélküli lerakás környezetvédelmi problémákat okozhat (KAUSHAL et al., 2002).

Takarmányként való hasznosítás

Az almatörkölyt, mint olcsó nyersanyagot jelentős mértékben állati takarmányozásra használják fel (SANDHU és JOSHI, 1997; MIRZAEI-AGHSAGHALI és MAHERI-SIS, 2008). Tápértéke főként szénhidrát tartalmából származik, fehérje- és zsírtartalma alacsony, viszont pektin, élelmi rost és ásványi anyag tartalma alapján jó tápanyagforrás. Silózása történhet önmagában és szárazanyag növelő melléktermékekkel együttesen is (SZŰCS, 2000). BAE és munkatársai (1994) szarvasmarhák esetében vizsgálták az almatörköly etetésnek a tej minőségére és az állatok súlyára gyakorolt hatását. Eredményeik szerint a 39% almatörköly tartalmú takarmánnyal etetett állatok testsúlya nagyobb lett, tejük proteintartalma nőtt, míg laktóz tartalma csökkent.

Az almatörköly takarmányként történő hasznosításának egyik problémája, hogy elérhetősége szezonális, általában augusztustól decemberig áll rendelkezésre. A másik probléma, hogy minősége jelentősen megváltozik az almalé gyártás időszakában. Az alma préselhetősége fokozatosan romlik, ezért egyre nedvdúsabb törköly keletkezik, amely sokkal romlékonyabb, alkoholos erjedésre hajlamos és ezáltal az etetésre történő felhasználhatósága csökken (SZŰCS, 2006).

Komposztálás, talajerő utánpótlás

A nagy szerves anyag tartalmú élelmiszeripari hulladékokat régóta hasznosítják trágyaként. Ennek következtében a talaj szerves- és szervesetlenanyag tartalmának egy része pótlódik, javul a talaj szerkezete, valamint csökkenthető a műtrágya felhasználás és talajművelés energiaigénye (KÓNYA, 2000).

A komposztálás hőfejlődéssel jár, a komposztban a hőmérséklet 50-60°C. Ezen a hőmérsékleten elpusztulnak a hulladékban levő patogén mikroorganizmusok, így a kész komposzt kórokozótól mentes. Az eljárás végterméke talajjavító anyagként felhasználható, nedvességtartalma 40-50%, stabil humuszképző és szervesetlen ásványi anyagokat tartalmaz (KÓNYA, 2000). A komposztálási folyamat fontos tényezője az anyag összetétele, továbbá fontos tényező a hulladék nedvességtartalma (melynek 30% és 70% között kell lennie) és az aerob körülmények biztosítása is. A nedvesség egyenletes eloszlása érdekében alapvető művelet a forgatásos homogenizálás, az aerob körülmények szempontjából pedig a szellőztetés (KÓNYA, 2000). Az almatörkölyből megfelelően kialakított komposzt – más komponensekkel keverve – összetételétől függően jó talajerő utánpótló (TÓTH, 2004).

Biogáz előállítás

Az almatörköly felhasználható üzemanyag előállítására, etanol és biogáz gyártására (HANG, 1987). A biogáz a természetes eredetű szerves anyagok anaerob rothasztásával nyert gáznemű energiahordozó, amely metán, szén-dioxid és számos más vegyület keveréke. Keletkezésének feltétele a megfelelő mennyiségű szerves anyag, az oxigéntől elzárt környezet, és metánbaktériumok jelenléte. A rothasztásban mezofil és termofil baktériumok vesznek részt, amelyek számára az optimális hőmérséklet 30-37°C, illetve 50-55°C, így a gáztermelés folyamata erősen hőmérsékletfüggő. A termelés hatékonyságát befolyásolja az alapanyag összetétele, kémhatása és nedvességtartalma is. Az összetétel tekintetében fontos szempont, hogy ne tartalmazzon toxikus anyagokat. Ha több, könnyen lebomló szerves anyagot, például cukrot, keményítőt és szerves savat tartalmaz, annál gyorsabban alakítható biogázzá, és a gázhozam is annál nagyobb. Ezt figyelembe véve az almatörköly jó nyersanyag biogáz előállítására, a 15% szerves anyag tartalmú gyümölcstörkölyből a kinyerhető metángáz 0,29-0,47 m³/kg szárazanyag (KÓNYA, 2000).

Az almatörköly száraz feldolgozása

Az almatörköly száraz úton történő feldolgozása során szárítást és aprítást végeznek. A porítás után rostos almapor, rosttableta, hordozó, illetve állományjavító anyag nyerhető. A szárítás, aprítás, osztályozás és granulálás következtében a technológia energiaigénye jelentősen megnő, emellett a környezetterhelési pontérték növekszik. A technológia megítélésekor azonban azt is fontos figyelembe venni, hogy a hulladék jelentősen lecsökken, 100 kg almatörkölyből 25 kg almaport lehet előállítani és 10 kg hulladék keletkezik (TÓTH, 2004).

Fermentációs eljárásban való hasznosítás

Az almatörköly magas poliszacharid tartalma mellett mono-, di- és oligoszacharidokat, valamint szerves savakat (almasav, citromsav) tartalmaz, ezen kívül fémionokban is gazdag. Ezek a tulajdonságok kedveznek a mikroorganizmusok szaporodásának, így fermentációs eljárásokhoz mikrobiológiai szubsztrátként használható (GULLÓN et al., 2007). A fermentáció költsége így csökken, hiszen az almatörköly olcsó mezőgazdasági melléktermék. A fermentációhoz használt mikroorganizmus általában gomba, a folyamat végtermékei lehetnek szerves savak (pl. tejsav), enzimek, etanol, metanol, antibiotikumok, íz- és aromakomponensek, valamint egyéb bioaktív anyagok (MARTINS et al., 2011). Fermentálással, élesztőfajok segítségével almatörkölyt használva szubsztrátként etanolt (HANG et al., 1987) vagy ecetsavat kaphatunk, anaerob körülmények közt metán és hidrogén előállítására is használható (WANG et al., 2010).

Az alma saját belső enzimrendszere is felhasználható szerves anyagok kémiai transzformációjára. A biokatalízis hatékonyságát növelik az almatörkölyben levő ásványi anyagok, amelyek kofaktor

szerepet töltenek be a különböző bioszintetikus folyamatokban (BHUSHAN et al., 2008). Többszörösen telítetlen zsírsavakból biokatalízissel aromakomponensek állíthatók elő, az alma lipoxigenáz enzime a linolénsavat egy köztes terméké alakítja, amit a hidroperoxid-liáz alakít illékony komponenssé (ALMOSNINO és BELIN, 1991).

Pektin kinyerése

Az almatörköly oldható és oldhatatlan rostokat egyaránt tartalmaz, főbb alkotói a pektin (5,05-15%), cellulóz (7,2-43,6%), hemicellulóz (4,26-24,4%), lignin (15,3-23,5%) és a mézga (BHUSHAN et al., 2008, MARCON et al., 2005). Az almatörköly egyik legrégebbi hasznosítása a pektin kinyerése (SCHIEBER, et al., 2001; BHUSHAN et al., 2008). Etanolos, többlépcsős ellenáramú módszer használatával 90%-os pektinkihozatal érhető el, de a kinyert pektin gélképző tulajdonsága gyenge. Nem ellenáramú etanolos extrakcióval a kihozatal 72% és az így nyert pektin tulajdonságai megfelelőek, így e módszer használata javasolható. A kihozatalra az extrakciós idő, a pH és a metiláció foka is hatással van (SHALINI és GUPTA, 2010).

A pektin kinyerésével és hasznosításával kapcsolatban probléma a fenolos komponensek oxidációja által okozott barnulás, ami az élelmiszeripari felhasználást nehezíti. RENARD és munkatársai (1996) hidrogén-peroxiddal próbálták fehéríteni az almatörkölyt, ami azonban a pektinek degradációját és csökkent polifenol kihozatalt eredményezett. A pektinek és polifenolok együttes kinyerésének módszerével (SCHIEBER et al., 2003) azonban világosabb pektin nyerhető és a polifenol kihozatal sem romlik.

Sütőipari termékekben történő felhasználás

Számos kísérletet végeztek rostban gazdag péksütemények előállítására almatörköly por lisztbe keverésével (FIGUEROLA et al., 2005; SUDHA et al., 2007; PAPP, 2009) (M4. 1-2. kép). Ezekről a péksüteményekről általánosságban az mondható el, hogy az almatörköly por növelésével nőtt a vízmegkötő képesség, nőtt a termék rosttartalma és tömege, viszont csökkent a térfogata és energiatartalma. 25%-ban hozzáadva a liszthez, továbbra is jó minőségű termék jön létre, melynek nemcsak rosttartalma, hanem polifenol tartalma is nagyobb. CARSON és munkatársai (1994) vizsgálatai szerint zabot tartalmazó süteménybe téve almatörkölyt, az nem befolyásolta a termék méretbeli tulajdonságait és a színét, viszont az érzékszervi követelményeknek csak részben feleltek meg a termékek. KAUSHAL és JOSHI (1995) munkájuk során különböző almatörköly mennyiségeket (10-50%) tartalmazó süteményeket készítettek. Eredményeik szerint 30% almatörköly por hozzáadásával még jó minőségű keksz állítható elő. Az almatörkölyvel dúsított termékek előállítása hasznos lehet, ha közfogyasztásba kerülne jelentős mértékben növelhetné a rostfogyasztást hazánkban (PAPP, 2009).

Antimikrobiális hatású extraktumként való felhasználás

Az utóbbi években egyre több kísérletet végeznek almatörkölyvel (LU és FOO, 2000; CETKOVIC' et al., 2008; GARCÍA et al., 2009; SUAREZ et al., 2010), valamint egyéb élelmiszeripari melléktermékkel (SCHIEBER et al., 2001; GORINSTEIN et al., 2001; MAKRIS et al., 2007) azok hasznos anyagainak, főként polifenolok kinyerésének céljából. A polifenolok élelmiszerekhez való adagolása alkalmas arra, hogy az élelmiszerek szerkezetét, minőségét, biztonsági és higiéniai tulajdonságát javítsák. A növényi eredetű élelmiszerekben található polifenolok felelnek sok esetben a szín, az aroma, kesernyés vagy savanyú íz, továbbá az illat kialakításáért, valamint a káros oxidációs folyamatok megakadályozásáért (NACZK és SHAHIDI, 2004; ABAD-GARCÍA et al., 2007).

A természetes antimikrobás anyagok hatékonyságát számos laboratóriumi kísérlettel bizonyították, azonban gyakorlati alkalmazásukra az élelmiszeriparban még kevés példa van. Ennek oka valószínűleg, hogy a szükséges mikróbagátló koncentráció az élelmiszerekben általában nagyobb, mint a laboratóriumi tápközegben. A hatékony komponensek az élelmiszer zsír fázisába oldódhatnak, vagy az élelmiszer fehérjéi megköthetik azokat. A fenolos anyagok és illóolajok erős illatuk miatt hátrányosak lehetnek az érzékszervi tulajdonságok szempontjából. További kutatásokra van szükség hatásmechanizmusuk és az élelmiszer-komponensek kölcsönhatásának felderítésére (DEÁK, 2006). A bogyós gyümölcsök, fűszer- és gyógynövény extraktumok, valamint az élelmiszeripari melléktermékek, mint a szőlő- és az almatörköly a leggyakoribb növényi anyagok, amelyeket ebből a célból vizsgálni érdemes.

GARCÍA és munkatársai 2009-ben az almatörköly metanolos és acetonos kivonatát tesztelték antioxidáns tulajdonságra. Továbbá az egyszerű herpesz vírus 1 (HSV-1) és 2 (HSV-2) típusán keresztül a vírusellenes hatást is vizsgálták. Vizsgálataik szerint acetonos extrakció alkalmazása szükséges nagy mennyiségű fenolos vegyület kinyeréséhez. A fenolos komponens összetételét jelentősen befolyásolta az extrakciós eljárás. A vizsgált polifenolok között a legjelentősebb a dihidrokalkonok családja volt, ezen belül a kvercetin glikozidok. Az almatörköly kivonatok mind a HSV-1 és HSV-2 vírusfajtát képesek voltak gátolni.

SUN és munkatársai 2010-ben almatörköly polifenol extraktumot tesztelt 6 féle baktérium, 3 féle penész és 3 féle élesztő esetében. A polifenolok gátló hatása 6 baktériumnál volt egyértelműen megfigyelhető, beleértve a *Staphylococcus aureus*t, és ezt a gátló hatást 3 különböző koncentrációnál (2, 6, 10 g/l) tapasztalták. Az eredmények az alma polifenolok széles spektrumú antimikrobás hatását bizonyítják, beleértve a Gram-pozitív és a Gram-negatív baktériumokat is.

Azonban az eredményeik alapján nincs gátló hatása a penészekre és az élesztőkre. Az alma polifenolok koncentrációjának növelésével arányosan a feltisztulási zóna is nő.

JUNEJA és munkatársai 2013-ban alma polifenol por antimikrobás hatását vizsgálták meg darált marhahúsban *Listeria monocytogenes* gátlására. A darált marhahúst *Listeriával* beoltották és különböző hőmérsékleteken (57,5; 60; 62,5°C) 80% polifenolt tartalmazó almaport, valamint NaCl-ot alkalmaztak együtt és külön-külön is különböző koncentrációkban (0-3%) gátlóanyagként. Munkájuk során arra az eredményre jutottak, hogy a legmagasabb antimikrobás hatást 2,5% almatörköly por és 0,5% NaCl kombinációnál érték el.

Egyéb élelmiszeripari felhasználás

Az alma valamint más antioxidánsokban gazdag zöldség- és gyümölcsmaradványok felhasználhatók természetes adalékanyagként, az antioxidánsok ugyanis növelhetik az élelmiszerek stabilitását az oxidatív károsodás és lipidperoxidáció gátlásával (MAKRIS et al., 2007). A benne található nagy mennyiségű almahéj miatt az almatörköly antioxidáns tartalma sokkal magasabb, mint az almapépé, ezért antioxidáns forrásként is felhasználható (LAVELLI és CORTI, 2011). Táplálék-kiegészítőként alkalmazva az antioxidáns fogyasztás növelhető, ami hozzájárulhat az egészséges táplálkozáshoz.

Az almatörköly port gyakran alkalmazzák bizonyos termékek dúsítására, például jégkrémek (SOUKOULIS et al., 2009) és almalevek (IBRAIHM et al., 2011) gyártása során. A megfelelő kezelések után almatörköly dzsem és mártás is készíthető belőle (JOSHI et al., 1996). Mivel az íze szinte megegyezik az alma ízével, 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 enzimikus kezelés nélkül alkalmazható (ROYER et al., 2006).

MIN és munkatársai (2010) kísérlete szerint almatörkölyből kinyert pektinben gazdag anyag akár zsírhelyettesítőként is használható az élelmiszerekben. A kísérlet során az almatörkölyből készült pektinnel dúsított kekszek gázvisszatartó képessége megváltozott, kisebb átmérőjűek és magasabbak lettek, a nedvességtartalmuk növekedett. Ezáltal lágyabb textúrájú, de kisebb zsírtartalmú, egészségesebb terméket kaptak.

A viszkozitás növelése érdekében GRIGELMO-MIGUEL és MARTÍN-BELLOSO (1999) szamócalekvárba őszibarack törkölyt adagolt. Lekváfélékhez a rosthozzáadás, bár egészségtudatosság szempontjából sem elhanyagolható tényező, elsődlegesen a termék reológiai tulajdonságainak befolyásolása a cél. A növényi rost poliszacharid láncainak felépítése

eredményezi, hogy ezek az anyagok, így az almatörköly is, jó vízfelvevő és víztartó képességgel rendelkeznek, ez a gélképződés folyamatát is segíti (FIGUEROLA et al., 2005), így a kutatások alátámasztják, hogy az almatörkölynek van helye a természetes állománykialakító adalékok sorában.

2.3. Lekvárok, dzsemek, zselék

2.3.1. Lekváfélék csoportosítása, jellemzőik

A lekváfélék a Magyar Élelmiszerkönyv 2-601 irányelve szerint olyan gyümölcskészítmények, amelyeket egy vagy többféle, friss vagy tartósított gyümölcsből, cukorral vagy anélkül (esetleg mézzel vagy édesítőszerrel) a kívánt töménységűre főznek és hőkezeléssel, tartósítószerrel vagy a fenti módszerek kombinálásával tartósítanak.

A lekváfélék előállításához az arra alkalmas gyümölcsfélék megfelelően előkészített ehető része használható. A felhasznált gyümölcsstartalom mennyisége az alapanyagtól függően eltérő, de a legtöbb esetben legalább 35 (m/m)%. Általában tartalmaznak hozzáadott cukrot, amely részben, vagy teljesen helyettesíthető barnacukorral, édesítőszerrel, melasszal vagy mézzel. A magas cukortartalomnak köszönhetően a termék mikrobiológiai stabilitása nagy.

A lekváfélék 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 lekváfélékhez tartoznak a sütésálló lekvárok, valamint az öntetek, fagyaltalpok és tejipari lekvárok.

A Magyar Élelmiszerkönyv a lekváféléket 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).

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

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

Zselé: A zselék rugalmas tulajdonságú kolloid gélek, amelyek egy vagy többféle gyümölcsből készülnek, cukor, zselírozóanyag és 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.% vízdoldható 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).

2.3.2. Sütésálló gyümölcskészítmények

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-601 irányelve szerint **sütésállónak** nevezhető egy termék, ha a gyártó által a címkén feltüntetett paraméterek mellett a jellemző tulajdonságait megőrzi. A „sütésálló” megnevezés használata esetén, az élelmiszer címkéjén minden esetben utalni kell a felhasználás hőfokára és időtartamára. 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-e fel.

A sütésálló gyümölcskészítmények minőségét a gyártástechnológia, a kémiai összetétel, valamint ezek kombinációja határozza meg. A felhasználás szempontjából fontos, hogy könnyen kezelhető, tölthető legyen, valamint a kívánt textúrát tartsa meg a készítményben. Gyakran a tésztafélével együtt fagyasztják, majd felengedtetés után sütik. Lényeges tehát, hogy a téstával együtt lehessen sütni és közben megtartsa az alakját, tömegét és érzékszervi tulajdonságait.

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 állag megtartásához fontos, hogy nem forrhat, nem olvadhat és nem veszíthet vizet.

Korlátozottan sütésálló 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 teljesen szétolvad és elfolyik, akkor a termék **nem sütésálló**. A forrás és gőzképződés miatt buborékok keletkeznek, amelyek a termékből távoznak, így a felszín a sütés után kráteressé válhat.

A termékek sütésállóságának vizsgálata különböző tesztek segítségével valósulhat meg.

1. sütési teszt:

Ezt a sütési tesztet korlátozottan sütésálló termékek esetében alkalmazzák. 40 mm átmérőjű, 5 mm vastag fém gyűrűre tesztnek egy 50 mm átmérőjű, 4 mm vastag tésztát, és erre helyezik a tesztelni kívánt terméket. 15 percen át 200°C-on (előmelegített, alsó-felső sütésű sütőben) sütik.

2. sütési teszt:

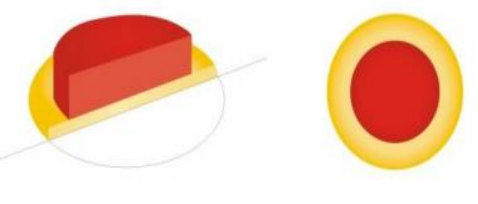
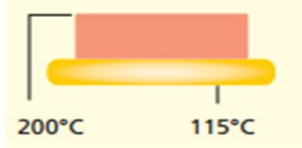
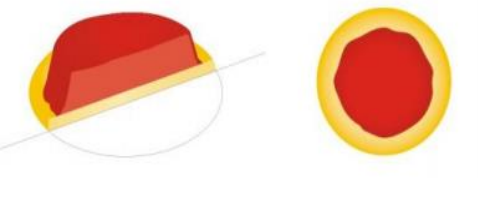
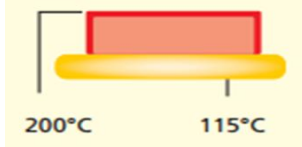
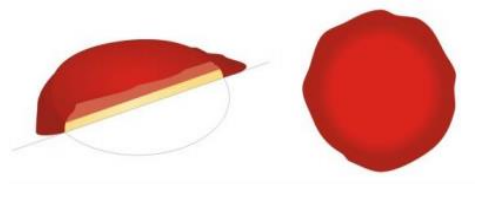

Nagy sütésállósággal rendelkező termékek esetében alkalmazzák. 60 mm átmérőjű, 10 mm vastag fémgyűrűre 80 mm átmérőjű 4 mm vastag tésztát helyeznek. A tésztára helyezett tesztelni kívánt terméket 20 percig sütik 200°C-on (előmelegített, alsó-felső sütésű sütőben).

3. sütési teszt:

Ennél a sütési tesztnél mindössze egy szűrőpapírt helyeznek közvetlenül a sütő tálcára, és erre a papírra helyezik a tesztelni kívánt terméket. Így a lekvár közvetlenül érintkezik a sütő lappal és így még erősebben ki van téve a hőnek, mint az 1. és a 2. teszt esetében. Ez a legelterjedtebb sütésállósági vizsgálat.

A fém gyűrű, amire a szűrőpapírt helyezik, 60 mm átmérőjű és 10 mm vastag, a rá helyezett papír 90 mm átmérőjű. A sütési idő szintén 20 perc, 200°C-on, előmelegített, alsó-felső sütésű sütőben (INTERNET 1).

A sütés után vizsgálják a termék alakját, tömegét, felületét és a terület mértékét, amelyből a termék állományára lehet következtetni. Sütésálló termékek esetében fontos, hogy az olvadáspont magasabb legyen, mint a sütési hőmérséklet. Ezen feltétel mellett a gyümölcs készítmény alakja nem változhat a sütési technológia alatt. Ezt mutatja be a 2. ábra.

<p>Sütésálló olvadáspont >200°C</p>		<p>Fakó, fénytelen felület</p> 
<p>Korlátozottan sütésálló olvadáspont 115-120°C</p>		<p>Fényes felület</p> 
<p>Nem sütésálló olvadáspont <115°C</p>		

2. ábra. Sütésállóság vizsgálata (INTERNET 1)

A sütésállóság a vízvesztés vizsgálatával is meghatározható. Ebben az esetben a sütés során szűrőpapírt helyeznek a termék alá, és azt vizsgálják, hogy a sütés ideje alatt a szűrőpapír mennyi vizet kötött meg. Sütésálló termékeknél fontos kritérium a szinerézis mentesség.

2.3.3. Lekvárfélék gyártástechnológiája

A lekvárfélék elkészítésén a késztermék minőségi jellemzőihez igazított főzet összeállítását és készre főzését értjük. A lekvárkészítés az alapanyagok kimérésével, az adalékanyagok vízben vagy gyümölcslemben történő feloldásával és a gyümölcs alapanyag 70-80°C-ra történő felmelegítésével kezdődik. A cukor a felmelegített gyümölcs alapanyagba kerül, és a főzési folyamat során a cukor egy része glükózzá és fruktózzá invertálódik. Ez az invertcukor stabilizálja a zselés szerkezetet, azonban nagy mennyiségben nem keletkezhet, mert a nagy mennyiségű invertcukor károsítja a zselé szerkezetét. Az inverzió mértéke függ a pH-tól, a főzési hőmérséklettől és az időtartamtól. Fontos, hogy a pH alacsony legyen, mert ez csökkenti le a cukor kristályosodásra való mértékét (CANCELA et al., 2005). Főzés közben az anyag a párolgás miatt töményedik. Az előírt szárazanyag tartalom elérésekor a megfelelő állomány kialakítása végett állománykialakító oldatot kell adni, ami a legtöbb esetben pektin oldat. Ezután folytatni kell a főzést 3-5 percig, hogy a víz-cukor-pektin rendszerből megfelelő térhálós szerkezet, gél alakuljon ki.

A kialakuló gél szilárdsága függ a pektin koncentrációjától, tulajdonságaitól, a közeg pH-jától és a cukortartalomtól. Leggyakrabban szacharózt alkalmaznak a lekvárok gyártásánál, mert ez tudja

a legjobban segíteni a pektin térhálós szerkezetének kialakulását (SUUTARINEN, 2002). A lekvárfélékhez általában alkalmazott pektin koncentráció 0,5-1,0% között van (GENOVESE és SINGH, 2010). Mivel a pektinek csak megfelelő pH érték mellett képesek a térhálós szerkezet kialakítására, ezért nagyon fontos az optimális pH érték betartása, amely pH=3 körül van. Mindössze 0,5 pH eltérés esetén a pektin zselésítő képessége nagymértékben csökken, ezért a lekvárok pH-ját citromsav adagolással be kell állítani. Az előzetesen vízben feloldott savat közvetlenül a főzés befejezésekor kell a főzethez adagolni. Lekvárfélék főzésére legelterjedtebben gömbvákuum üstöt alkalmaznak (HORVÁTH, 2007/a).

A közvetlen fogyasztásra szánt lekvárokat kisméretű üvegekbe töltik és hőkezeléssel tartósítják. A hőkezelés üvegek esetében 92-98°C-os pasztörözést jelent alagút pasztörben. Pasztörözés után vízpermettel a terméket azonnal lehűtik, hogy a pektinlánc és a kialakult gél szerkezet ne károsodjon. Kivételt képeznek a pasztörözés alól a sűtészálló gyümölcskészítmények, amelyeket nem hőálló műanyag dobozokba, vagy polietilénnel bélelt papírdobozokba töltenek, így ezeket a termékeket tartósítószerrel tartósítják. Lekvárok esetében a legelterjedtebb tartósítószer a káliumszorbát (E 202) (HORVÁTH, 2007/b).

2.3.4. Lekvárfélék állománykialakítása

Az 1333/2008/EK rendelet szerint, adalékanyag minden olyan élelmiszerként önmagában nem fogyasztott és jellemző élelmiszer összetevőként nem alkalmazott anyag – tekintet nélkül arra, hogy van-e tápértéke vagy sem –, amelyet az adott élelmiszer gyártása, feldolgozása, elkészítése, kezelése, csomagolása, szállítása és tárolása során technológiai célból szándékosan adnak az élelmiszerhez, melynek eredményeként önmaga vagy származéka közvetlenül vagy közvetetten az élelmiszer összetevőjévé válik.

Az állománykialakítók olyan természetes, vagy mesterséges úton előállított anyagok, amelyek az élelmiszerek konzisztenciájára kis koncentrációban is hatnak, megváltoztatva, vagy stabilizálva azt.

Az állománykialakítók jelentős része természetes eredetű, általában a növények energiatároló vagy szerkezeti anyagaiból készülnek. Ide 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 kombinálva sűrítő vagy zselésítő anyagként funkcionálnak (HORVÁTH, 2007/b). Az állománykialakítók közül a gyümölcsfeldolgozó ipar a szilárdítószereket, emulgeátorokat, stabilizátorokat, sűrítőket és

gélképzőket alkalmazza. Lekvarkészítmények esetében zselésítő anyagként leginkább pektint alkalmaznak.

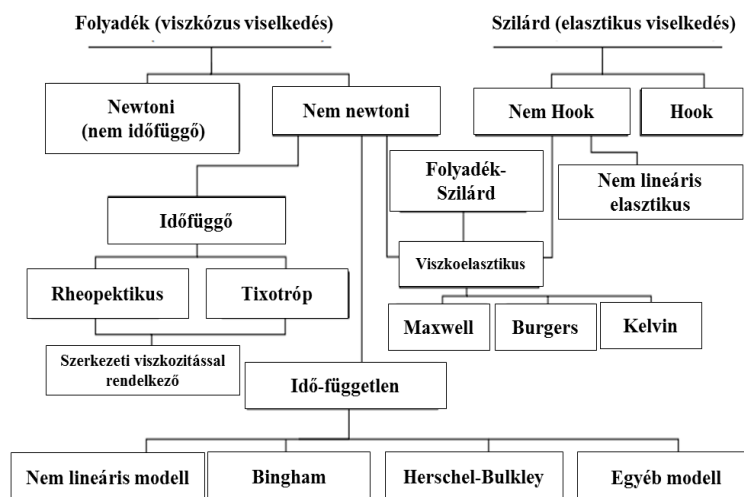
2.4. Reológiai módszerek áttekintése

2.4.1. A reológia alapjai

„A reológia a deformációkkal, a deformációk és az őket előidéző erők közötti törvényszerűségekkel, a deformációk és az erők időfüggvényeivel, továbbá e törvényszerűségek és függvények külső hőmérséklettől és nyomástól való függésével foglalkozik” (TÓTH, 2000).

Az anyagok alapvető reológiai tulajdonságai a viszkózusság, plasztikusság és rugalmasság, amelyek az anyagok állapotától és a terhelés körülményeitől függően különböző mértékben érvényesülnek. Az adott reológiai rendszer viselkedését ezeken kívül befolyásolja a hőmérséklet, a külső nyomás. Amikor egy testet erőhatás ér (pl. nyomóerő, nyírás), deformáció következhet be. Az anyagokra ható azon erők, amelyek nem hoznak létre sebességváltozást két komponensre bonthatók: a nyíró- és nyomóerőre. Nyíróerőn a testekre ható érintőirányú erőket értjük. Ez az erő lehet izotrop, amelynél a testen létrejövő deformáció a tér minden irányában azonos vagy anizotrop, amelynél az erő irányától függő alakváltozás: deformáció lép fel. Az anizotrop erők hatására létrejövő alakváltozásokat három nagy csoportra lehet osztani. Elasztikus deformációról beszélünk, ha a fellépő erő hatására reverzibilis változást szenved a test, vagyis az alakváltozás után statikus egyensúly áll be és az erőhatás megszüntetése után a deformáció is megszűnik: a test visszanyeri eredeti alakját. Az ilyen tulajdonságokat mutató testet elasztikus (rugalmas) testnek nevezzük. Irreverzibilis alakváltozás esetén megkülönböztetünk viszkózus és plasztikus testeket. Ha az erő hatására dinamikus egyensúlyi állapot áll be, akkor a test viszkózus, ha nem áll be egyensúly a deformáló erő hatására, akkor a test plasztikus.

Reológiai mérésekkel folyadékok folyási tulajdonságait és szilárd anyagok deformációját egyaránt vizsgálhatjuk. Az anyagok kétféle ideális reológiai viselkedést mutatnak: az ideális viszkózus (newtoni folyadékok) és az ideális elasztikus, rugalmas (rugó). A legtöbb anyag viszkózus és elasztikus tulajdonságokkal is rendelkezik, ezért viszkoelasztikus anyagoknak nevezzük őket (3. ábra). A valóságban bár eltérő arányban, de minden anyagban jelen van az összes reológiai alaptulajdonság (GASZTONYI és BOGDÁN, 1985).



3. ábra. A reológiai viselkedés csoportosítása (STEFFE, 1996)

2.4.2. Reológiai mérési módszerek

A fogyasztók az élelmiszert annak megvásárlása előtt számos tényező szerint választhatják ki. Ilyenek többek közt a csomagolás, a megjelenés és az ár is. A megjelenés és a szín döntő vásárláskor, ugyanis ezzel az érzékszervi tulajdonsággal találkozik a vásárló legelőször. Ezt követi természetesen az élelmiszer illata és íze, de nem feledkezhetünk meg az élelmiszer állományáról sem. Minden élelmiszer egy magára jellemző textúrával, állománnyal bír. Ez a fogyasztó számára is megszokott és elfogadott, az adott élelmiszer hozzá tartozó alaptulajdonsága, és egyben alapvető elvárás fogyasztói és felhasználói részről.

Kutatások bizonyítják az állomány, mint érzékszervi tényező fontosságát (SCHIFFMANN, 1977; SCHIFFMANN et al., 1978). A kísérletek során 29 féle étel kóstoltatására került sor. Mindegyik ételt előzőleg pürésítették, így azok eredeti állományukat elveszítve kerültek vizsgálat alá. A legtöbb ételt természetes textúra híján nem ismerték fel a résztvevők, a répát csak 51%-uk tudta beazonosítani, míg ez az arány marhahús esetén 41%, sertéshús kóstolása során pedig mindössze 15% volt. Az adott élelmiszere gondolva a fogyasztó tehát nem csak az ízt, de az állományt is társítja a termékhez, így annak meg kell felelnie az elvárásoknak.

Az állományt érzékszervi és műszeres módszerekkel is értékelhetjük. Sajnos az érzékszervi vizsgálatok költségesek és nehezen reprodukálhatóak, míg a műszeres mérések könnyen megismételhetőek, kevésbé költségesek azonban időigényesek. Az állomány tulajdonságait különböző módon fejezhetjük ki, mint pl.: keménységgel, rugalmassággal, rághatósággal, kenhetőséggel, törékenységgel, viszkózussággal (SZCZESNIAK, 2002).

BOURNE (2002) szerint az anyag szerkezetének fontossága szerint 3 kategóriába sorolhatjuk az élelmiszereket. Kritikus fontossággal bír az anyag szerkezete olyan termékeknél, amelyeknél az

anyag minősége dominál, ilyen például a hús, a chips. Fontos az anyag szerkezete, amikor ezzel hozzájárulunk a minőséghez, például sajtok, lekvárfélék. Kevésbé fontos azoknál a termékeknél, ahol elhanyagolhatóan befolyásolja a minőséget, például italoknál, üdítőknél.

A különböző elveken alapuló reológiai módszerek széles skálája lehetőséget biztosít a különböző halmazállapotú, eltérő szerkezetű élelmiszerek objektív minősítésére.

1. Állománymérés

Az állományvizsgálati módszereket többféleképpen csoportosíthatjuk:

- **Érzékelésen alapuló módszerek** tapintással, szemmel, szájjal (SZCESNIAK, 2002)

Egy vizsgáló személy érzékszervi vizsgálattal azonosítja, néhány esetben számszerűen az élelmiszer egy vagy több állomány jellemzőjét. Hátránya, hogy szubjektív.

- **Műszeres módszerek**

A vizsgálat során a minta deformációt szenved. Előnye, hogy az eredmény jól definiált mértékegységekben kifejezhető, számszerűsíthető a deformáció mértéke. Hátránya, hogy a természetes és a feldolgozott élelmiszerek komplex és nem egynemű szerkezetűek.

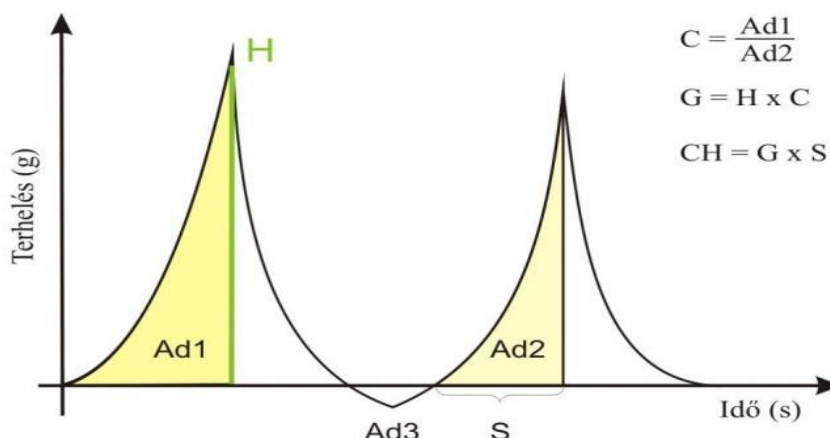
Penetrációs mérés

Az egyik legmeghatározóbb állománymérési módszer, amely során az anyagban fellép a nyúlási erő, a nyírási erő és a szerkezet megtörik. A vizsgálati eredmények az érzékszervi vizsgálatok eredményével jól korrelálnak. A vizsgálatokat különböző átmérőjű hengerekkel, vagy különböző nyílásszögű kúppal végezhetik (SAHIN és SUMNU, 2006).

Állományprofil-analízis

Az állományprofil-analízis módszere (Texture Profile Analysis: TPA) a harapás (rágás) mechanikai modellezésén alapul. A TPA általánosan elterjedt, szinte szabványosan használt módszer a különböző élelmiszerek állományi tulajdonságainak jellemzésére (BOURNE, 1974; RAO et al., 2005). A vizsgálandó mintákat egymás után ismétlődő deformációnak tesszük ki az adott nyomótesttel deformálva, majd a terhelést megszüntetve (LÁSZTITY és TÖRLEY, 1987). A TPA módszer a különböző élelmiszeripari termékek állományának objektív meghatározására szolgál, így vizsgálhatunk vele zöldségeket, gyümölcsöket, tésztákat, pékárukat és kenhető, krémszerű termékeket, pl. vajkrémeket, lekvárokat, pástétomokat is. A mérés azt mutatja meg, hogy mekkora erő szükséges a minta adott deformációjához (összerágásához), amelyet adott sebeséggel hozunk létre. Az állománymérő berendezések az idő függvényében regisztrálják a

deformáló terhelést. A mért terhelések alapján ábrázolható a minta állományprofilja (4. ábra), amelyről leolvashatóak, illetve kalkulálhatóak a következő paraméterek:



H:	keménység [g] (hardness)	S:	rugalmasság [mm] (springiness)
Ad ₁ , Ad ₂ :	az 1, illetve a 2. csúcs alatti terület	C:	kohézió [-] (cohesiveness)
Ad ₃ :	adhézió [gs] (adhesiveness)	CH:	rágósság [gmm] (chewiness)
G:	gumisság [g] (guminess)		

4. ábra. Az állományprofil és főbb paraméterei (LÁSZTITY és TÖRLEY, 1987 alapján)

A mért adatok alapján objektíven értékelhetőek a minták érzékszervi tulajdonságai. A görbékből nemcsak a minták keménységére lehet következtetni, hanem a mérőfej visszahúzásánál fellépő adhézión erőből és munkából a minták tapadósága is mérhető.

2. Viszkozimetria

A viszkozitás mérésének három fő módszere van, amelyek a kapilláris, esőgolyós és rotációs mérési módszerek. A kapilláris viszkoziméterekkel a kinematikai viszkozitás, míg az esőgolyós és a rotációs reométerekkel a dinamikai viszkozitás mérhető.

Kapilláris viszkoziméterek

Alapja, hogy a meghatározott térfogatú vizsgálandó folyadékot adott méretű és keresztmetszetű kapillárison áramoltassuk. Az adott mennyiségű folyadék átáramlási idejéből az áramlás törvényei segítségével (pl.: Hagen-Poiseuille összefüggés) számolható a viszkozitás (BOURNE, 2002).

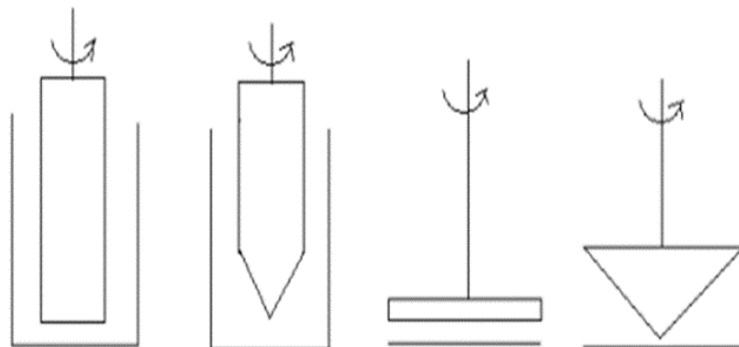
Ejtőgolyós viszkoziméterek

Az ejtőgolyós viszkoziméterrel ismert sugarú és sűrűségű golyó alakú test folyadékban történő süllyedési sebessége mérhető, majd Stokes-törvény segítségével számolható a viszkozitás. Minél nagyobb a folyadék viszkozitása, annál lassabb lesz a gömb esési sebessége (FETTER, 2004; LÁSZTITY és TÖRLEY, 1987). Egyik legelterjedtebb típusa a Höppler féle ejtőgolyós viszkoziméter (BOURNE, 2002).

Rotációs viszkozimetriás módszer

Rotációs mérési módnál a vizsgálandó mintát két mérőelem közé helyezik, annak érdekében, hogy egy meghatározott deformáció-sebességet (vagy nyírófeszültséget) hozzanak létre az anyagban. Rendszerint az egyik elem áll, a másik pedig meghatározott sebességgel forog.

A mérőrendszerek alapján az alábbi viszkoziméter típusok ismeretesek: koncentrikus hengerek, kúp-lap mérőrendszer, lap-lap mérőrendszer, speciális alakú keverőelemek és hengerek (5. ábra)



5. ábra. Rotációs viszkoziméterek mérőrendszerei (MEZGER, 2006)

A rotációs mérési módokat a folyási tulajdonságok vizsgálatára a newtoni vagy nem-newtoni folyadékok folyásgörbéjének meghatározására alkalmazzuk. A folyásgörbe kétféle módszerrel határozható meg, illetve mérhető ki: mérjük a nyírófeszültséget a deformációsebesség függvényében (CSR: controlled shear rate method) vagy a deformációsebességet mérjük a nyírófeszültség függvényében (CSS: controlled shear stress method) (MEZGER 2006).

Newtoni folyadék

A newtoni folyadékok ideális viszkózus anyagok, a nyírófeszültség és a deformáció-sebesség között lineáris az összefüggés, a viszkozitás állandó minden deformáció-sebesség esetén.

A newtoni folyadékok folyási tulajdonságait – lamináris áramlás esetén – a viszkozitás értékkel jellemezzük.

Nem-newtoni folyadék

A nem-newtoni folyadékok esetében a folyásgörbe vagy nem lineáris, vagy nem halad át az origón. A folyási tulajdonságok attól függnnek, hogy mekkora deformációnak, mekkora erőhatásnak tesszük ki őket, illetve gyakran attól is, hogy milyen időtartamig. A nem-newtoni folyadékok esetén a viszkozitás függ a deformáció-sebességtől, ezért az anyag viszkozitását adott deformáció-sebesség értéknél tudjuk megadni. Pontosabb képet kapunk azonban ezen anyagok reológiai viselkedéséről a teljes folyásgörbe (nyírófeszültség–deformáció-sebesség) vagy viszkozitás-görbe (viszkozitás–deformáció-sebesség) meghatározásával (MEZGER, 2006).

A folyásgörbe paramétereinek bemutatásához gyakran matematikai modelleket (pl. Ostwald-de Wael, Casson egyenlet) illesztnek a mérési pontokra (BOURNE, 2002). Az egyik gyakran

használt általános modell a Herschel-Bulkley modell, amely a nyírófeszültség τ (Pa) és a hozzá tartozó deformáció-sebesség $\dot{\gamma}$ (1/s) közötti kapcsolatot az alábbi egyenlettel írja le:

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

ahol,

τ = nyírófeszültség (Pa)

τ_0 = folyáshatár (Pa)

K = konzisztencia koefficiens (Pa.s)

$\dot{\gamma}$ = deformációsebesség (1/s)

p = „power law index”, a newtoni viselkedéstől való eltérést számszerűen kifejező hatványkitevő

A nyírófeszültség és a newtoni viselkedéstől való eltérést számszerűen kifejező hatványkitevő alapján a folyadékokat különböző reológiai típusokba lehet besorolni (2. táblázat).

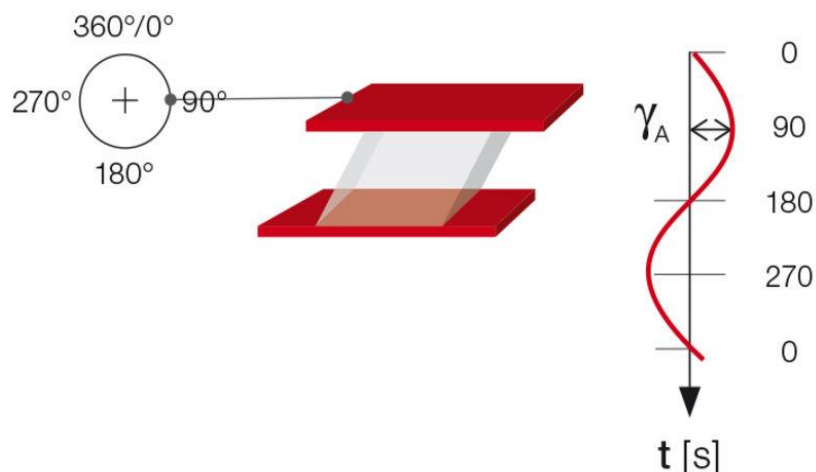
2. táblázat. A folyadékok reológia típusai a folyáshatár (τ_0) és p értékei alapján (STEFFE, 1996)

Reológia típus	τ_0	p	Jellemző élelmiszer
Herschel - Bulkley	>0	$0 < p < \infty$	Húspép, halpástétom
Newtoni	0	1	Víz, tej, növényi olaj
Nyírásra vékonyodó (pszeudoplasztikus)	0	$0 < p < 1$	Banánpüré, narancslé-koncentrátum
Nyírásra vastagodó (dilatáns)	0	$1 < p < \infty$	Nyers kukoricakeményítő oldat
Bingham	>0	1	Sűrített paradicsom
Casson	>0	$1 < p$	Olvasztott csokoládé

Oszcillációs viszkozimetriás módszer

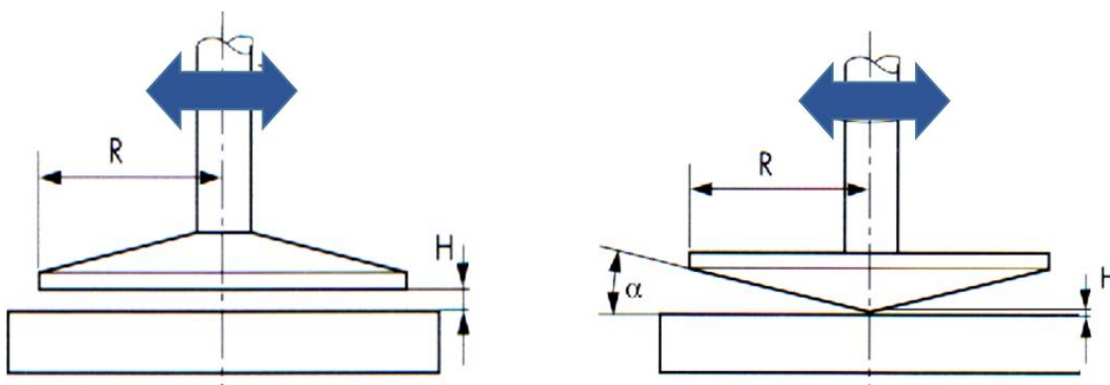
A viszkoelasztikus anyagokat oszcillációs mérés technikával lehet vizsgálni. Ezzel a mérés technikával az alapvető reológiai tulajdonságokat lehet mérni, illetve következtetni lehet az érzékszervileg jellemezhető tulajdonságokra. Az oszcillációs elven alapuló módszerek a viszkoelasztikus folyadékok és szilárd anyagok folyási és rugalmas tulajdonságainak számszerű meghatározására alkalmasak (STEFFE, 1996). Az oszcillációs reológiai méréseknél a mintát két elem közé helyezik, annak érdekében, hogy egy meghatározott deformációt hozzanak létre.

Általában az egyik elem áll, a másik pedig meghatározott sebességgel oszcilláló mozgást végez (6. ábra).



6. ábra. „Two-plates Model” oszcillációs mérésnél (MEZGER, 2011)

A mérőtest tengelyét adott frekvenciával és amplitúdóval, sinusfüggvény szerint oszcilláló mozgattják. A mérésekhez legtöbbször kúp-lap vagy lap-lap mérőrendszert használnak (7. ábra).



7. ábra. Lap-lap és kúp-lap mérőrendszer (FETTER, 2004)

Az oszcillációs elven alapuló módszerek segítségével a viszkoelasztikus szilárd vagy folyékony anyagok vizsgálhatók, továbbá polimer oldatok, paszták, gélek és merev szilárd anyagok folyási, elasztikus és rugalmas tulajdonságainak meghatározására is alkalmasak (STEFFE, 1996; FIGURA és TEIXEIRA, 2007).

Az ideális viszkózus (newtoni) folyadékok esetén az állandó hőmérsékleten mért nyírófeszültség τ (Pa) és a hozzá tartozó deformáció-sebesség $\dot{\gamma}$ (1/s) hányadosa anyagi állandó, amelyet viszkozitásnak η (Pa.s) nevezünk. A newtoni viselkedést a Newton-törvény írja le:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

Az elasztikus (rugalmas) anyagokra jellemző, hogy deformáló erő hatására reverzibilis alakváltozást szenvednek, az erőhatás megszűnése után a deformáció is megszűnik. Az ideális rugalmas anyagok esetén a deformáló erő („stress”, σ [Pa]) és a relatív megnyúlás („strain” ε [%]) hányadosa anyagi állandó, amelyet Young modulusnak, vagy rugalmassági modulusnak (G (Pa)) nevezünk, ezt fejezi ki a Hooke-törvény:

$$\sigma = G \cdot \varepsilon$$

A viszkoelasztikus anyagokra az jellemző, hogy a deformáló erő hatására bizonyos idő elteltével állandó sebességű alakváltozást szenvednek (viszkózus tulajdonság), majd az erőhatás megszüntetése után bizonyos idő elteltével a deformáció megszűnik (rugalmas tulajdonság). Az élelmiszerek között kevés ideális rugalmas, illetve ideális viszkózus anyagot találunk, a legtöbb vizsgálati minta mindkét tulajdonsággal rendelkező viszkoelasztikus anyag. Ezek vizsgálatára alkalmas módszer az oszcillációs mérés technika (MEZGER, 2006).

A mérések során a deformáció és a nyírófeszültség időben szinusz függvény szerint változik és a következő egyenletek alapján írható le:

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

A deformáció-sebesség az alábbi egyenlettel írható le:

$$\dot{\gamma}(t) = \gamma_0 \cdot \cos \omega t = \dot{\gamma}_0 \cdot \cos \omega t = \dot{\gamma} \cdot \sin (\omega t + 90^\circ)$$

Ez azt jelenti, hogy a deformáció-sebesség függvény 90° -os fáziskéséssel követi a deformáció függvényt.

Az ideális viszkózus anyagok esetén a nyírófeszültség egyenesen arányos a deformáció-sebességgel, ezért a nyírófeszültség-, és a deformáció-függvény közötti fáziskésés 90° . A pillanatnyi nyírófeszültség és a deformáció-sebesség összefüggését oszcillációs mérések során a Newton-törvény az alábbi módon fejezi ki:

$$\tau(t) = \eta^* \cdot \dot{\gamma}(t),$$

ahol, η^* (Pa.s): komplex viszkozitás, amely az elasztikus tulajdonságokat is magába foglalja, és gyakorlati szempontból a vizsgált anyag viszkoelasztikus folyási ellenállásának („viscoelastic flow resistance”) tekinthető (MEZGER, 2006).

Ideális elasztikus anyagok esetén a nyírófeszültség a deformációval egyenesen arányos, ebben az esetben a nyírófeszültség- és a deformáció-függvény közötti fáziskésés 0° . Az oszcillációs mérések során az ideális rugalmas anyagokra a Hooke-törvény az alábbiak szerint érvényes:

$$\tau(t) = G^* \cdot \gamma(t),$$

ahol, G^* (Pa): „komplex modulus”, amely gyakorlatilag az anyag szilárdságának tekinthető.

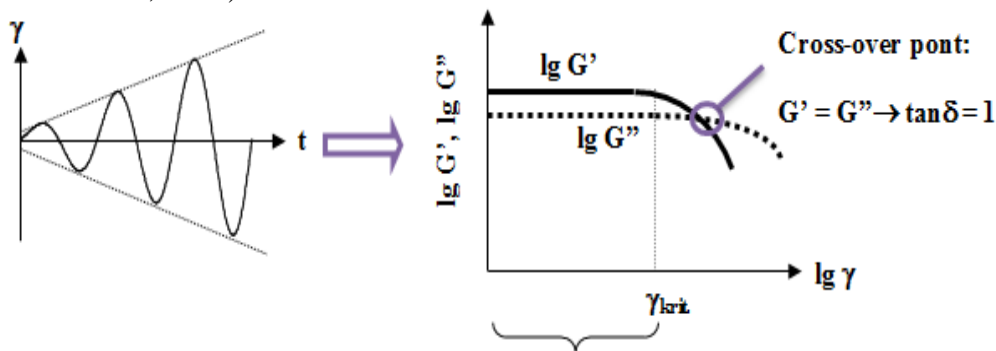
Viszkoelasztikus anyagok esetén a fáziskésés 0° és 90° között van. Az oszcilláló erőhatás és a deformáció közötti fáziskésés mérésével a viszkoelasztikus anyagok mérése egyszerűen megvalósítható. Az oszcillációs mérések során létrehozott deformáció vagy nyírófeszültség függvényében mérjük a szilárd, rugalmas anyagokra jellemző rugalmassági vagy tárolási modulus (G' , Pa) és a viszkózus anyagokra jellemző veszteségi modulus (G'' , Pa), így egyidejűleg a minta elasztikus és viszkózus tulajdonságairól is információkat szerzünk. A rugalmassági modulus (G') a deformációval, míg a veszteségi modulus (G'') a deformáció-sebességgel egyenesen arányos (MEZGER 2006).

Az oszcillációs mérés technika főbb mérési módszerei az amplitúdó söprés és a frekvenciasöprés. A két mérési módszer kiegészíthető paraméter változtatással, mint pl. a hőmérséklet. A hőmérséklet változtatásával, a paraméterek hőmérsékletfüggését tudjuk vizsgálni.

Amplitúdó söprés módszere

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

A mérés kezdetén a két modulus értéke a nyugalmi állapotot tükrözi, majd növekvő deformáció hatására az értékek csökkenésnek indulnak. Azt a kitérést, ahol a G' értékek a kiindulási értékhez képest 5%-kal csökkennek, a lineáris viszkoelasztikus tartomány végének nevezzük (8. ábra). A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy e határ alatt fellépő erő hatására a minta irreverzibilis változást nem szenved. Ez a pont a minta szerkezetének erősségét jellemzi. Fontos információt a mérés során ennek a tartománynak a végpontja, valamint a G' , G'' görbék metszéspontja adhat (MEZGER, 2006). Amennyiben az anyag szilárd, kvázi szilárd akkor $G'' < G'$ és a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa 1-nél kisebb érték, míg folyadékok esetében 1-nél nagyobb (GUGGISBERG et al., 2007).



Lineáris viszkoelasztikus tartomány

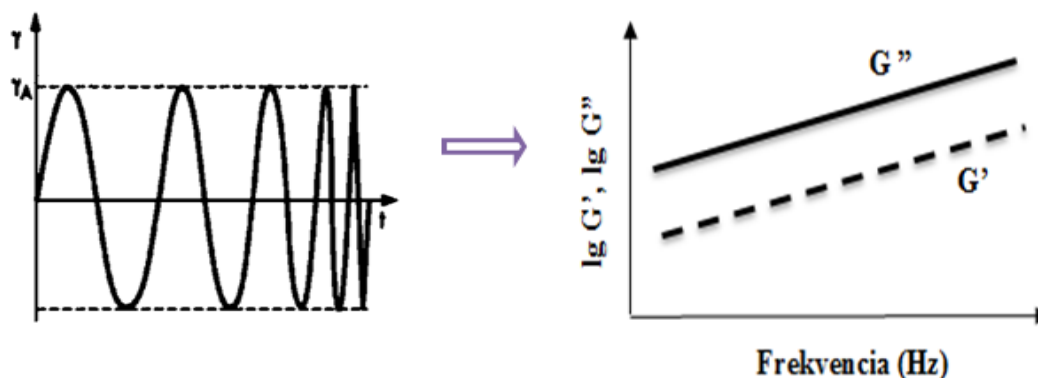
8. ábra. Amplitúdó söprés (MEZGER, 2006)

A két modulus metszéspontjától a minta viszkoelasztikus szilárd anyag helyett viszkoelasztikus folyadékként viselkedik, $G' < G''$ (KASTNER et al., 2014; RAO, 1999). A komplex viszkozitás, kitérés és egyéb a mintára jellemző paraméterek ebből a pontból olvashatóak le. A modulus értékek ezután csökkenő tendenciát mutatnak. Élelmiszeripari alkalmazás szempontjából fontos tényezőket lehet leolvasni az erre a szakaszra illesztett egyenesekről. Ezen értékek mutatják, hogy az anyag növekvő deformáció hatására mekkora ellenállást mutat, vagyis mennyire kenhető.

Az amplitúdó söprés elterjedt mérési módszer az élelmiszeriparban. WILDMOSER és munkatársai 2004-ben előkísérletként alkalmazták, hogy megállapítsák a fagyalt mintáik lineáris viszkoelasztikus tartományának végét. ZEKE és munkatársai 2010-ben különleges norvég tejtermékek vizsgálatára alkalmazta a módszert. JUHÁSZ és munkatársai (2010) különböző zsírtartalmú sajtkrémek és fermentált tejtermékek vizsgálatára alkalmazta az amplitúdó söprését. Az eredményeik alapján a különböző jellegű termékek egymástól jól megkülönböztethetők voltak. Szintén az amplitúdó söprés módszerét alkalmazták GUGGISBERG és munkatársai (2011) is alacsony zsírtartalmú (0,1%) és teljes (3,5%) tejből készült joghurtok vizsgálatára. Csicsókaliszttal készült zsírpótló keverékek reológiai tulajdonságait is vizsgálták amplitúdó söprés módszerével (PENKSZA et al., 2013), amely munka során a csicsókaliszttal készült zsírpótló keverékeket inulinnal készített zsírpótló gélekkel hasonlították össze. A csicsókaliszttal készített zsírpótlók reológiai eredményei igazolták, amit korábbi kutatások az inulin gélkialakító tulajdonságáról írtak (GLIBOWSKI, 2010) és sikerült az inulinnal készített mintákhoz hasonló állományú keverékeket kialakítani. ZEKE (2015) cukrászati krémek, margarinok és fagyaltok esetében alkalmazta az amplitúdó söprés módszerét. Margarinnal végzett munkája során azt vizsgálta, mérhetőek-e reométeres módszerekkel a margarinok, kimutathatóak-e kis különbségek is a minták között. Továbbá tanulmányozta, hogy milyen hatással van az összetétel és a hőmérséklet a reológiai tulajdonságokra.

Frekvencia söprés módszere

A frekvencia söprés alkalmazása során a frekvencia értéke változik, miközben a deformáció vagy a nyírófeszültség amplitúdójának értéke konstans (9. ábra). A maximális kitérést az amplitúdó söprés módszerével állapíthatjuk meg, amely értéknek a lineáris viszkoelasztikus tartományba kell esnie, mert ebben a tartományban a minta nem szenvedhet irreverzibilis változást. Ennél a módszernél az anyag időfüggő viselkedéséről szerezhető információ. Ez frekvencia váltogatással érhető el: alacsony frekvenciánál a hosszú távú stabilitásról, a magas frekvenciánál pedig a rövid távú stabilitásról szerezhetők információk.



9. ábra. Frekvencia söprés (MEZGER, 2006)

Az alacsony frekvencián mért értékek a lassú, míg a nagy frekvencia értékek mellett kapott eredmények a gyors feszültségváltozás hatásait mutatja, ezáltal alkalmazható például élelmiszerek időfüggő tulajdonságainak vizsgálatára (STEFFE, 1996).

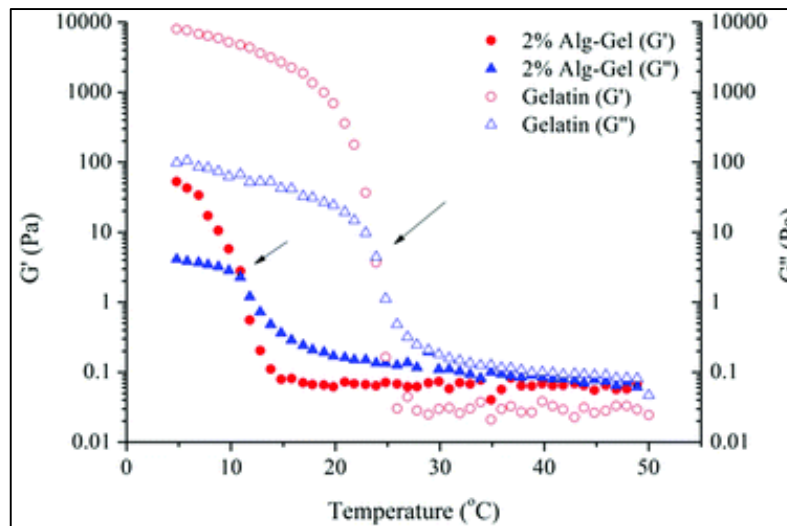
A görbék lefutásának módjáról és a G' és G'' arányáról következtetni lehet a minta szerkezetére (MEZGER 2006). Frekvencia söpréssel leggyakrabban gél szerkezetű anyagok és emulziók stabilitását és viszkoelasztikus tulajdonságainak változását vizsgálják. A kis deformáló erők hatására a minták nem szenvednek irreverzibilis változást, és ezzel a mérési móddal lehet számszerűsíteni az élelmiszer érzékszervi tulajdonságait a szájban a rágás előtt (KEALY, 2006).

A rugalmassági modulus (G') és a veszteségi modulus (G'') meghatározása a frekvencia függvényében alkalmazható a gélesedési hőmérséklet (T_g) és a gélesedési idő (t_g) meghatározására (DA SILVA és RAO, 1999).

Frekvencia söprést alkalmaztak ADAPA és munkatársai (2000) is annak céljából, hogy megállapítsák, milyen hatással vannak a tejszír és a tejszírt helyettesítő anyagok (szénhidrát vagy fehérjék) a fagyalt mixek és a fagyaltok viszkoelasztikus tulajdonságaira. A módszert pudingok eltarthatósági idejének vizsgálatára (QUINCHIA et al., 2011), illetve kenhető típusú ömlesztett sajtok viszkoelasztikus tulajdonságainak vizsgálatára is alkalmazták (DIMITRELI és THOMAREIS, 2008).

Hőmérsékletfüggés vizsgálata

A többi reológiai módszerhez hasonlóan az oszcillációs mérés technikával is lehetőségünk van hőmérsékletfüggés (temperature sweep) vizsgálatára. Ekkor állandó szögsebesség, állandó amplitúdó (kitérés) és változó hőmérséklet mellett végzünk méréseket, majd a tárolási és a veszteségi moduluszt a hőmérséklet függvényében ábrázoljuk (10. ábra) (MEZGER, 2006).



10. ábra. Hőmérsékletfüggés reogramja (CHUNG et al., 2013)

A hűtés-fűtés sebessége általában 1 K/min (MEZGER, 2006). A kisebbességű hőmérsékletváltozás azért fontos, hogy a hőmérséklet-kiegyenlítődés a minta egészen megtörténjen és a mért reológiai értékek a minta tényleges hőmérsékletét mutassák a mérés során.

A hőmérsékletfüggés mérésnek olyan termékek esetében van jelentősége, ahol szeretnénk tudni, hogyan viselkedik a minta melegítés vagy fagyasztás során, vagyis az anyagok hőmérséklet változására bekövetkező stabilitás változásáról ad információt (RUSS et al., 2014).

AHMED és RAMASWAMY 2007-ben húsalapú bébiételek (csirke, bány és marha) viszkoelasztikus tulajdonságainak vizsgálatára alkalmazta a módszert, annak megállapítására, hogy a hőmérséklet növekedés (5-80°C) milyen hatással van a bébiételekre.

A hőmérsékletfüggés vizsgálata sütésálló lekvárok és fagyaltok minőségének vizsgálatában, a megfelelő technológia kiválasztásában is hasznos eredményeket szolgáltat (WILDMOSER, 2004).

Az oszcillációs reológiai módszereket különböző élelmiszeripari termékek, mint például ketchup, majonéz, gyümölcsöntetek, valamint tejtermékek vizsgálatára is használják (GUNASEKARAN és MEHMET AK, 2000). Majonézek, salátaöntetek, esetén a vizsgálatok fő célja az emulzióstabilitás tanulmányozása, illetve fejlesztése (PERESSINI et al., 1998). A gélképződés folyamatát, a gélesedést befolyásoló paramétereket különböző típusú termékek, például savófehérje- (BRYANT és McCLEMENTS, 2000), zselatin- (TE NIJENHUIS, 1981) és pektingélek (DA SILVA és CONCALVES, 1994) esetén tanulmányozták oszcillációs módszerekkel. Az oszcillációs reológiai módszerek összességében az élelmiszervizsgálatok számos területén jól használhatók az élelmiszerek állományának objektív jellemzésére, széles deformáló erő, és széles hőmérséklet tartományban.

2.4.3 Lekvárok reológiai tulajdonságai

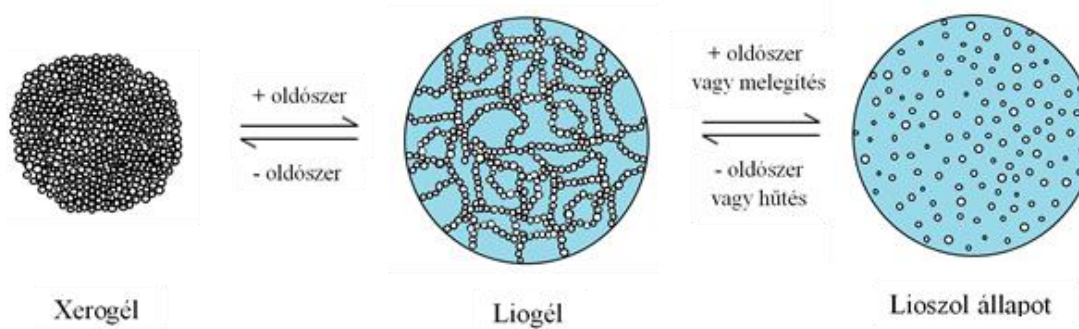
A lekvárok, illetve dzsemek reológiai tulajdonságait nagyon sok tényező befolyásolja, mint például az összetétel, az alkalmazott gyümölcs fajtája, a gyümölcshányad mennyisége, az alkalmazott cukor és zselésítő anyag, valamint az alkalmazott főzési hőmérséklet és idő.

A dzsemek, lekvárok, sütésálló készítmények a gélek csoportjába tartoznak. A gélek olyan kétfázisú kolloid rendszerek, amelyek átmenetet képeznek a szilárd és a cseppfolyós halmazállapot között. A rendszer szilárd komponense vázszerkezetet alkot és a folyékony fázist megköti, magába zárja. Legfontosabb jellemzőik, hogy alaktartóak, többé-kevésbé rugalmasak és kocsonyaszerűek (SALGÓ, 2001). A dzsemek, lekvárok és zselék viszkoelasztikus élelmiszerek, amelyek mind a szilárd, mind a folyadékra jellemző viselkedéssel rendelkeznek.

Az élelmiszer gélek viszkoelasztikus anyagok, amelyek szilárd részecskéi proteinek vagy poliszacharidok. A térhálósodott anyagban a molekulákat összekötő erők általában gyenge intermolekuláris kötések, például, hidrogén kötések, elektrosztatikus erők, van der Waals kötések, vagy hidrofób kölcsönhatások. A gél szerkezet annál szilárdabb, minél több híd és egyéb kötések tartják össze a makromolekulát a jellegzetes térelrendeződésben (GÁBOR, 1987). A poliszacharidok, beleértve a hidrokolloidokat is, általában erősen hidratált vizes közegben alakítanak ki gél struktúrát, amelyek azonban általában nem rendezett struktúrák.

A gélképződés szolból történik, gyakran lehülés hatására úgy, hogy a szilárd fázis részecskéi egymáshoz kapcsolódva összefüggő szerkezetet, vázat képeznek, térhálósodnak és bezárják a folyadékfázist. A szol olyan folyékony kolloid rendszer, amelyben a kolloid részecskék önálló oldószerburokban mozognak, így képesek egymáson elgördülni, ilyen például a tej. A szol-gél átalakulás lehet reverzibilis, és irreverzibilis. Reverzibilis folyamat esetében a gél szétesik és oldattá alakul vissza (SALGÓ, 2001).

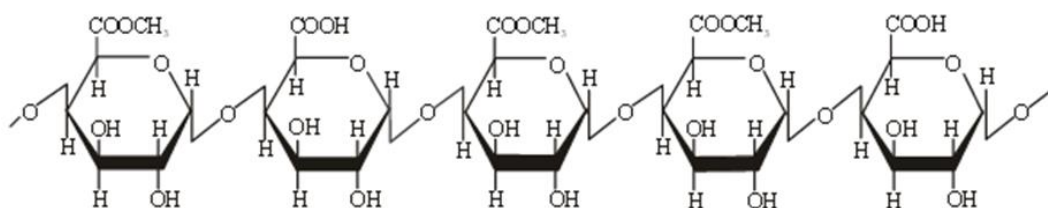
A gélesedés mechanizmusa a gélképző szerek természetétől függ, a gélképződést befolyásolja az ionok jelenléte, a pH, a gélesítő anyagok koncentrációja, továbbá a hőmérséklet. Hűtéssel és melegítéssel elősegíthetjük, illetve akadályozhatjuk a gélképzést (11. ábra) (SALGÓ, 2001).



11. ábra. Szol-gél állapot átalakulása (saját szerkesztés SALGÓ, 2001 alapján)

Lekvárok és dzsemek gélképződését elsősorban az alkalmazott gélképző anyag határozza meg. Legelterjedtebben pektint alkalmaznak a gélképzéshez.

A pektinek nagy molekulatömegű heterogén poliszacharidok, amelyek fő komponensei a galakturonsav, metanol és néhány egyszerű cukor. A növények fiatal terméseiben, gyökereiben, leveleiben fordulnak elő és a növényi szövetek szilárdításában van szerepük. A D-galakturonsav egységek α -1,4 glikozidos kötésekkel összekapcsolódva óriásmolekulákat alkotnak (CSAPÓ és CSAPÓ-KISS, 2003) (12. ábra).



12. ábra. A pektin szerkezete (KHAN et al., 2015)

A galakturonsavlánc karboxilsav csoportjai egy- (K^+ , Na^+) és két vegyértékű ionokkal (Ca^{2+} , Mg^{2+}) sókat képeznek (GÁBOR, 1987; KASHYAP et al., 2001) vagy részben metanollal észterezettek. A hidroxil csoportok egy része acetillált.

A növényekben fellelhető protopektin vízben oldhatatlan, amelynek oka a pektin alkotók közötti másodlagos kötések (H-híd, molekuláris kötések) (SAKAI, 1993). Ezért a felhasználhatóság érdekében a protopektin enzimés vagy egyéb bontással vízben oldható pektinné alakítják. 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 gazdasági szempontok miatt almatörkölyből vagy citrusféléből vonják ki.

A növényi pektineket az élelmiszeriparon kívül a kozmetikai- és a gyógyszeripar is felhasználja gélesítő, sűrítő, állományjavító, emulgeáló és stabilizáló anyagként (THAKUR et al., 1997). Az élelmiszeriparban dzsemek, sütőipari lekvárok, cukrászsütemények, joghurtok, üdítők és fagyasztott élelmiszerek gyártásához használják.

Az élelmiszeriparban alkalmazott pektinek lehetnek folyadék formában, amely folyadék koncentrációja kb. 4% és lehetnek szárított, por formában. A szárított por formátum lehet pektin és cukor keveréke, melyhez cukrot már nem kell adni, mindössze a gyümölcsöt (FISSORE, 2009).

A pektinek élelmiszeriparilag fontos tulajdonsága, hogy vizes oldatban cukor és sav jelenlétében tiszta, átlátszó gél alakot vesz fel (TÖRÖK, 1987). A pektinek tulajdonságai nagymértékben függenek az észterezettség mértékétől és a molekulatömegüktől (DOUBLIER et al., 1992). A molekulatömeg a gél szilárdságát befolyásolja. A különböző pektinek molekulatömege FOGARTY és KELLY (1983) szerint 10 000–400 000 Da között változhat (3. táblázat). IZYDORCZYK et al., (2005) szerint az átlagos pektin molekulatömeg 10 000–100 000 Da között van.

3. táblázat. A különböző pektinek molekulatömege (FOGARTY és KELLY (1983) alapján)

Pektin forrás	Molekulatömeg (Da)
Alma, citrom	200 000–360 000
Cukorrépa pulp	40 000–50 000
Körte, szilva	40 000–50 000
Narancs	25 000–35 000

Azonos körülmények között a nagyobb molekulatömegű pektinnek jobb a kocsonyásító képessége és nagyobb a képződött gél szilárdsága (TÖRÖK, 1987).

A molekulaláncok egymáshoz kötődéséből keletkező térszerkezet kialakulását gélképződésnek nevezzük, mely gélképződés rendkívül összetett folyamat. A pektin (lekvárok) gélesedésének pontos mechanizmusa még nem teljesen ismert, azonban valószínűsíthető, hogy a lánc-elágazásoknál hidrofób kötések, a metil-észter csoportok között pedig hidrogénhid kötések is kialakulhatnak (DA SILVA et al., 1992; WALKINSHAW és ARNOTT, 1981). A gélképződést a cukor kémiai minősége (pl. glükóz, vagy fruktóz) is befolyásolja (GUILLOTIN, 2005). Ezek mellett befolyásoló tényező a pH és az ezt kialakító pufferek jelenléte.

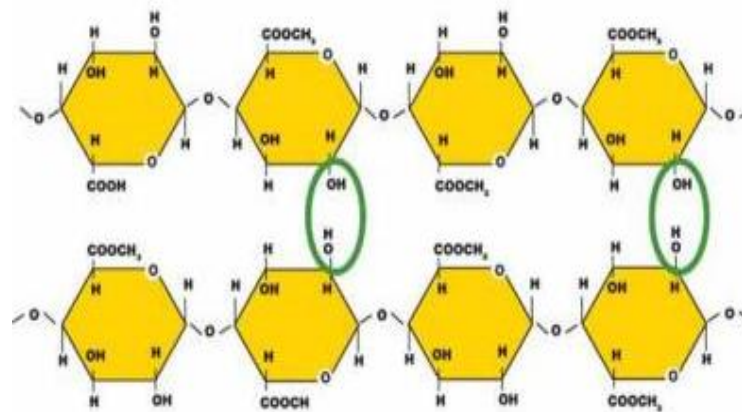
A pektin gélesedésének legfontosabb meghatározója a metilezettségi (más néven észterezettségi) fok (SRIAMORNSAK, 2003). Ez alapján a pektinek két csoportra oszthatók: a magas és alacsony metilezettségi pektinekre. A magas metilezettségi vagy más néven magasan metoxiált pektinek (HM=High metoxyl) 50%-nál több, általában 50-80% észterezett poligalakturonsavat

tartalmaznak (VIBHARAKA és BAWA, 2006). Az észterezettségi fok a gélképződéshez szükséges időt és hőmérsékletet befolyásolja (4. táblázat).

4. táblázat. A pektinek észterezettségi foka és gélpézódési idejük (BELITZ et al., 2009)

Észterezettségi fok (%)	Gélpézódési idő (s)	Pektin típusa
72-75	20-70	gyors
68-71	100-135	normál
62-66	180-250	lassú

HM pektin esetében a gélképzéshez savas (pH= 2,8-3,5) közeg szükséges, valamint a szárazanyag tartalomnak 60-80% között kell lennie (GARRIDO et al., 2015). A gélesedéshez nem feltétel a Ca-ionok jelenléte, mert hidrogénhid kötések segítségével jön létre a gélképződés. Ezt mutatja be a 13. ábra.

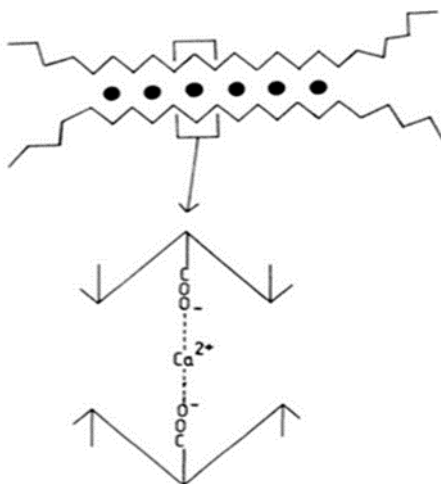


13. ábra. HM pektin gélesedési mechanizmusa

Csak cukrot tartalmazó termékeknél alkalmazható, ezért általában dzsemekhez, zselékhez és cukrászati termékekhez használják. Alkalmazható még gyümölcstorták zselébevonatában, fagyaltokban, ahol vízmegkötő és kristályosodás szabályozó szerepük jelentős. A HM pektinek ugyan gyorsabban szilárdítanak, de a túl nagy metilezettségi fok a textúra töredezettségéhez és rugalmatlanságához vezethet. A HM-pektinek által képzett gél előnye, hogy ellenáll a magas hőmérsékletnek, ezért sütésálló termékeknél kiválóan alkalmazhatóak. A HM pektinek viszkoelasztikus tulajdonságait több kutatás során vizsgálták (EVAGELIOU et al, 2000; LÖFRGEN et al., 2005; DA SILVA et al., 1995; TSOGA et al., 2004).

Az alacsony észterezettségű vagy alacsonyan metoxiált (LM= low metoxyl) pektinek 50%-nál kevesebb, általában 25-50% észterezett poligalakturonsavat tartalmaznak (VIBHARAKA és BAWA, 2006). Előnyük a HM pektinekkel szemben, hogy a gélképzést nem befolyásolja a szárazanyag tartalom, valamint a pH széles tartományban változhat pH=1-7 (ROLIN és DE

VRIES, 1990). Ezeknél a pektineknél a gélképzéshez Ca-ion jelenléte mindig szükséges, ugyanis a pektinláncokon a szabad karboxil csoportok a Ca-ionnal kötést képeznek és így összekötődnek a pektin láncok di-kation híd segítségével, ún. „egg-box” szerkezet jön létre (14. ábra).



14. ábra. Az LM pektin gélesedési mechanizmusa Ca^{2+} jelenlétében ún. „egg-box” formában (TUCKER és MITCHELL, 1993)

A kalciumot általában CaCl formájában juttatják be a rendszerbe 20-40 mg/g koncentrációban (GUILLOTIN, 2005). Az LM pektin a cukorral és a Ca sóval lágyabb gél szerkezetet alakít ki, amelyek elasztikus tulajdonságai könnyen mérhetőek (JAVANMARD és ENDAN, 2010). Alacsony kalcium- és nagy pektin koncentráció elasztikus, míg a nagy kalcium- és alacsony pektin koncentráció rideg, törékeny gél eredményezhet, szinerézis (gél öregedési) tulajdonságokkal. Mivel az LM pektinek gélképzéséhez nem szükséges cukor, így gyakran alkalmazzák alacsony cukortartalmú vagy diabetikus lekvárok készítéséhez (AXELOS és THIBAUT, 1991; ENDRESS, 1996).

A dzsemek előállításakor a pektin gélképző tulajdonságai sokkal kedvezőbbek, mint az egyéb poliszacharidoké. Ezért ezekben az iparágakban és élelmiszerekben nem valószínű, hogy más gélképzőkkel lehessen helyettesíteni (GÁBOR, 1987).

Az MÉ 1-3-2001/113 számú előírás szerinti dzsem, zselé és marmelád, valamint más kenhető gyümölcskészítmények, beleértve a csökkentett energiatartalmú termékeket, a gyümölcskészítményekben felhasználható pektin mennyiségére a quantum satis elve (elegendő mennyiség) érvényes.

A gélek szerkezetét az is befolyásolja, hogy alma vagy citrus pektint alkalmazunk. Összehasonlítva az almapektint a citrus-pektinhez azt tapasztalhatjuk, hogy az almapektinből

készült gél viszkózusabb tulajdonságot mutat, míg a citruspektinből készült gél elasztikusabb tulajdonsággal bír (JAVANMARD és ENDAN, 2010).

A különböző gélképződési mechanizmusok tulajdonságait az 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat. A különböző gélképződési mechanizmus tulajdonságai (ZSIVÁNOVITS, 2007)

	HM-pektin	LM-pektin
Nyíró igénybevétel	A gél irreverzibilisen összetörik, szinerézis lép fel	pH független, reverzibilis nyírás
Gél-képződési hőmérséklet	35-90°C	40-100°C
A gél hő-reverzibilitása	Általában nincs	Újraolvasztási hőmérséklet <150°C
Gél-állomány <pH 3,5	Kocsonyaszerű, merev, rugalmatlan gél (a vágási felületet tartja)	Tárolható, kenhető
Gél-állomány >pH 3,5	Nincs gélképződés, csak viszkózusabb lesz a folyadék	Tárolható, kenhető, tixotrópikus, a vágási felületet nem tartja

A dzsemek és a lekvárok, sütésálló készítmények esetében alkalmazott pektin mennyisége részben függ az alapanyagtól, annak természetes pektintartalma határozza meg. Továbbá befolyásolja a pektin ún. zselírozási foka, amely megmutatja, hogy adott pH értéken, 1 g pektin szárazanyag hány gramm cukrot képes 50%-os vizes oldatban kocsonyává alakítani. Ez a szám almapektinek esetében 100-250, citrus pektinek esetében pedig 100-300 fok között van.

Ennek, valamint a kapott zselé, illetve lekvár, dzsem nyírási vagy szakító szilárdságának meghatározása segítik a gyártás és a tárolás alatti reológiai változások nyomon követését, ami a termékminőség szempontjából hasznos (BASU et al., 2011).

GENOVESE és munkatársai (2010) munkájuk során a lekvárok és marmeládok komplex szerkezetét hasonlították össze pektin gél modell rendszerrel (pektin+cukor+sav+víz). A kutatás során gyümölcs részecskéket adagoltak a modell pektingél rendszerhez, azt vizsgálva, hogy a gyümölcs részecskék mérete és koncentrációja milyen hatással van a gélek mechanikai (állomány) és reológiai tulajdonságaira.

A lekvárok és zselék mechanikai (állomány) tulajdonságait számos alkalommal vizsgálták (BASU et al., 2011; ROYER et al., 2006; SINGH et al., 2009; SUUTARITEN et al., 2002). GARRIDO és munkatársai (2015) gyümölcszelék mechanikai és reológiai tulajdonságait vizsgálta különböző összetételű almazselék estében. Az összetételt többféleképpen változtatták: gyümölcs tartalom (35-55%), pektin tartalom (0-10%), a termék pH-ja (2,8-3,6) és végső szárazanyag tartalom (62,5-

72,5%) szerint. Eredményeik szerint a termék pektin tartalma volt az, ami a legjobban befolyásolta a mechanikai és reológiai tulajdonságokat.

Különböző gyümölcstartalmú (25-55%) és eltérő pektin koncentrációjú (0,1-0,7%) dzsemek folyási viselkedésének vizsgálatával foglalkoztak COSTELL és munkatársai 1993-ban. GAO és munkatársai 2011-ben kereskedelmi forgalomban kapható áfonya, narancs és szamóca dzsemek folyási tulajdonságait (folyási görbék, hőmérséklet növekedés hatása a viszkozitásra) vizsgálták.

GABRIELE és munkatársai (2011) mango lekvárok dinamikus reológiai vizsgálatát végezte el. A termékek cukortartalmát 50, 55, 60, 65, és 70%-ra állították be, 1% pektint és pH=3,4-t alkalmazva. Egyes termékeknél részben, vagy teljes egészében lecserélték a szacharózt szorbitolra. A különböző cukor tartalmú lekvárok állomány vizsgálatát TPA analízissel, a reológiai vizsgálatot többek között frekvencia söpréssel, a zselésedés alatt kialakult kémiai kötések azonosítását Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiával (FTIR-spektroszkópia) végezték el. Kutatásaik eredménye szerint a szorbit tartalom növekedésével a lekvárok keménysége csökkent, ugyanis a pektin cukor hiányában gyengébb térhálós szerkezetet tudott kialakítani.

Az egyes irodalmi hivatkozások ellenére (BASU et al., 2011; DERVISI et al., 2001; GABRIELE et al., 2001; GARRIDO et al., 2015; GRIGELMO és MARTÍN, 1999) még kevés tudományos alapossgal vizsgálat történt a lekvárok viszkoelasztikus tulajdonságainak meghatározására. Ez is indokolja a jelen dolgozat tárgyát képező témaválasztást.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. Kísérletek helye

Kísérleteimet a Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Tanszék laboratóriumában végeztem.

3.2. Felhasznált anyagok

3.2.1. Gyümölcs alapanyagok

Doktori munkám során a Szent István Egyetem (SZIE) Kertészettudományi Kar, Gyümölcstermő Növények Tanszéken folytatott több, mint két évtizedes rezisztencianemesítési program eredményeként állami elismerést kapott, több betegséggel szemben ellenálló új, hazai nemesítésű multirezisztens almafajtákat (Artemisz, Cordelia) és egy kereskedelmi almafajtát (Idared) vizsgáltam.

Az almaminták a SZIE Gyümölcstermő Növények Tanszék soroksári kísérleti telepéről (soroksári ültetvény) származtak (2009-2011). Az almafajtákat az optimális érettség állapotában fajtánként 4 fáról kézzel szedték. Minden egyes fajtából 25-30 kg gyümölcs szedésére került sor. A pontos szüretelési időpontokat a M2. 1. táblázat tartalmazza. A kísérleti munkám témájául szolgáló sűtésálló lekvárok állományának kialakításához a 2011-ben szüretelt almákból előállított törkölyporokat használtam.

A kísérletek megkezdése előtt az almákat a SZIE Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszékének kontrolált légterű hűtőtárolójában ellenőrzött körülmények között (2-3°C, 85-90% páratartalom) tároltam.

A kísérleti lekvárok gyümölcسالapanyagai alma-, kajszibarack-, meggy-, szilva- és fekete ribiszke velő voltak, amelyeket a Sió-Eckes Kft. biztosított számomra.

Munkám során Classic AB 401 (Herbstreith & Fox) típusú sűtésálló pektint használtam (E440), mely almatörkölyből való extrakcióval készült, magasan észterezett pektint ($DE^{\circ}(\%)=59-64$) tartalmazó készítmény. Sűtésálló lekvárok készítéséhez használják 60% vízdoldható szárazanyag tartalom felett, pH=2,9-3,2 tartományban, általában 0,4-1,2% adagolási arányban. A készítmény íztelen, idegen íztől és illattól mentes, színe a krémszínűtől a világosbarnáig változó, por állagú.

A sűtésálló pektint és a tartósítószer (K-szorbát) a Pacific Óceán Kft. bocsátotta rendelkezésemre.

3.2.2. Felhasznált vegyszerek

A pektin tartalom méréshez a következő vegyszereket használtam fel:

96%-os etil-alkohol, 1 normális NaOH, karbazol, $\text{C}_6\text{H}_2\text{SO}_4$, galakturonsav-monohidrát. Minden vegyszer a Reanal Zrt.-től került beszerzésre.

3.2.3. Almatörköly

Kísérleteimhez a 2011-ben termelt Idared, Artemisz és Cordelia almafajtákból állítottam elő almatörkölyt a frissen préselt almalevek ipari környezetben alkalmazott technológiájának laboratóriumi körülmények között történő megvalósításával. A technológia során mindhárom fajtából levet préseltem, melyhez a gyümölcsöket megmostam, nyolcadoltam, majd 0,5*0,5 cm-es méretre zúztam Philips HR 2873 típusú konyhai robotgéppel. A zúzalékot az ipari gyakorlatnak megfelelően nem kezeltem sem pektin, sem pedig keményítóbontó enzimmel. A zúzást követően laboratóriumi prés segítségével nyertem ki a levet.

A préselés után visszamaradt nedves almatörköly szárítását atmoszférikus körülmények között végeztem 100 l térfogatú, LP 232/1 típusú, 30-120°C között működtethető, forró levegős légáramú (konvektív) szárítószekrényben (LabMIM, Esztergom), 5% alatti nedvességtartalom eléréséig. Az elkészült almatörköly port a 4. fényképen mutatom be.

Korábbi kutatások eredményeire (CONSTENLA et al., 2002) és a saját előkísérleteimre (SZABÓ-NÓTIN et al. 2012) támaszkodva a 80°C-on 5 órán át tartó, konvektív szárítási eljárást alkalmaztam, mert gazdaságilag és a törköly minőségére vonatkozóan (szín, polifenol tartalom) ez bizonyult a legeredményesebbnek.

A szárított almatörkölyt ABC őrlőmalom segítségével 200 μm szemcseméretű porrá őröltem és felhasználásig polietilén dobozban, szobahőmérsékleten tároltam.



4. fénykép. Szárított almatörköly és őrölt almatörköly por (saját fénykép)

3.3. Kísérletek menete

3.3.1. Sütésálló lekvárok előállítása

A sütésálló lekvár minták előállításánál a Magyar Élelmiszerkönyv 2-601 irányelvében megfogalmazottak szerint jártam el. A minták gyümölcshányadának és végső szárazanyag

tartalmának kialakításához az ipari tapasztalatokkal rendelkező szakemberek tanácsait vettem alapul. Elsősorban az egyik legnagyobb hazai sütésálló lekvárokat előállító cég, a Pacific Óceán Kft. szakembereivel folytatott személyes konzultáció eredményeként az elkészült lekvárok vízdoldható szárazanyag tartalma a pektin megfelelő kötése miatt $61,1 \pm 1,0\%$ volt, míg a gyümölcshányada 55%. A sütésálló lekvárok összetételét a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat. A sütésálló lekvárminták összetétele

Minta	Gyümölcs tartalom (g)	Cukor (g)	Tartósítószer (g)	Pektin (g)	AT (g)	Lekvárban lévő összes pektin (g)*
Kontrol				12	0	12
Ar40; Co40; Id40				7,2	4,8	7,204; 7,209; 7,204
Ar50; Co50; Id50	550	565	1	6,0	6,0	6,005; 6,006; 6,005
Ar60; Co60; Id60				4,8	7,2	4,806; 4,807; 4,806
Ar80; Co80; Id80				2,4	9,6	2,409; 2,410; 2,408
Ar100; Co100; Id100				0	12,0	0,011; 0,012; 0,010

Ar: Artemisz; Co: Cordelia; Id: Idared; AT: almatörköly

40, 50, 60, 80, 100: a hozzáadott almatörköly tartalom a hozzáadott pektin (E440) %-ában

*lekvárban lévő összes pektin (g)= hozzáadott pektin (g) (E440)+almatörkölyben jelenlévő pektin (g)

Az almatörkölyökben lévő „természetesen jelenlévő” pektin tartalmat, valamint azt, hogy ez a pektin tartalom hány %-a a hozzáadott, E számmal rendelkező pektinnek, a M2. 2. táblázatában láthatóak.

A minták elkészítésénél a következő technológiát alkalmaztam. A gyümölcsalapanyagokat a megfelelő cukormennyiség 90%-ával 80°C-ra felmelegítettem a cukor teljes feloldódásáig. A mintákhoz állománykialakítóként adagolandó pektin és almatörköly por keverékét 10% cukorral 80°C-os meleg vízben csomómentesre összekevertem és hozzáadtam a 80°C-ra melegített lekváralapanyaghoz. Tartósítószerként 1g K-szorbátot adagoltam. A főzési folyamat végén digitális pH mérő műszerrel pH ellenőrzést végeztem (TESTO 206-pH2), majd citromsavval állítottam be a pH-t (3,0-3,2 között), a pektin megfelelő kötése miatt. Ezt követően 2 percig főztem a lekvárt majd 200 ml térfogatú polipropilén dobozokba töltöttem. A 80°C-os lekvárokat lezártam, és vízfürdőben 35°C maghőmérsékletűre hűtöttem, hogy a gélképződést elősegítsem. Az állomány (zselésedés) megfelelő elérése érdekében a mintákat szobahőmérsékleten 24 órán át tároltam, majd az elkészített sütésálló lekvárok reológiai tulajdonságait vizsgáltam, ezt tekintetem kiindulási értéknek (0. hónap). Ezt követően szobahőmérsékleten (22°C) 12 hónapon keresztül tároltam a mintákat. A reológiai tulajdonságok vizsgálatát a 4., 8. és a 12. tárolási hónapban végeztem el.

3.4. Vizsgálati módszerek

3.4.1. Pektin tartalom mérés

Az almafajták pektintartalmát KYRIAKIDIS és PSOMA (2001) módszerével határoztam meg. Centrifuga csőbe bemértem 2 g mintát (ledarált egész alma), hozzáadtam 12 ml desztillált vizet és 40 ml-re kiegészítettem forró 96%-os etil-alkohollal. Ezután 10 percen keresztül 85°C-os vízfürdőben melegítettem. Vízfürdő után 50 ml-re jelig töltöttem 96%-os alkohollal, majd ezt követően 10 percig 10 000 1/sec fordulatszámmal centrifugáltam. Az alkoholos felüliszót leöntöttem, a visszamaradt részt 63%-os alkohollal 40 ml-re jelig töltöttem, amelyet ezt követően 10 perc alatt 85°C-ra melegítettem. Ezután 15 percig újra centrifugáltam és a felüliszót leöntöttem. A visszamaradt csapadékot desztillált vízzel átmostam 100 ml-es mérőlombikba és 5 ml 1 normális NaOH-dal jelig töltöttem. 15 percig rázógépen rázattam, majd átszűrtem Erlenmeyer lombikba. Ebből a szűrletből 1 ml-t csiszolatos kémcsőbe pipettáztam és 0,5 ml 0,1%-os alkoholos karbazolt adtam hozzá. Minden mintához saját összehasonlító oldatot készítettem, ahol az alkoholos karbazol helyett 0,5 ml desztillált vizet mértem a kémcsőbe. A mintákhoz 7 másodperc alatt, folyamatos rázogató mellett, 6 ml cH_2SO_4 -t adtam. A kémcsöveket 85°C-os vízfürdőbe helyeztem 5 percre, majd 15 perc alatt szobahőmérsékletűre hűtöttem. Ezt követően a minták abszorbanciáját az összehasonlító oldattal szemben 525 nm-en mértem Hitachi U-2800 Spektrofotométerrel.

A pektintartalom kiszámítása a galakturonsav-monohidrát standard törzsoldatra felvett kalibrációs görbe alapján történt az alábbi képlet szerint:

$$\text{Pektintartalom (\%)} = \frac{A \cdot V_1}{V_2 \cdot m}$$

ahol,

A: a kalibrációs görbéről leolvasott érték [g galakturonsav]

V1: az extraktum térfogata [ml]

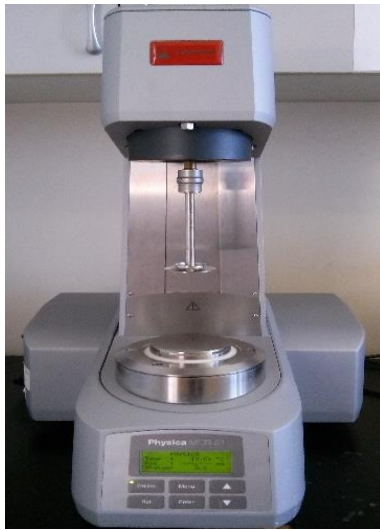
V2: a színreakcióhoz használt extraktum térfogat [ml]

m: a vizsgálatához használt minta mennyisége [g]

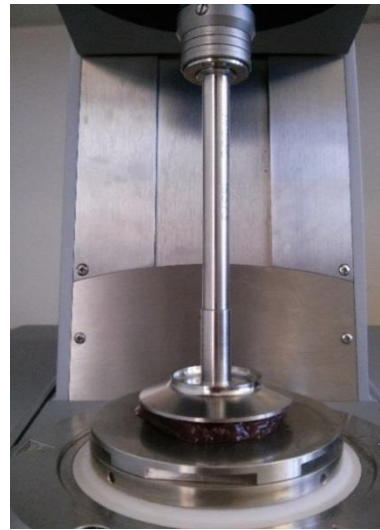
3.4.2. Reométeres mérések

A sütésálló lekvárkészítmények állományának és reológiai viselkedésének meghatározását Physica MCR 51 (Anton-Paar) reométerrel végeztem (5. fénykép), oszcillációs és rotációs üzemmódban. A mérésekhez 50 mm átmérőjű, 3 mm vastag mintákat készítettem az egyes lekvár mintákból. A hőmérsékletet P-PTD 200 típusú feltét szabályozta. Az oszcillációs méréseket lap-lap mérőrendszerrel végeztem: P-PTD200 mérőlap és PP50/S, 50 mm átmérőjű homokfűvott (érdes) felületű mérőfej alkalmazásával (6. fénykép). A két lap közötti távolság (rétegvastagság,

gap size) 3 mm volt. Minden mérés esetében 5 párhuzamos mérést végeztem. Az adatok rögzítése és kiértékelése Rheoplus v.3.2. szoftverrel történt.



5. fénykép. Physica MCR 51 (Anton-Paar) reométer (saját fénykép)



6. fénykép. P-PTD200 mérőlap és PP50/S, mérőfej (saját fénykép)

A méréshez alkalmazott mérési módszerek a következők voltak:

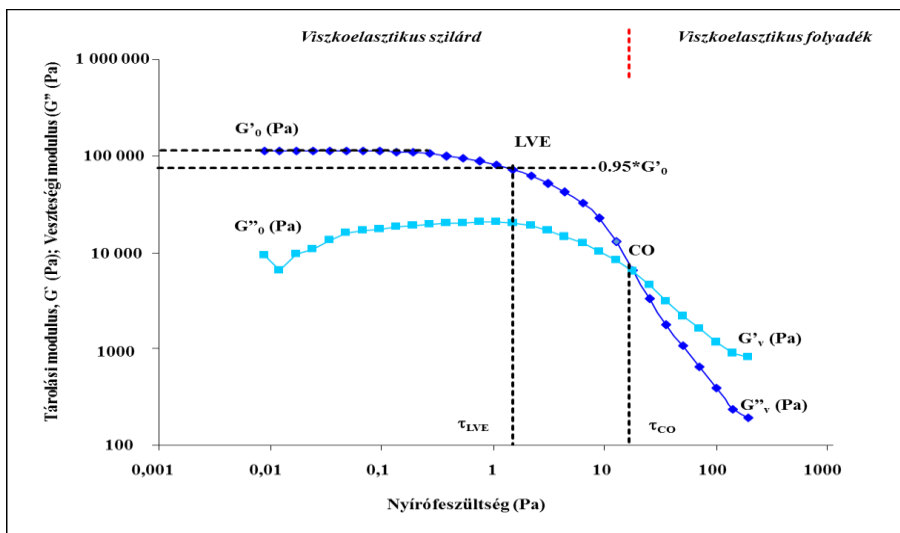
1. Amplitúdó söprés

Az amplitúdó söprés módszere során 0,01 és 200% közötti kitérést (0,03-6 mm) alkalmaztam, konstans 10 rad/s körfrekvencia és konstans +20°C hőmérséklet mellett. A mérés során 21 mérési pontot vettem fel, 5 másodpercenkénti méréssel. A mérés során a növekvő nyírófeszültség függvényében a rugalmassági modulus (G') és a veszteségi modulus (G'') határoztam meg.

Ezekből az értékekből a kezdeti rugalmassági (G'_0) és veszteségi modulus (G''_0) értékét, lineáris viszkoelasztikus tartomány végét (τ_{LVE}), a rugalmassági és a veszteségi modulus görbék metszéspontjában a nyírófeszültség (τ_{CO}) értékeket határoztam meg (15. ábra).

A mérés kezdeti szakaszán (alacsony nyírófeszültség értéknél) a G' és G'' értékek nem változnak jelentősen. A kezdeti rugalmassági modulus (G'_0) és a kezdeti veszteségi modulus (G''_0) értékei a mérés kezdetekor az első mérési pontban olvashatóak le és a vizsgált minta nyugalmi állapotára jellemzőek. Az ábrán látható, ahogy növeljük a deformációt, a G' és G'' értékek csökkennek. Azt a nyírófeszültség értéket (τ_{LVE}), amelynél a kiindulási értékhez képest a rugalmassági modulus 5%-kal csökken ($0,95 \cdot G'_0$), a lineáris viszkoelasztikus tartomány (LVE) végének nevezzük. E határ alatt fellépő erő hatására a minta szerkezete nem szenved irreverzibilis változást, azaz, 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 tartomány végének értéke, annál erősebb a kialakult gélstruktúra. Ez után a pont után a növekvő deformáló

erő hatására a minták G' és G'' értékei csökkenni kezdenek és egy bizonyos nyírófeszültségnél megfigyelhető a G' és G'' görbék metszéspontja (CO), mely egyfajta „folyáshatár”-ként értelmezhető, amely ponttól a minta nem viszkoelasztikus szilárd anyagként, hanem viszkoelasztikus folyadékként ($G' < G''$) viselkedik.



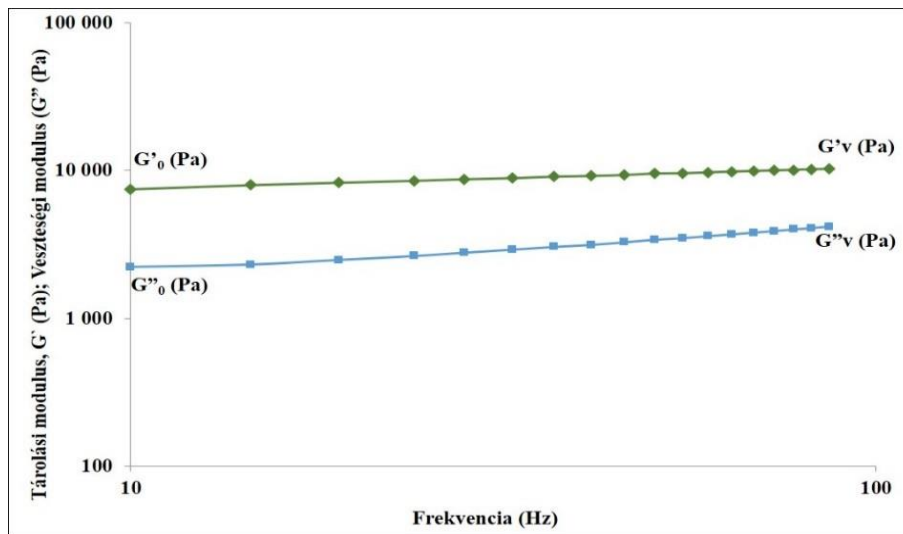
15. ábra. Az amplitúdó söprés jellemző reogramja és a leolvasható paraméterek (saját szerkesztés)

Az amplitúdó söprés módszerével a minták szilárdságát számszerűsített adattal hasonlítottam össze. Ha egy anyag szilárd, akkor a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa (G''_0/G'_0) 1-nél kisebb érték, míg folyadékok esetében 1-nél nagyobb. Ezt a G''_0/G'_0 hányadost damping factornak (DF, veszteségi hányados) nevezik. Dolgozatomban ennek a hányadosnak a reciprokát adom meg (G'_0/G''_0) és nevezem szilárdsági hányadosnak (SZH). Amennyiben a SZH értéke 1-nél nagyobb, a lekvár minta viszkoelasztikus szilárd testként, és ha 1-nél kisebb, akkor viszkoelasztikus folyadékként viselkedik.

2. Frekvencia söprés

A frekvencia söprés módszerével a minták időbeli stabilitására vonatkozóan kaphatunk információkat, vagyis a rövidebb (nagy frekvencia) és hosszabb (kis frekvencia) idejű tárolás során fellépő változásokat tudjuk modellezni. A vizsgálat megkezdéséhez meg kellett találnom azt az amplitúdó értéket ($\gamma V, \%$), amelyen a méréseket végezhettem. Ennek az értéknek biztosan a lineáris viszkoelasztikus tartományba kell esnie, ahol a minta szerkezete még nem szenved irreverzibilis változást. Ezt az amplitúdó söprés módszerével határoztam meg és az érték a 0,5%-os amplitúdó volt. Így a frekvencia söprését konstans 0,5% amplitúdó és 10-től 100 Hz-ig növekvő frekvencia értékek és állandó $+20^\circ\text{C}$ -os hőmérséklet mellett végeztem el. A mérés során 21 mérési pontot vettem fel, 5 másodpercenkénti méréssel. A mérés során a növekvő frekvencia függvényében a rugalmassági modulus (G') és a veszteségi modulus (G'') határoztam meg.

Meghatároztam a kezdeti és végső frekvencia értékeknél levő rugalmassági modulus (G'_0 , G'_v) és veszteségi modulus (G''_0 ; G''_v) értékeit (16. ábra).



16. ábra. A frekvencia söprés jellemző reogramja és a leolvasható paraméterek (saját szerkesztés)

A G' és G'' görbe egymáshoz való viszonyát a damping factor (DF, veszteségi hányados) szemlélteti. A minta stabil gél szerkezettel bír akkor, ha a két görbe lefutása hasonló. Amennyiben a két görbe pontjai messzebb helyezkednek el egymástól, akkor a DF értéke kicsi lesz, ami azt jelenti, hogy a vizsgált minta szilárd halmazállapotú és inkább elasztikus tulajdonsággal bír. Azonban, ha közel helyezkednek el egymáshoz, akkor a DF értéke nagy lesz, tehát a minta kevésbé szilárd, inkább folyik és a viszkózus tulajdonságok dominálnak. Viszkoelasztikus folyadék esetén: $DF > 1$ és $G'' > G'$; viszkoelasztikus gél, illetve szilárd halmazállapot esetén: $DF < 1$ és $G' > G''$. Viszkózus és elasztikus tulajdonságot 50-50%-ban mutató halmazállapot esetében: $DF=1$ és $G'=G''$ (MEZGER, 2006). Ezt a DF értéket kiszámoltam a kezdeti ($DF_0=G''_0/G'_0$), illetve a végső frekvencia értéknél is ($DF_v=G''_v/G'_v$).

A minták tárolás alatti stabilitását a tárolás különböző időpontjaiban mért frekvencia söprés reogramok alapján vizsgáltam. Ehhez a 10 HZ-nél mért, kezdeti damping factort (DF_0) osztottam a 100 Hz-nél mért végső damping faktor értékkel (DF_v). Ezt a DF_0/DF_v hányadost tekintem a stabilitásra vonatkozó adatnak és dolgozatomban stabilitási hányadosnak (SH) nevezem. Ideális esetben $SH=1$, a két görbe lefutása nagyon hasonló, vagyis a DF értékek nem változnak a frekvencia függvényében, a minta szerkezete stabil. A stabilitási hányados minél közelebb van 1-hez (esetünkben minél nagyobb), annál stabilabb lesz az adott minta szerkezete a tárolás alatt.

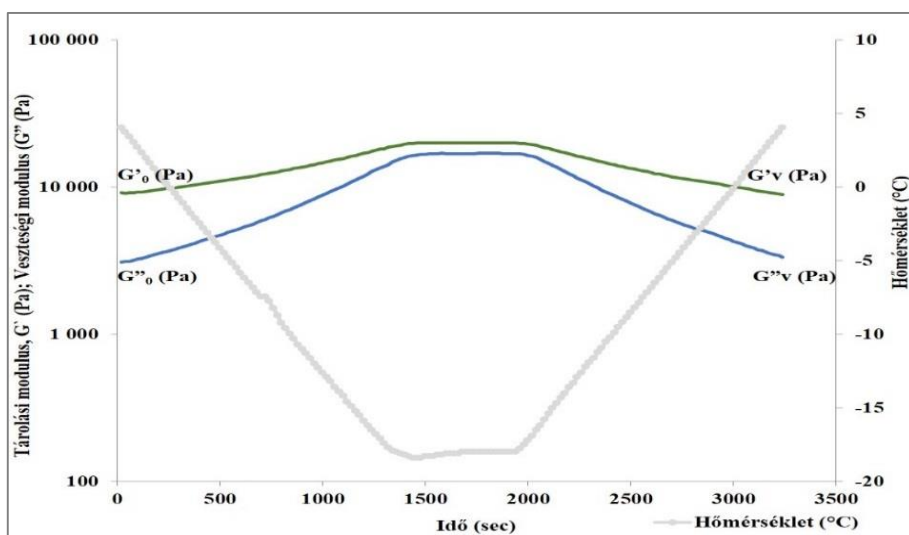
3. Hőmérsékletfüggés

Állandó szögsebesség, állandó amplitúdó (2%) konstans 10 rad/s körfrekvencia-érték és változó hőmérséklet mellett végeztem a vizsgálatokat. A rugalmassági modulust (G') és a veszteségi modulust (G'') a hőmérséklet függvényében határoztam meg. Ezekből az értékekből a kezdeti rugalmassági (G'_0) és veszteségi (G''_0) modulust, valamint a G' és G'' görbék metszéspontját határoztam meg.

Kétféle hőmérsékletfüggést alkalmaztam.

Az első esetben a mérést oszcillációs üzemmódban végeztem, amely során a lehűlés-visszamelegítés közben történő állományváltozásokat lehet megfigyelni. A hőmérsékletprogram 3 szakaszból állt. Az első szakaszban $+4^\circ\text{C}$ -ról -18°C -ra történt a lehűtés $4^\circ\text{C}/\text{perc}$ hűtési sebességgel, a második fázisban -18°C -on 15 percig tartottam a mintákat, majd a harmadik szakaszban -18°C -ról $+4^\circ\text{C}$ -ra visszamelegítettem azokat $4^\circ\text{C}/\text{perc}$ melegítési sebességgel. Az 1. és a 3. intervallumban 60 mérési pontot, a 2. intervallumban 30 mérési pontot vettem fel, 20 másodpercenkénti méréssel.

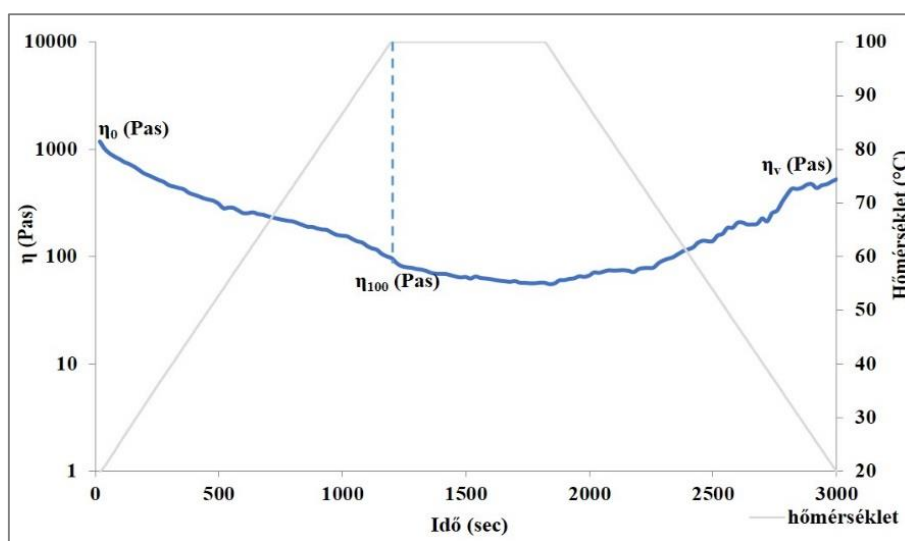
A hőmérséklet függvényében ábrázoltam a G' és G'' értékeket és meghatároztam a kiindulási és a végső értékeket (G'_0 , G'_v , G''_0 , G''_v) (17. ábra), valamint ezek hányadosát (G'_v/G'_0 és G''_v/G''_0). A rugalmassági és veszteségi modulus vég és kezdeti értékeinek aránya arra ad információt, hogy az adott minta szerkezete mennyire bírja a fagyasztás-felengedtetést. Ha a G'_v/G'_0 és G''_v/G''_0 hányadosok értéke 1-hez közeli érték, akkor a minta szerkezete nem változott a fagyasztás-felengedtetés művelete közben.



17. ábra. A fagyasztási hőmérsékletfüggés jellemző reogramja és a leolvasható paraméterek (saját szerkesztés)

A második mérési módnál rotációs üzemmódban melegítés, hőntartás és visszahűtés közben történő állományváltozásokat lehet megfigyelni. A hőmérsékletprogram 3 szakaszból állt. Az első szakaszban 20°C-ról 100°C-ra történt a felmelegítés 4°C/perc melegítési sebességgel, a második fázisban 100°C-on 15 percig tartottam a lekvárokat, majd a harmadik szakaszban 100°C-ról 20°C-ra visszahűtöttem a mintákat 4°C/perc hűtési sebességgel. Az 1. és a 3. intervallumban 60 mérési pontot, a 2. intervallumban 30 mérési pontot vettem fel, 20 másodpercenkénti méréssel.

A mérés során ábrázoltam a viszkozitást a hőmérséklet függvényében és leolvastam a kezdeti (η_0) és a végső viszkozitás (η_v) értékeket. Azonban a 100°C-os hőmérséklettartományban a víz kiforrása miatt a mérések bizonytalanok váltak. Ezért a minták összehasonlítása során a kezdeti és a 100°C-on mért viszkozitás adatokat (η_{100}) értékeltem.



18. ábra. A sütési hőmérsékletfüggés jellemző reogramja és a leolvasható paraméterek (saját szerkesztés)

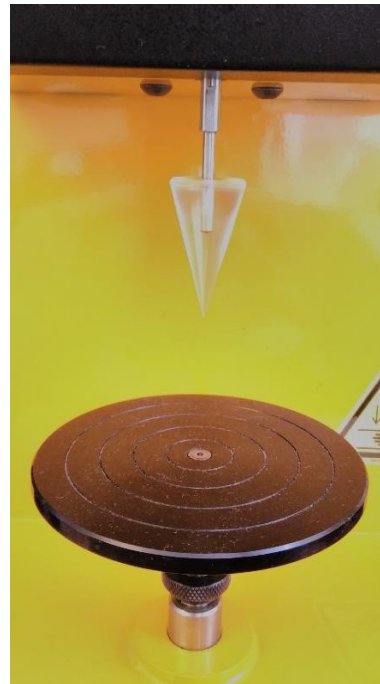
3.4.3. Állományprofil analízis

A sütésálló lekvárok állománymérése Brookfield LFRA Texture Analyzer berendezéssel (7., 8. fénykép), az adatok rögzítése és kiértékelése Texture ProLite programmal történt. A műszer azt méri, hogy mekkora terhelés szükséges ahhoz, hogy az egyenletes sebességgel mozgatott próbatest behatoljon, majd kiemelkedjen a mintából. A mérés 1 percig tart, a berendezés 0,01 másodpercenként vesz fel adatokat. Minden mintával 5 párhuzamos mérést végeztem. A méréshez alkalmazott mérési módszer a következő volt:

- állományprofil két harapási ciklussal,
- mérési sebesség (Target speed): 2 mm/s,
- behatolási mélység (Target value): 20 mm,
- próbatest: TA17-25 mm, D, 30°-os kúpszögű műanyag kúp (Clear Perspex)

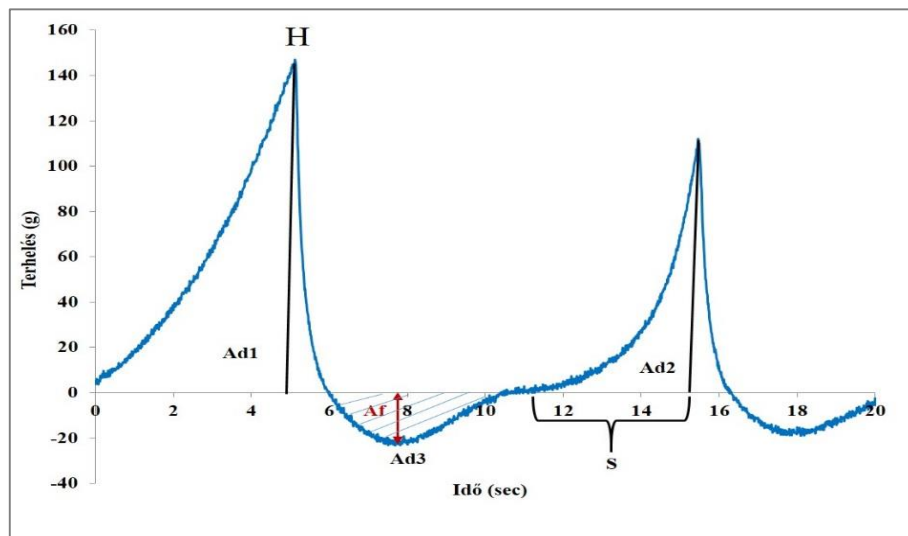


7. fénykép. Brookfield LFRA Texture Analyzer (saját fénykép)



8. fénykép. TA17-25 mm, D, 30°-os kúpszögű műanyag kúp (saját fénykép)

A mérés során az állományprofilot vettem fel (terhelés az időben) (19. ábra), mely alapján a következő paramétereket határoztam meg:



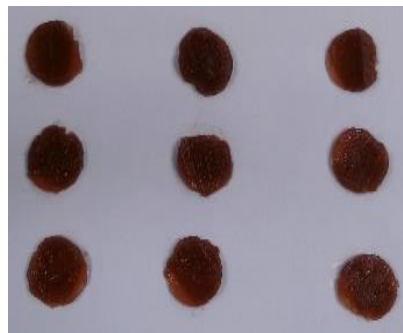
19. ábra. Az állományprofil jellemző diagramja és a meghatározható paraméterek (saját szerkesztés)

- ✓ H: keménység (hardness) [g]: az első harapási ciklus során a maximális deformáló erő.
- ✓ Ad₁: az első harapási ciklus görbéje alatti terület a mérés kezdetétől a maximális terhelés értékig, amely megfeleltethető az első harapással a mintán végzett kompressziós munkának.

- ✓ Ad_2 : a **második harapási ciklus görbéje** alatti terület a mérés kezdetétől a maximális terhelés értékig, amely megfeleltethető a második harapással a mintán végzett kompressziós munkának.
- ✓ Ad_3 : **adhézió** (adhesiveness) [gs]: az első harapási ciklus utáni, a zérus erő alatt negatív irányú görbe területe. Az a munka, amely a mérőfej mintából való eltávolításához szükséges.
- ✓ Af : **adhéziós erő** (adhesive force) [g]: a maximális negatív irányú húzóerő, amely a mérőfej eltávolításához szükséges a mintából.
- ✓ C : **kohézió** (cohesiveness) [dimenzió nélküli]: az alaktartósság mértéke, a profilon látható két csúcs görbe alatti területeinek arányát fejezi ki ($C=Ad_2/Ad_1$).
- ✓ G : **gumisság** (guminess) [g]: kalkulált paraméter, a keménység és a kohézió szorzata ($G=H*C$)
- ✓ S : **rugalmasság** (springiness) [mm]: azt mutatja meg, hogy a rágás különböző szakaszaiban a vizsgálandó termék milyen mértékben nyeri vissza eredeti alakját.
- ✓ Ch : **rágósság** (chewiness) [gmm]: kalkulált paraméter, a gumisság és a rugalmasság szorzata ($Ch=G*S$).

3.4.4. Sütésállóság vizsgálata

A hagyományos lekvárfélékkel szemben, a sütésálló lekvárféléknél elvárás, hogy a sütés során őrizzék meg az alakjukat és formájukat. Ennek vizsgálatára minden mérési hónapban sütési tesztet végeztem. Minden mintából 40 mm átmérőjű és 3 mm rétegvastagságú kör alakot vágtam ki, és sütőpapírra helyeztem. Minden mintából 2 párhuzamos mérést végeztem el. Nagykonyhai (9. fénykép) (előmelegített) sütőben, alsó-felső sütés funkcióval, 20 percig, 200°C-on sütöttem a mintákat. A sütés után megfigyeltem a minták alakját 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.



9. fénykép. GASTRO 600M típusú elektromos sütő, valamint sütésállóság vizsgálatra előkészített minták (saját fénykép)

3.4.5. Érzékszervi vizsgálatok

A lekvárok érzékszervi vizsgálata során pontozásos módszert alkalmaztam, hogy meghatározzam azt az almatörköly koncentrációt, amely még érzékszervileg elfogadható, és ami nem befolyásolja negatívan a fogyasztói elfogadást. Minden mérési időpontban (0., 4., 8. és 12. hónap) 15 fő bírálta a lekvár mintákat. A bírálóknak értékelniük kellett a lekvárokat illat (max.10 pont), íz (max. 10 pont), szemcsézettség (max. 10 pont) és állomány (max. 20 pont) tekintetében. A bírálati lapot a M2. 3. táblázat tartalmazza.

3.4.6. Statisztikai elemzések

Mérési eredményeim statisztikai elemzését SPSS Statistics v20 statisztika programmal végeztem el.

A legtöbb statisztikai módszer, többek között a főkomponens-analízis, a variancia-analízis és a t-próbák egyik feltétele, hogy az adataink normális eloszlásúak legyenek. A mérési eredményeimre ez azonban nem teljesült, ezért először megfelelő módszer segítségével az adatok megközelítőleg normálissá transzformálhatóságát végeztem el, az egyik legnépszerűbb és leggyakrabban használt transzformáció, az ún. Box-Cox-transzformáció segítségével (BOX és COX, 1964), amelynek eredeti képlete az alábbi:

$$y = x^\lambda = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \text{ha } \lambda \neq 0 \\ \log x & \text{ha } \lambda = 0 \end{cases}$$

Lényegében a $\lambda > 0$ megkötéssel elérhetjük, hogy a transzformációnk reláció-invariáns legyen, azaz ez a transzformáció az értékeket megváltoztatja, de a közöttük lévő sorrendet nem.

Következő lépés az adatok standardizálása volt, amelyet Z-érték (Z-score) segítségével végeztem el. A Z-érték megadja, hogy a mintaelem eltérése a minta átlagától a standard deviáció hányszorosa (INTERNET 2). Ha adott egy minta, az x_i mintaelemhez tartozó Z-érték a következőképpen számítható:

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Ezután az adatok normál eloszlása lehetővé tette az egy faktoros varianciaanalízis alkalmazását (ANOVA - Analysis of Variance). Az ANOVA elvégzése után a csoportok közötti páronkénti vizsgálathoz Tuckey tesztet alkalmaztam.

A táblázatokban és az ábrákon szereplő értékek a mérési eredmények átlaga és szórása ($X \pm SD$)
A táblázatokban a különböző betűvel jelölt értékek azt mutatják, hogy az adott minta szignifikánsan eltér a kontrol mintától $p < 0,05$ valószínűségi szinten.

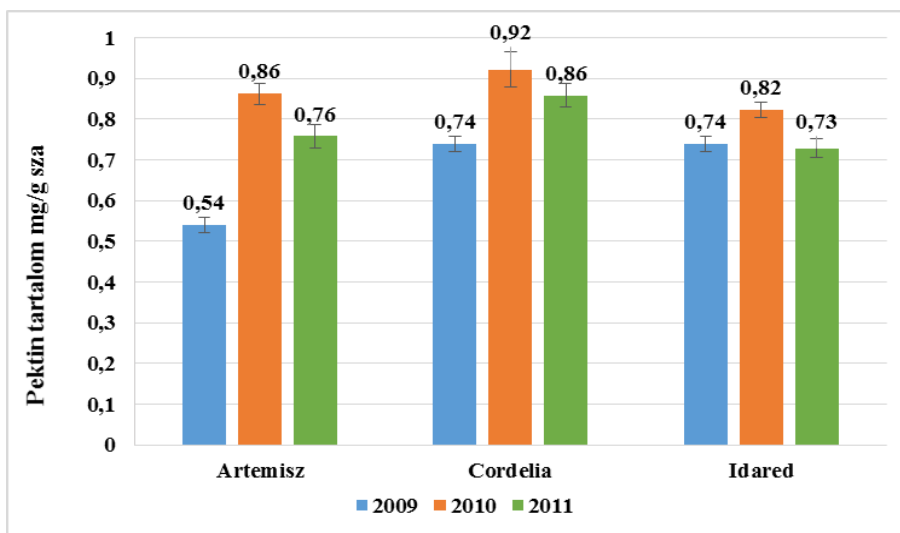
A különböző lekvárok minőségét befolyásoló tulajdonságok kapcsolatának vizsgálatára Pearson-féle korrelációt alkalmaztam (HUZSVAI és VINCZE, 2012). Az almafajták és az almatörköly koncentráció függvényében vizsgáltam, hogy a minták állományt és reológiai viselkedést jellemző tulajdonságai, valamint az alkalmazott almafajta illetve almatörköly koncentráció között van-e lineáris összefüggés.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Pektin tartalom mérés eredményei

Munkám során szárított almatörköly porok állománykialakító hatását tanulmányoztam. Az állománykialakítás szempontjából lényeges kérdés, hogy a kísérletekbe bevont almafajták milyen pektin tartalommal rendelkeznek. Irodalmi adatok alapján (TÓTH et al., 2012) a Watson Jonathan 0,52%, a Gala 0,33%, az Idared pedig 0,76% pektin tartalommal bír.

A magas pektin tartalmú almafajtákból előállított püréket, velőket, különböző gyümölcsstermékeknel a krémes, kenhető állomány kialakításához gyakran alkalmazzák. Az alma feldolgozása során megmaradó törköly szintén felhasználható állománykialakításra. Korábbi méréseim alapján a kísérletbe bevont különböző új nemesítésű almafajták közül olyan fajtákat választottam ki, amelyek közül az egyik pektin tartalma hasonló az Idared almafajtáéhoz (Artemisz), míg a másik pektin tartalma jóval magasabb (Cordelia). A kiválasztott fajták pektintartalmának három éves (2009-2011) vizsgálat során meghatározott eredményeit a 20. ábra mutatja.



20. ábra. Az almafajták pektin tartalma 2009-2011 között

Az Artemisz és Cordelia almajajták évjáratok között szignifikáns különbség volt ($p < 0,05$), az Idared almajajta pektin tartalmában 2009-ben és a 2011-ben mért adatok között nem volt szignifikáns eltérés ($p > 0,05$). Mindhárom fajtánál legmagasabb pektin tartalmat a 2010-es évjárat mutatta. Az Artemisz és Cordelia fajtáknál jóval kisebb pektin tartalmat mértem a 2009-es évben, mint a másik két vizsgálati időpontban, az értékek szignifikánsan különböznek egymástól ($p < 0,05$). Legmagasabb pektintartalommal mindhárom évben a Cordelia almajajta rendelkezett. Az Artemisz és az Idared fajták pektin tartalma 2010-ben és 2011-ben sem különbözött szignifikánsan

egymástól ($p > 0,05$). Az egyes évjáratokban mért pektin tartalmak közötti különbségek a különböző évek eltérő időjárási viszonyaival magyarázhatóak (FICZEK, 2012).

A 3 évjárat átlagát véve az Artemisz 0,72 mg/g, a Cordelia 0,84 mg/g, az Idared almafajta 0,76 mg/g pektintartalommal rendelkezik szárazanyag tartalomra vonatkoztatva. Ezek az eredmények összhangban vannak TÓTH és munkatársai 2012-es mérési eredményeivel.

A lekvárok állománykialakítására a 2011-ben termett almákat használtam fel. Az előállított 5% nedvességtartalommal rendelkező almatörkölyök pektin tartalma a következő volt:

Artemisz 0,90 mg/g, Cordelia 1,02 mg/g, Idared 0,86 mg/g szárazanyag tartalomra vonatkoztatva.

4.2. Reométeres mérések eredményei

4.2.1. Amplitúdó söprés eredményei

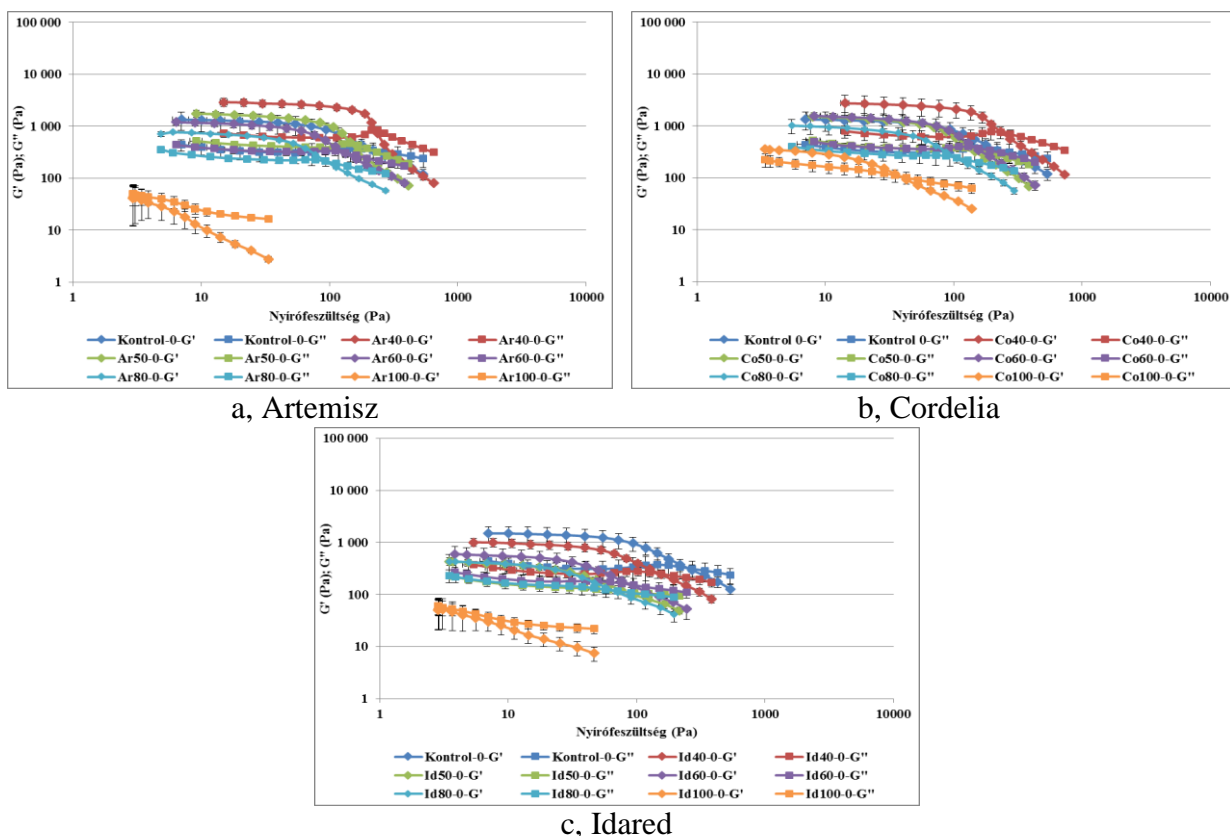
A módszer célja a mechanikai stabilitás vizsgálata: növekvő deformáció hatására a lekvárok viselkedéséről ad információt. Az amplitúdó söprés módszerével a sütésálló lekvárok mechanikai stabilitását vizsgáltam. A tárolás kezdetén a módszerrel kimutatható, hogy a törköly koncentráció mennyiségének növelése milyen hatást gyakorol a lekvárok állományára. Az amplitúdó söprés által meghatározható paraméterek tárolási időben való nyomon követése a sütésálló lekvárok szerkezeti stabilitásának változásáról ad információt.

4.2.1.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére

Az amplitúdó söprés reogramjai frissen készített sütésálló lekvárok esetében a 21. a, b, c ábrán láthatóak. Az amplitúdó söprés reogramokról leolvasott reológiai paramétereket a 7. táblázat tartalmazza.

Az ábrán megfigyelhető, hogy a pektint és törkölyt egyaránt tartalmazó lekvárok reogramjai hasonló lefutásúak, a görbék alakja nem változott a különböző mennyiségű almatörköly adagolás hatására. Az állománykialakítóként csak almatörkölyt tartalmazó minták (Ar100, Co100 és Id100) reogramjai viszont teljesen elkülönülnek a többitől, vagyis más reológiai tulajdonsággal bírnak.

A lekvárok szilárd halmazállapotúak, ugyanis a rugalmassági modulus érték az állománykialakítóként csak almatörkölyt tartalmazó minták (Ar100, Co100 és Id100) kivételével nagyobb, mint a veszteségi modulus értéke ($G' > G''$). A G'_0 a minta rugalmas jellegére utal, míg a G''_0 a minta viszkózus (folyási) tulajdonságaira. Az almatörköly koncentráció növelésével a kezdeti értékek csökkenő tendenciát mutatnak, vagyis a lekvárok lágyabbak lesznek a növekvő almatörköly koncentráció hatására. Kivételt képeznek a Co60 és Id60 almatörkölyt tartalmazó minták, ugyanis ezeknél a mintáknál magasabbak lettek ezek az értékek, mint az 50% almatörkölyt tartalmazó minták G' és G'' értékei.



21. ábra. A sütésálló lekvárok 0. hónapban mért amplitúdó söprés reogramjai

7. táblázat. A sütésálló lekvárok amplitúdó söprés alapján meghatározott paramétereit a 0. hónapban (kiinduláskor)

	G'_0 (Pa)	G''_0 (Pa)	DF_0	SZH	τ_{LVE} (Pa)	τ_{CO} (Pa)
	$X \pm SD$	$X \pm SD$	$X \pm SD$		$X \pm SD$	$X \pm SD$
Kontrol	1336±441 _a	439±92 _a	0,341±0,041 _a	3,04	25±9 _a	223±35 _a
Ar40	2736±543 _b	725±115 _b	0,265±0,014 _b	3,77	57±4 _b	230±13 _a
Ar50	1752±258 _c	519±40 _{bc}	0,300±0,035 _{cd}	3,37	30±2 _{bc}	148±7 _{bc}
Ar60	1192±158 _{bc}	437±51 _{bc}	0,368±0,016 _{bc}	2,73	21±4 _{bc}	132±17 _b
Ar80	756±41 _d	358±18 _c	0,459±0,035 _d	2,11	17±6 _c	94±7 _c
Ar100	41±29 _e	50±21 _d	1,414±0,347 _e	0,82	4±0,1 _d	6±1 _d
Co40	2912±111_b	796±220_b	0,273±0,051_b	3,65	50±7_b	244±14_a
Co50	1510±126 _b	521±73 _b	0,348±0,027 _{bc}	2,90	23±3 _a	132±12 _b
Co60	1568±257 _{ab}	497±61 _b	0,319±0,020 _{bc}	3,15	26±4 _a	140±20 _b
Co80	1015±317 _b	404±85 _b	0,411±0,061 _{bc}	2,51	17±4 _b	104±17 _b
Co100	356±173 _c	225±74 _c	0,669±0,100 _c	1,58	7±2 _c	38±11 _c
Id40	1010±175 _a	373±35 _{ab}	0,374±0,034 _a	2,71	19±3 _b	150±24 _b
Id50	444±78 _b	231±28 _c	0,537±0,036 _b	1,92	9±1 _c	84±15 _c
Id60	599±231 _b	267±62 _{bc}	0,469±0,07 _b	2,24	12±2 _c	91±7 _c
Id80	429±160 _b	230±65 _c	0,553±0,052 _c	1,86	9±2 _c	66±14 _c
Id100	61±20 _c	61±19 _d	0,652±0,022 _c	1,01	3±0,1 _d	3±0,02 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

A 7. táblázat adatai azt mutatják, hogy mindhárom lekvártípus esetében az állománykialakítóként csak almatörkölyt tartalmazó minták (Ar100, Co100 és Id100) bírnak a legkisebb rugalmassági (G'_0) és veszteségi modulusszal (G''_0). Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a 100% AT-t tartalmazó minták voltak a leglágyabbak a tárolás kezdetén. A 7. táblázat adataiból látható, hogy a 100% AT-t tartalmazó minták közül legkisebb G'_0 értékkel az Id100 minta rendelkezett ($G'_0=61$ Pa), vagyis ez a minta volt a leglágyabb. Figyelemre méltó, hogy az Artemisz és Cordelia almafajták esetében, a tárolás kezdetén a 40% AT-t tartalmazó minták magasabb G'_0 , G''_0 és τ_{LVE} értékkel bírtak, mint a kontrol minta. Vagyis a 40% AT-t tartalmazó minták voltak a legszilárdabbak.

GARRIDO és munkatársai 2015-ben különböző pektin tartalmú almazselék mechanikai és reológiai tulajdonságait vizsgálva azt tapasztalták, hogy a pektint tartalmazó minták esetében $G' > G''$, vagyis a minták szilárdak voltak, míg pektint egyáltalán nem tartalmazó minták esetében $G' < G''$, vagyis a minták folytak.

GUGGISBERG és munkatársai (2007) szerint, ha az anyag szilárd, kvázi szilárd akkor a veszteségi és rugalmassági modulus hányadosa (G''_0/G'_0 ; $\tan\delta$) 1-nél kisebb érték, míg folyadékok esetében 1-nél nagyobb. Dolgozatomban a jobb érthetőség miatt ennek a hányadosnak (G''_0/G'_0) a reciprokát adom meg (G'_0/G''_0) és nevezem szilárdsági hányadosnak (SZH). Vagyis ha a hányados értéke 1-nél nagyobb, a lekvár minta viszkoelasztikus szilárd testként, és ha 1-nél kisebb, akkor viszkoelasztikus folyadékként viselkedik. A 7. táblázatban leolvasható adatok alapján, az Ar100 minta folyadékként viselkedett, a Co100 minta szilárd anyag volt, és az Id100 minta a folyadék-szilárd határvonalon volt.

A SZH érték az Ar40 (SZH=3,77) és Co40 (SZH=3,65) mintáknál volt a legmagasabb, tehát ez esetben a pektinhez adagolt almatörköly növelte a lekvár szilárdságát, erősítette a gél-szerkezetet. A növekvő törköly koncentráció hatására csökkent a SZH. Kivételt képeztek a Co60 és Id60 minták, ahol magasabb értéket mutatott, mint az 50 és 80% törkölyt tartalmazó minták esetében.

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 7. táblázat adataiból látható, hogy a kontrol mintához képest szignifikánsan magasabb ($p < 0,05$) τ_{LVE} értékkel rendelkeztek az Ar40 és Co40 minták. Ez az eredmény hasonlóan a SZH értékekhez, a 60% pektinhez adagolt 40% törköly gél-szerkezet javító hatását mutatja.

A görbék metszéspontjában (τ_{CO}) van a minták „folyáshatára”. A metszéspont értékeknél azt láthatjuk, hogy az Ar40 ($\tau_{CO}= 230$ Pa) és Co40 ($\tau_{CO}= 244$ Pa) minták τ_{CO} értéke szignifikánsan nem különbözik a kontrol mintáétól ($\tau_{CO}= 223$ Pa) ($p<0,05$). Nagyobb almatörköly koncentráció esetén szignifikáns különbség figyelhető meg, és az almatörköly koncentráció növekedésével lineárisan csökkennek a metszéspont nyírófeszültség értékei. Ebből arra lehet következtetni, hogy az almatörköly tartalom növelésével egyre kisebb deformációs erő is elegendő ahhoz, hogy a mintákat folyásra kényszerítsük, vagyis egyre lágyabb és könnyebben kenhető a lekvárok állománya. Szintén kivételt képeznek a Co60 és Id60 almatörkölyt tartalmazó minták, ugyanis ezeknél a mintáknál magasabbak lettek az értékek, mint a Co50 és Co80, valamint az Id50 és Id80 minták esetében.

Az amplitúdó söprés módszerével mért reológiai eredmények alapján megállapítható, hogy a sütésálló lekvároknak a pektin egy részének kiváltása almatörkölyvel szignifikáns hatást gyakorol a reológiai tulajdonságokra. Kedvezőbb tulajdonságú, erősebb gélszerkezetű lekvárt lehetett előállítani a pektin és az almatörköly kombinálásával. A kontrol mintához képest magasabb értékeket mutattak a G'_0 , G''_0 , SZH, τ_{LVE} , τ_{CO} paraméterek a 40% törkölyt tartalmazó mintákban. A három almafajta törkölye más gélszerkezetet alakított ki. A legjobb állományt a Cordelia törkölyvel készített minták mutatták, míg leggyengébb gélszerkezetet az Idared törköly felhasználása eredményezte.

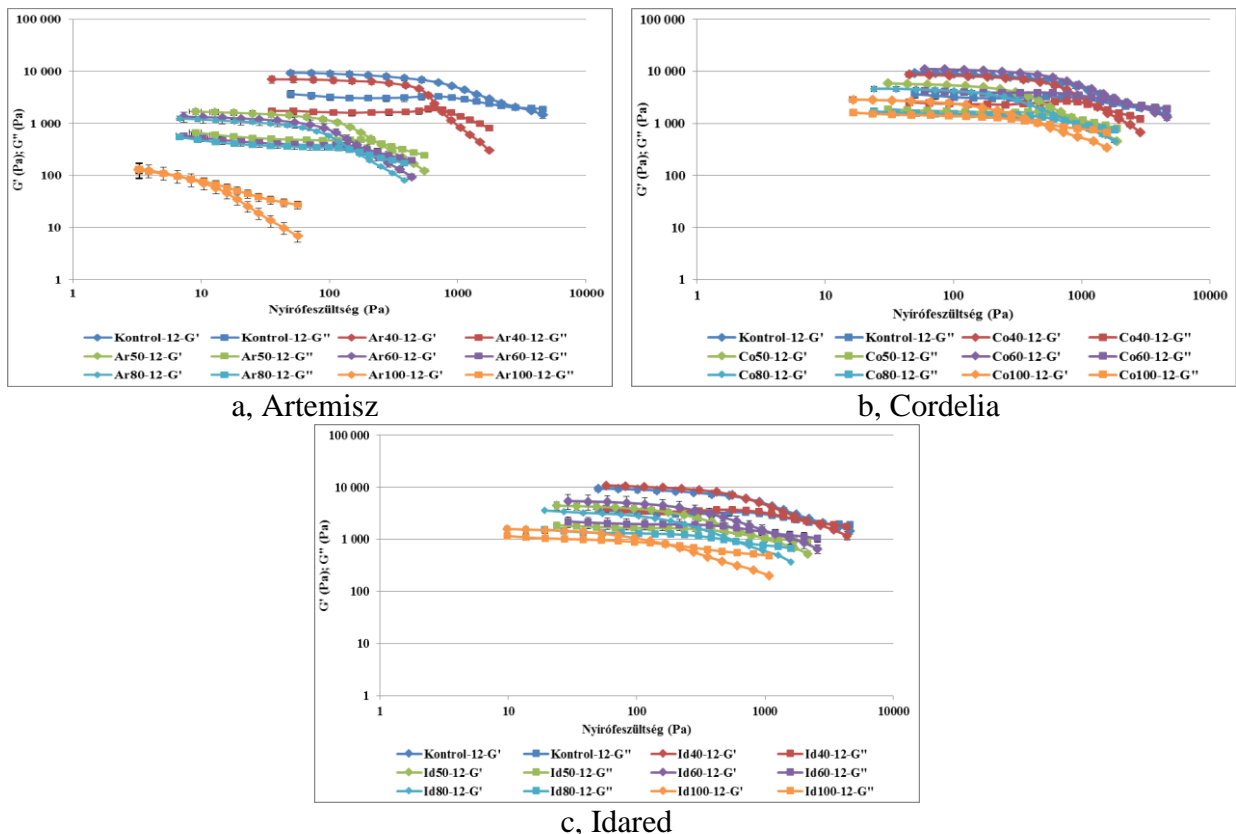
4.2.1.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére

A sütésálló lekvárok 12 hónapos tárolása során a 4. hónapban mért eredmények a M3. 1. ábrán láthatóak, a reogramokról leolvasott adatokat a M2. 4. táblázat tartalmazza. 4 hónapos tárolást követően a G'_0 és G''_0 , valamint a SZH értékek nőttek, ami a minták szilárdulását jelenti. Legszilárdabb minta a kontrol minta, ezt követi a Co40. A Co40 minta G'_0 és G''_0 és τ_{LVE} értékei szignifikánsan nem különböznek a kontrol minta értékeitől. A 4 hónapos tárolás alatt az Ar100 minta G'_0 értéke nőtt, így a SZH értéke is nagyobb, mint 1, vagyis 4 hónapos tárolást követően ez a minta is szilárd anyagként viselkedett.

A 8. hónapban mért reogramok a M3. 2. ábrán láthatóak, a hozzá tartozó paramétereket pedig a M2. 5. táblázat tartalmazza. A 8. hónapra az Artemisz és Idared törkölyt tartalmazó lekvároknál a minták 3-4 csoportra különültek el, míg a Cordelia törkölyt tartalmazó minták reogramja szinte teljesen egy nagyságrendben mozogtak. A 4. hónapban mért adatokhoz képest minden érték növekedett, vagyis a minták tovább szilárdultak. A minták elfolyósításához egyre nagyobb deformációs erő szükséges, amit a τ_{CO} paraméter növekedése jelez. Az Artemisz törkölyvel készült lekvárok esetében elkülönült az Ar100-as minta, hiszen ez a leglágyabb, míg a legszilárdabb minta

a kontrol. Az Ar50, 60, 80-as minták reogramjai szinte egymást fedik, hasonló G'_0 , G''_0 , τ_{LVE} és τ_{CO} értékűek a minták. A M2. 5. táblázat paramétereit alapján látható, hogy az Ar40 és Co40 minták a legszilárdabbak, ezeknek a mintáknak a legmagasabb továbbra is a SZH értéke. A Co60 és Id60 minták esetében a 0. és a 4. hónapban mért eredményekhez hasonlóan a G'_0 , G''_0 és τ_{LVE} értékek magasabbak, mint az 50, illetve 80% almatörkölyt tartalmazó minták esetében. Mivel a Cordelia törkölyt tartalmazó minták reogramjai nagyon fedik egymást, a jobb láthatóság miatt külön is ábrázoltam a kontrol, 40, 50, 100% törkölyt tartalmazó minták reogramjait (M3. 3. ábra). ACo40 minta nagyobb G'_0 , G''_0 és τ_{LVE} értékkel rendelkezett, a kontrol mintához képest, azonban kisebb τ_{CO} értékkel, vagyis kisebb erő szükséges az elfolyósításához. Az Idared törkölyvel készült mintáknál azt láthatjuk, hogy szintén leglágyabb az Id100 minta, az Id50, 60 és 80-as minták hasonló értékekkel (G'_0 , G''_0 , τ_{LVE} és τ_{CO}) bírnak, a reogramok hasonló lefutásúak, szinte fedik egymást.

A tárolás 12. hónapjában mért reogramokat a 22. ábrán mutatom be, a hozzá tartozó paramétereket pedig a M2. 6. táblázat tartalmazza.

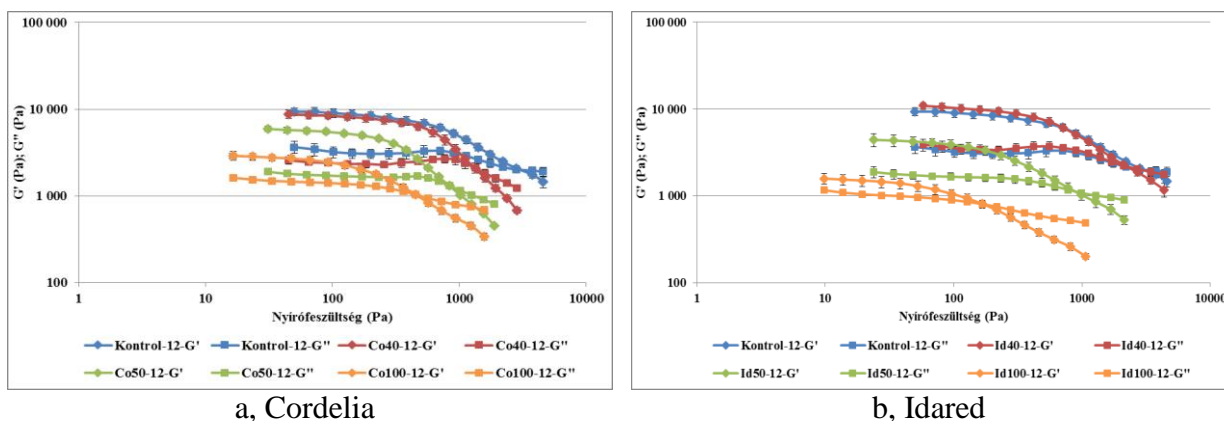


22. ábra. A sütésálló lekvárok 12. hónapban mért amplitúdó sörpés reogramjai

A reogramon, illetve a M2. 6. táblázatban lévő adatokból látható, hogy az 1 éves tárolási idő végére az Artemisz törkölyvel készült minták esetében szintén 3 csoportra tagolódnak a reogramok. Továbbra is teljes mértékben elkülönül az Ar100-as minta, külön csoportosul a kontrol és az Ar40

minta, valamint elkülönülnek az Ar50, Ar60 és Ar80-as minták. Együtt értékelve a 22. ábrát és a M2. 6. táblázatot, látható, hogy az Ar törköly koncentrációjának növelésével mind a G' , G'' , τ_{LVE} és a két görbe metszéspontjában meghatározott τ_{LVE} érték is csökken, ami azt jelenti, hogy a törköly koncentráció növelésével egyre lágyabb lett a termék és kisebb erő kifejtése is elegendő volt a minta elkenéséhez.

A Cordelia, valamint az Idared törkölyvel készített minták esetében a minták reogramjai szinte fedik egymást, így azok reogramjait a jobb láthatóság miatt külön is bemutatom a kontrol, 40, 50, 100% törkölyt tartalmazó minták esetében a 23. ábrán.



23. ábra. Cordelia és Idared almatörkölyvel készített sütésálló lekvárok reogramjai a 0, 40, 50, 100% törkölyt tartalmazó minták esetében a 12. hónapban

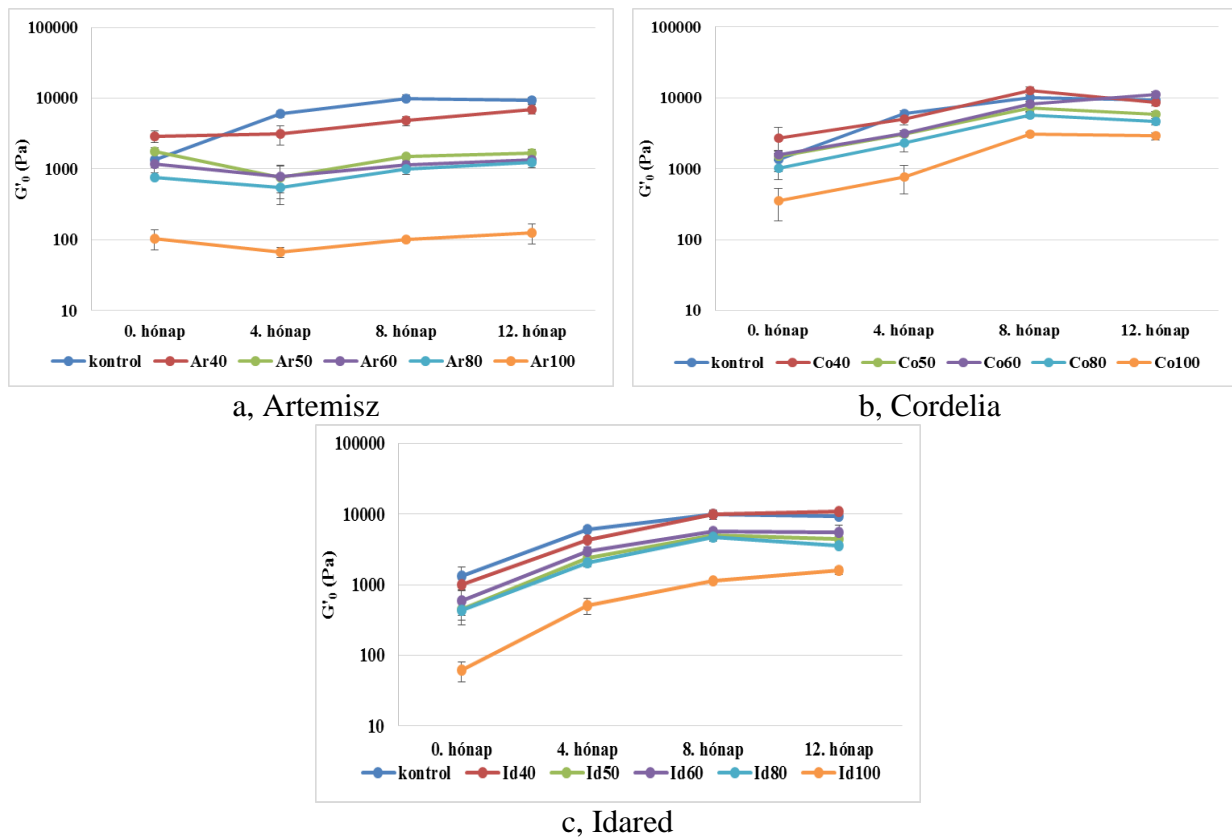
A 23. ábrán jól látható, hogy a kontrol minta és az Id40 minta reogramjai hasonló lefutásúak, szinte teljesen fedik egymást. A M2. 6. táblázat adataiból látható, hogy az Id40 és Co40 minta G'_0 , G''_0 , τ_{LVE} értékei szignifikánsan nem különböznek a kontrol mintához képest. Az Id40 minta τ_{CO} értéke szintén nem különbözik szignifikánsan a kontrol mintához képest, azonban a Co40 minta kisebb τ_{CO} értékkel rendelkezik, vagyis kisebb erő szükséges az elfolyósításához. A Co60 és Id60 minták esetében a tárolás végére is igaz, hogy ezeknek a mintáknak magasabb a G'_0 , G''_0 , τ_{LVE} és τ_{CO} értéke, mint az 50, illetve 80% almatörkölyt tartalmazó mintáknak.

A 24-26. ábrán a különböző törkölyvel készült minták amplitúdó söprés reogramjairól leolvasható paraméterek időbeni, tárolás alatti változása látható.

A 24. ábra a lekvárok G'_0 értékeit mutatja a tárolás alatt. Az ábrán jól látszik, hogy mindhárom alfajta estében a 100% almatörkölyt tartalmazó minták rendelkeztek a legkisebb G'_0 értékkel, vagyis ezek a minták voltak a leglágyabbak.

A rugalmassági modulus a tárolás alatt az Artemisz törkölyvel készített, 100%-ban csak AT-t tartalmazó mintáknál nem változott, vagyis 12 hónapos tárolás alatt sem alakult ki gélszerkezet, a minta végig folyt, folyadékként viselkedett. A Cordelia és Idared törkölyvel készített, 100%-ban

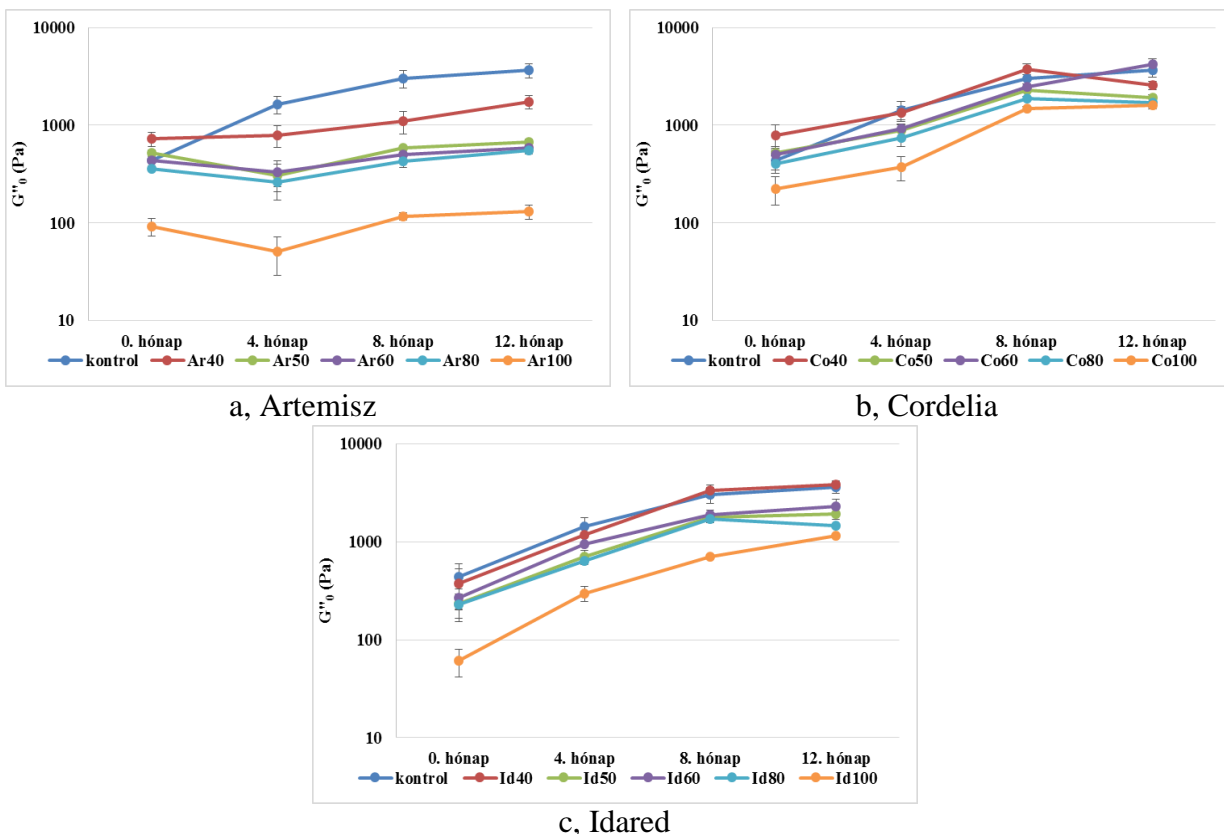
AT-t tartalmazó minták G'_0 értéke folyamatosan növekedett, egészen a tárolás végéig, mindkét fajta esetében a G'_0 értékek egy nagyságrenddel nőttek a 0. hónapban mért, kiindulási értékhez képest.



24. ábra. A sütésálló lekvárok G'_0 értékeinek változása a tárolás alatt

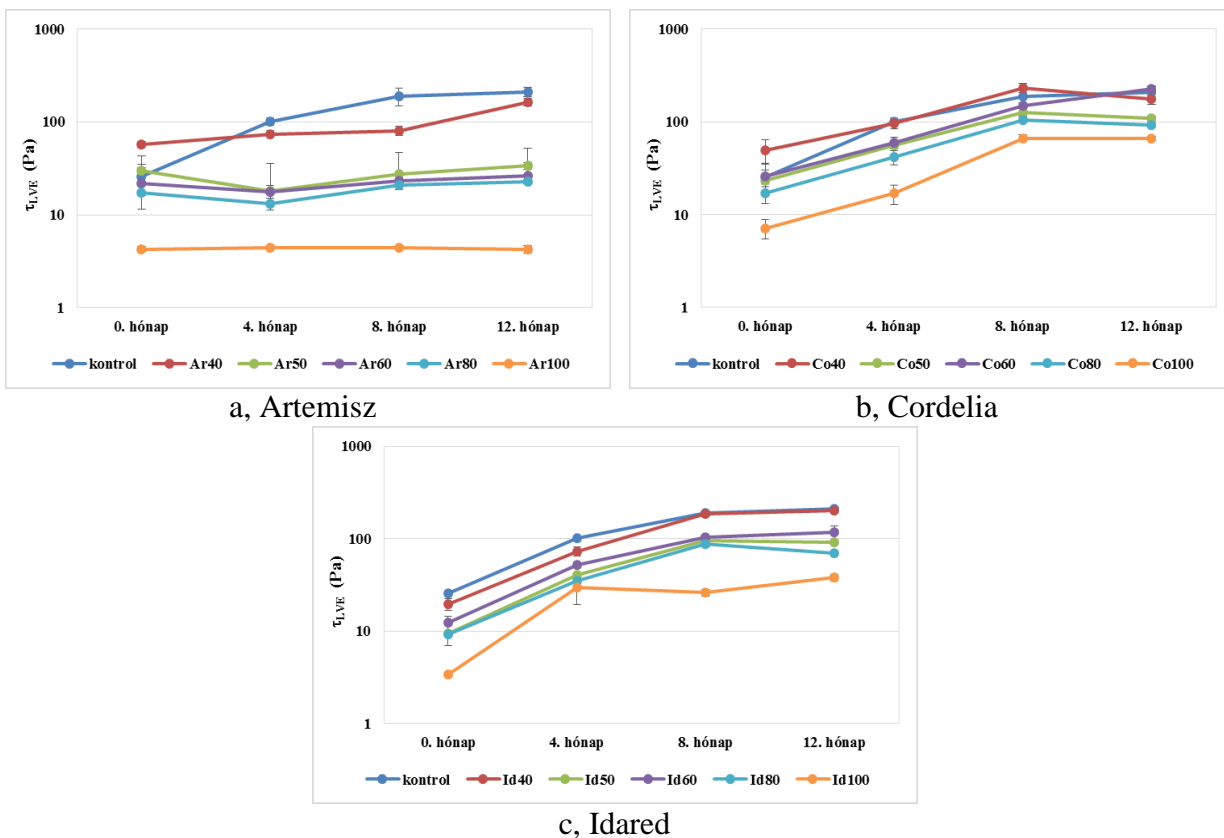
A 25. ábrán a lekvárok G''_0 értékei láthatóak a tárolás alatt. Az ábrán látható, hogy az Artemisz almatörkölyvel készített lekvárok esetében a 12 hónapos tárolás alatt jelentősebb változás a kontrol mintához képest csak az Ar40 mintáknál volt.

A Cordelia és az Idared almafajták törkölyével készített lekvárok esetében minden mintánál, beleértve a 100% almatörkölyt tartalmazó mintákat is, jelentős, nagyságrendbeli változás volt megfigyelhető a 12 hónapos tárolás végére. A G''_0 értékek a 8. hónapig folyamatosan nőttek, majd a 8. és a 12. hónap között szinte minden lekvár minta esetében csökkentek, vagy állandósultak az értékek.



25. ábra. A sütésálló lekvárok G''_0 értékeinek változása a tárolás alatt

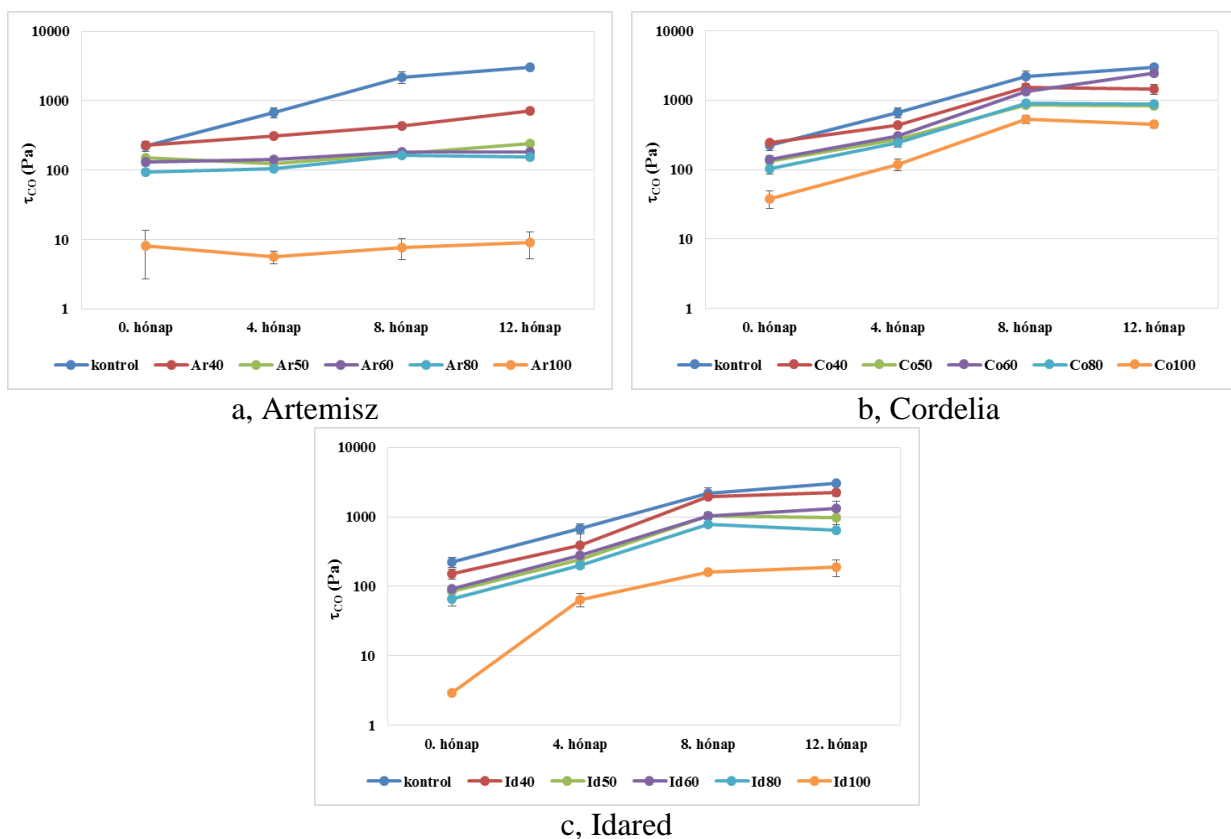
A 26. ábrán lineáris viszkoelasztikus tartomány végénél mért nyírófeszültség értékek (τ_{LVE}) láthatóak.



26. ábra. A sütésálló lekvárok τ_{LVE} értékeinek változása a tárolás alatt

Mindhárom almafajta esetében a 100% almatörkölyt tartalmazó minták rendelkeztek a legkisebb τ_{LVE} értékkel, vagyis a törköly koncentráció növelésével egyre kisebb lett a minta stabilitása. A τ_{LVE} értéke a tárolás alatt az Artemisz törkölyel készített, 100%-ban csak AT-t tartalmazó mintáknál nem változott, vagyis 12 hónapos tárolás alatt sem lett stabilabb a minta, amit valószínűleg a gélesedés hiánya okozott. A Cordelia és Idared törkölyel készített, 100%-ban AT-t tartalmazó minták τ_{LVE} értéke a tárolás 8. hónapjáig növekedett, majd a tárolás végére kismértékben csökkent. Mindkét fajta esetében a τ_{LVE} értékek egy nagyságrenddel nőttek a 12 hónapos tárolás folyamán a kiindulási értékhez képest.

A 27. ábrán a G' és G'' görbék metszéspontjának (τ_{CO}) tárolás alatti változása látható. A τ_{CO} azt a nyírófeszültség értéket jelenti, amely fölött a minta viszkoelasztikus folyadékként viselkedik.



27. ábra. A sütésálló lekvárok τ_{CO} értékeinek változása a tárolás alatt

A görbék metszéspontja (τ_{CO}) tekintetében mindhárom almafajta esetében a 100% almatörkölyt tartalmazó minták rendelkeztek a legkisebb értékkel, vagyis a törköly koncentráció növelésével egyre kisebb deformáció elegendő volt ahhoz, hogy a minták viszkoelasztikus folyadékként viselkedjenek.

A τ_{CO} értéke a kontrol minta esetében a tárolás végéig folyamatosan nőtt, vagyis a 12. hónapban nagyobb deformációs erő volt szükséges a kontrol minta folyásához. A τ_{CO} értéke a tárolás alatt az Artemisz törkölyel készített, 100%-ban csak AT-t tartalmazó mintáknál nem változott. A Cordelia

és Idared törkölyvel készített, 100%-ban AT-t tartalmazó minták τ_{CO} értéke a tárolás 8. hónapjáig növekedett, majd a tárolás végén csökkent. Mindkét fajta esetében a τ_{CO} értékek egy nagyságrenddel nőttek a 0. hónapban mért, kiindulási értékhez képest.

Összességében megállapítható, hogy a tárolás során bekövetkező változások az amplitudó sörpések eredménye alapján azt mutatják, hogy a pektinnel, illetve a pektin és almatörkölyvel készült sütésálló lekvárok megőrizték szilárd jellegüket, sőt, tovább szilárdultak, nőttek a G'_0 , τ_{LVE} , τ_{CO} értékek (kivéve az Ar100 minta, amelynél nem történt változás).

A kontrol illetve a 40% almatörkölyt tartalmazó minták hasonlóan viselkedtek a tárolás folyamán, reogramjaik nem különültek el, több esetben paramétereik nem mutattak szignifikáns különbségeket a kontrol mintához képest. Amennyiben a 40% törkölyt tartalmazó minták értékei szignifikánsan eltértek a kontrol mintától, a mért értékek magasabbak voltak, tehát stabilabb gél szerkezetet alakítottak ki a többi mintához képest.

A Co100 és Id100 minták jelentős változáson mentek keresztül: 1-2 nagyságrenddel nőttek a τ_{LVE} , τ_{CO} értékek, ami a stabilitás növekedését jelzi. 1 nagyságrenddel nőtt a G'_0 , valamint növekedett a G''_0 érték is, ami a minták szilárdulását mutatja. A Co100 és Id100 minták érzékelhetően szilárdabbak lettek a 12 hónapos tárolás végére. Állománykialakítóként csak almatörkölyt tartalmazó minták eltérő viselkedését valószínűleg az okozta, hogy míg a pektin a főzést követően 24 órán belül gél szerkezetet képes kialakítani, a tárolás során a szinerézis következtében tömörödik, addig az almatörkölyben található egyéb hidrokolloidok lassabban kötik meg a vizet, és a gél szerű szilárd állományt a duzzadás révén hozzák létre.

4.2.2. Frekvencia sörpés eredményei

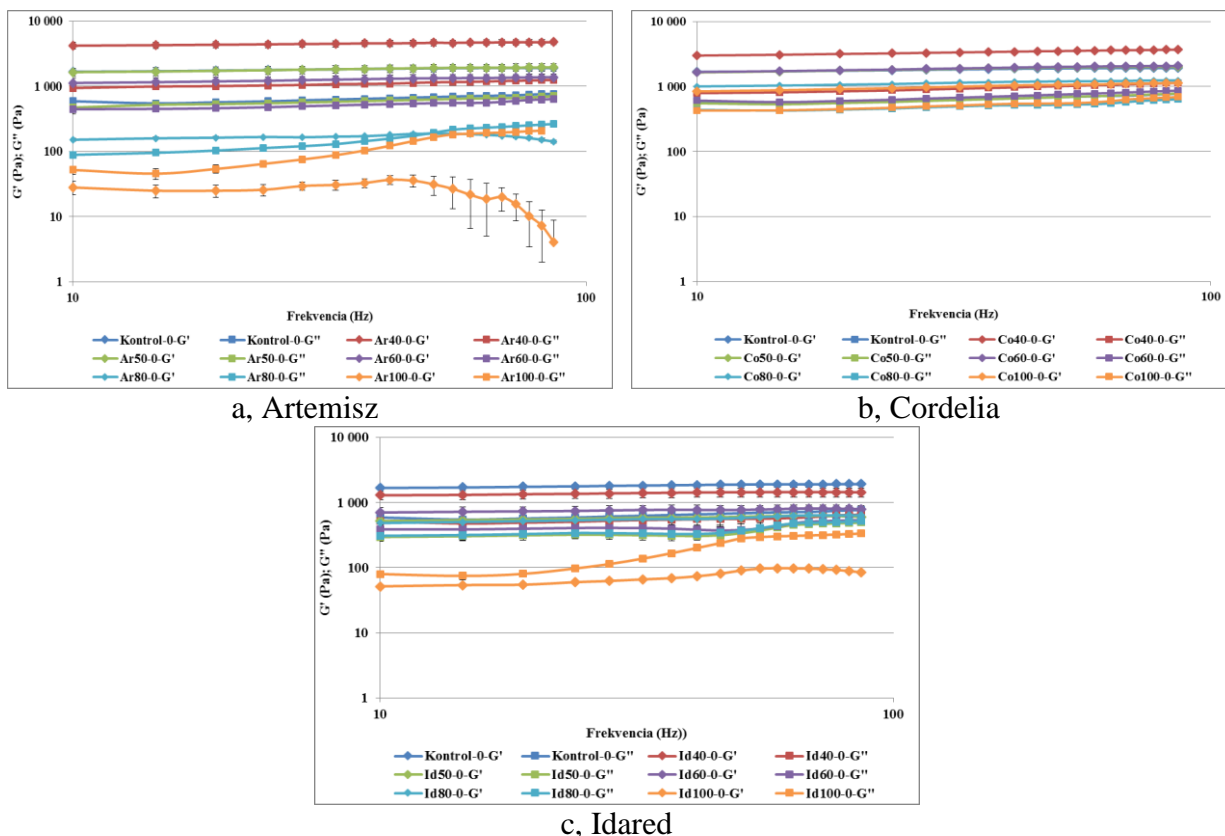
A frekvencia sörpés módszerével az időfüggő reológiai viselkedés állapítható meg, mely szerint kis frekvencia értékeknél (1-10 Hz) a hosszú távú stabilitást (pl. tárolás), a nagy frekvencia értékeknél (100-200 Hz) a rövid távú viselkedést vizsgálhatjuk (pl. szállítás). Így a tárolási idő a 100 Hz felől mutat a 10 Hz felé.

A frekvencia sörpés módszerével a sütésálló lekvárok tárolás alatti viselkedésére vonatkozóan a G' és G'' görbék lefutásából, valamint egymáshoz való viszonyukból lehet következtetéseket levonni. Az ideális eset az, amikor a két görbe lefutása hasonló a teljes frekvencia tartományon keresztül, ami a minta gél szerkezetére és a stabil diszperziókra utal (MEZGER, 2006). Amennyiben a két görbe (G' és G'') lefutása hasonló a frekvencia tartományon belül, a vizsgált minta szerkezete nem változik az idő előrehaladtával. A frekvencia sörpés módszerével mért reogramokat ezért a G' és G'' kezdeti (10 Hz-nél mért) és végső (100 Hz-nél mért) értékei alapján,

valamint a kezdeti és végső damping factorok és az általam bevezetett stabilitási hányados ($SH=DF_0/DF_v$) segítségével elemeztem.

4.2.2.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére

A 28. ábrán a frissen készített sütésálló lekvárok frekvencia söprés reogramjai láthatóak. A reogramokról leolvasott paramétereket a 8. táblázat tartalmazza.



28. ábra. A sütésálló lekvárok 0. hónapban mért frekvencia söprés reogramjai

A lekvárok elkészítésekor a Cordelia almatörkölyvel készített minták G' és G'' görbéinek lefutása nagyon hasonló. Ez arra utal, hogy a Cordelia almatörkölyvel készített lekvárok szerkezete stabil és valószínűleg nem várható változás hosszabb távú tárolás folyamán sem. Az Idared és Artemisz törkölyt tartalmazó minták, különösen a 100% almatörkölyt tartalmazóak G' és G'' görbéi 10-30 Hz között hasonlóan futnak, majd a G' növekedése és a G'' csökkenése következtében megnő a köztük lévő távolság, a két görbe „széttart” egymástól. Ez azt mutatja, hogy rövid távon (50-100 Hz) ezek a lekvárok más szerkezetűek, mint hosszú távon (10-30 Hz).

8. táblázat. A lekvárok frekvencia söprés paraméterei a 0. hónapban

	$G'_0 (P_a)$	$G'_v (P_a)$	$G''_0 (P_a)$	$G''_v (P_a)$	DF_0	DF_v	SH
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	
Kontrol	1676±136 _a	1912±148 _a	590±35 _a	780±46 _a	0,352±0,021 _a	0,408±0,020 _a	0,869 _a
Ar40	4208±505 _b	4770±441 _b	945±93 _b	1258±135 _b	0,226±0,022 _b	0,263±0,012 _b	0,854 _a
Ar50	1654±235 _c	1956±258 _c	473±93 _c	716±75 _c	0,285±0,025 _c	0,367±0,022 _c	0,781 _a
Ar60	1126±191 _b	1382±163 _b	446±29 _b	649±41 _{bc}	0,387±0,048 _c	0,472±0,041 _d	0,819 _a
Ar80	152±10 _d	129±8 _d	89±4 _d	272±3 _d	0,589±0,062 _d	2,110±0,116 _e	0,280 _b
Ar100	53±12 _e	40±2 _e	52±8 _e	221±7 _e	1,857±0,482 _e	55,25±77,15 _f	0,03 _c
Co40	2990±409 _b	3672±497 _b	787±72 _b	1134±98 _b	0,265±0,015 _b	0,314±0,015 _b	0,847 _a
Co50	1644±91 _a	2000±36 _a	551±43 _a	779±27 _a	0,335±0,021 _a	0,395±0,011 _a	0,847 _a
Co60	1670±63 _a	2068±61 _a	608±70 _a	864±17 _a	0,365±0,046 _a	0,424±0,018 _a	0,862 _a
Co80	1002±176 _c	1240±224 _c	437±59 _c	634±49 _c	0,439±0,031 _c	0,527±0,056 _c	1,20 _a
Co100	841±52 _c	1132±11 _c	427±15 _c	688±1 _c	0,510±0,048 _d	0,607±0,007 _d	0,833 _a
Id40	1296±328 _a	1438±367 _b	517±105 _a	653±115 _a	0,398±0,036 _b	0,454±0,050 _a	0,884 _a
Id50	519±68 _b	605±8 _c	296±37 _b	493±28 _b	0,570±0,016 _b	0,815±0,072 _b	0,704 _b
Id60	704±133 _b	792±101 _c	388±44 _b	540±27 _b	0,556±0,036 _b	0,686±0,050 _c	0,813 _a
Id80	485±113 _b	635±112 _c	309±58 _b	526±50 _b	0,642±0,041 _c	0,827±0,109 _d	0,781 _a
Id100	52±0,2 _c	85±1 _d	80±9 _c	339±17 _c	2,468±0,973 _d	4,075±0,128 _e	0,606 _b

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

Az adatok alapján az Ar100 és Id100 minta viszkoelasztikus folyadék ($G'' > G'$), míg a többi minta viszkoelasztikus gél ($G' > G''$). Az almatörköly koncentráció növelés hatására az Artemisz almatörkölyvel készített lekvárok esetében a 40 és 50% törkölyt tartalmazó mintáknál a DF értékek alacsonyabbak és szignifikánsan eltérnek a kontrol lekvár DF értékeihez képest. 60% Artemisz törköly adagolástól kezdve a DF értékek nőnek, vagyis lágyabbak a minták. Cordelia törkölyvel készített lekvárok esetében 40% almatörköly tartalom esetében a DF értékek szignifikánsan alacsonyabbak ($DF_0=0,265$; $DF_v=0,134$) a kontrol mintához képest, ami azt jelenti, hogy a Co40 minta, keményebb, mint a kontrol minta. A Co50 ($DF_0=0,335$) és Co60 ($DF_0=0,365$) minta szignifikánsan nem különbözik a kontrol mintától ($DF_0=0,352$). A Co80 és Co100 minta DF értékei azonban magasabbak ($DF_0=0,439$ és $0,510$; $DF_v=0,527$ és $0,607$) a kontrol mintához képest, vagyis a minták lágyabbak. Idared almatörkölyvel készített lekvárok esetében a kiindulási DF értékek szignifikánsan eltértek a kontroltól minden minta esetében. A DF_0 értékek a törköly koncentráció növelésével nőtt, vagyis a minták lágyultak.

A frekvencia söprés reogramok alapján látható, hogy a 0-80% almatörkölyt tartalmazó lekvárok szerkezete stabil és ez arra utal, hogy valószínűleg nem történik a tárolás során negatív irányú jelentős változás a gél szerkezet stabilitásában. Ez az eredmény összhangban van az amplitúdó söprésrel mért eredményekkel. A 100% almatörkölyt tartalmazó sűtésálló lekvárok hosszabb idő

alatt várhatóan szilárdabbá válnak, mivel a G' és G'' görbéi 10 Hz-től 100 Hz felé „széttartanak”. A frekvencia söprés módszerével a lekvárok között jól kimutathatóak a tárolhatóságot tekintve a különbségek. Legjobban tárolható lekvárok (nem tartanak szét a G' és G'' görbék) a Cordelia törkölyel készült minták, és legkevésbé az Artemisz törkölyt tartalmazó minták.

4.2.2.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére

Ebben a fejezetben a tárolási kísérlet folyamán mért frekvenciasöprés eredményeit mutatom be. A 4. hónapban mért frekvencia söprés reogramjai a M3. 4. ábrán láthatóak, a frekvencia söprésrel meghatározott paramétereket pedig a M2. 7. táblázat tartalmazza. Az Artemisz törkölyel készült lekvárok esetében a mérés elején, 100 Hz-nél, az Ar100 görbéi a 0. hónaphoz hasonlóan széttartanak, ami arra utal, hogy a minta rövid távú tárolhatósága nem jó. Azonban haladva a 10 Hz felé a görbék összetartanak, ami azt mutatja, hogy hosszabb távon jobban tárolható az Ar100 minta.

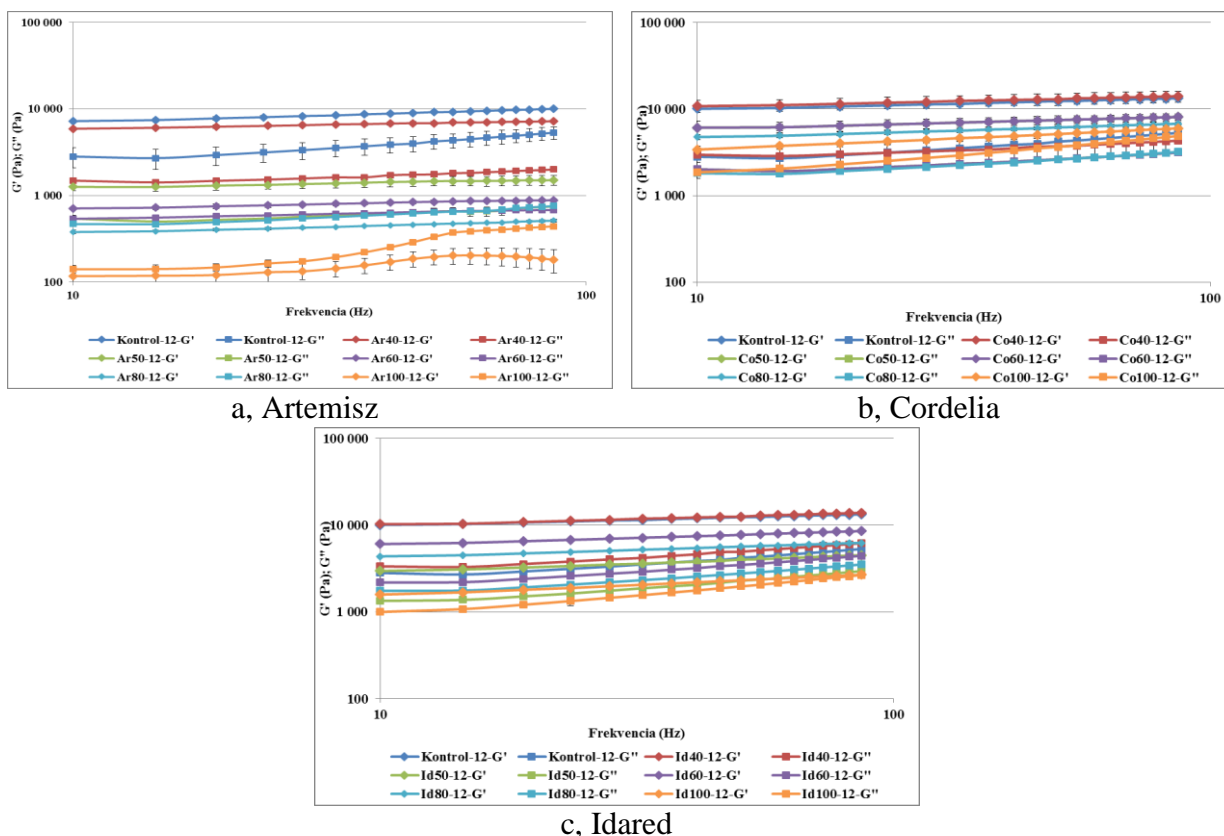
4 hónapos tárolást követően a Cordelia G' és G'' görbéi szinte párhuzamosak egymással, vagyis a minták stabilak, nagyon jól bírják a hosszú távú tárolást.

Az Idared törkölyt tartalmazó lekvárok esetében az Id100 mintánál látható, hogy a G' és G'' görbék haladva a 10 Hz, vagyis a hosszú távú tárolás felé, a görbék távolsága nő, ami azt mutatja, hogy a minta hosszú távú tárolása során kevésbé stabil.

8 hónapos tárolást követően a minták frekvencia söprés reogramjait a M3. 5. ábrán láthatjuk, a reogramokról leolvasott adatokat pedig a M2. 8. táblázatban.

8 hónapos tárolás után az Artemisz törkölyel készített lekvár minták esetében a minták G' és G'' görbéi hasonló lefutásúak. Az Ar100 minta esetében a görbék kevésbé széttartóak, ami arra utal, hogy a minta stabilitása a tárolás alatt nőtt, tárolhatósága javult. A Cordelia törkölyel készített lekvárok stabilak, a G' és G'' görbék szinte párhuzamosan futnak.

A 12. hónapos tárolás végén mért frekvencia söprés reogramokat a 29. ábrán láthatjuk.

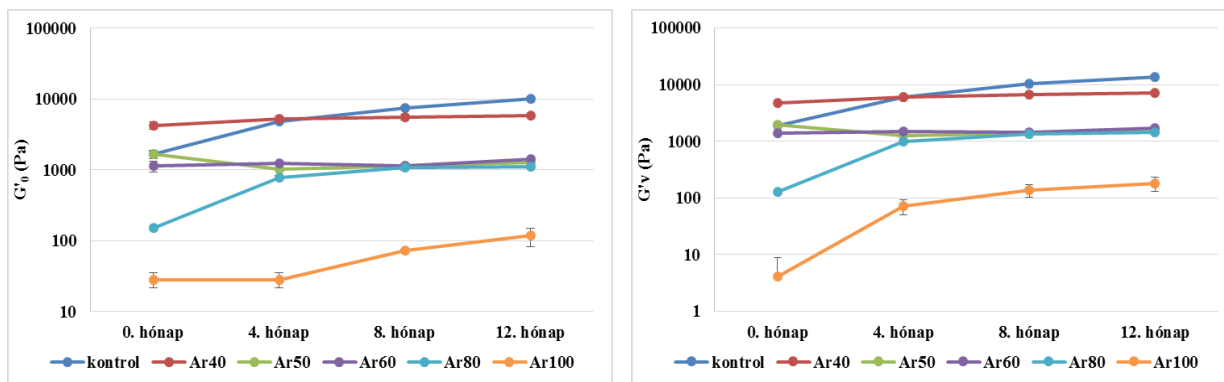


29. ábra. A sütésálló lekvárok 12. hónapban mért frekvencia söprés reogramjai

A reogramok paramétereit a M2. 9. táblázat tartalmazza. A 12 hónapos tárolás végére a tendencia az eddigiekhez hasonló. A legnagyobb változás a 12. hónapra az Ar100 és Id100 minták esetében történt. Az Ar100 minta esetében G' és G'' görbéi 10-30 Hz között teljesen párhuzamosak, majd a G' növekedése és G'' csökkenése miatt „széttartanak” a görbék. Azonban ez a „széttartás”, vagyis a távolság a két görbe között jelentősen csökkent a kiinduláshoz képest.

A 29-30. ábrákon a különböző törköllyel készült minták frekvencia söprés reogramjairól leolvasható paraméterek időbeni, tárolás alatti változása látható.

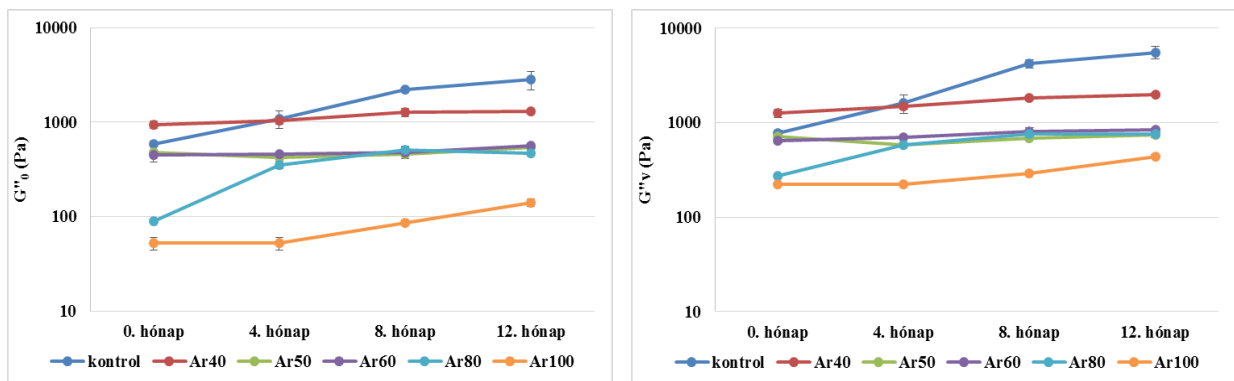
A rugalmassági modulus (G') kezdeti és végértékeinek a tárolási idő alatti változását az Artemisz almatörköllyel készített lekvárok esetében a 30. ábra mutatja be.



30. ábra. Kezdeti és végső rugalmassági modulus (G') változása a tárolás alatt Artemisz almatörköllyel készített lekvárok esetében

Az ábrán látható, hogy a rugalmassági modulus kezdeti és végértékei, amik a szilárdságra engednek következtetni, növekedtek a tárolás alatt. A 0-12. hónap között a 40, 50 és 60% törkölyt tartalmazó minták G'_0 és G'_v értékei nem változtak jelentős mértékben, vagyis ezek a minták a tárolás 12 hónapja alatt ugyanolyan szilárdak maradtak. A kontrol, valamint a 80 és 100 % törkölyt tartalmazó minták G'_0 és G'_v értékei a tárolás alatt folyamatosan nőttek. Intenzív növekedés látható a tárolás első 4 hónapjában.

A veszteségi modulus (G'') kezdeti és végértékeinek a tárolási idő alatti változását az Artemisz almatörkölyvel készített lekvárok esetében a 31. ábra mutatja be. Az ábráról leolvasható, hogy a veszteségi modulus kezdeti és végértékei, amelyek a minta viszkozusságát mutatják, az almatörköly koncentráció növelésével csökkenő tendenciát mutatnak adott hónapon belül. A 0-12. hónap között a 40, 50 és 60% törkölyt tartalmazó minták G''_0 és G''_v értékei nem változtak jelentős mértékben, vagyis ezek a minták a tárolás 12 hónapja alatt ugyanolyan viszkozusak maradtak. A kontrol, valamint a 80 és 100% törkölyt tartalmazó minták G''_0 és G''_v értékei a tárolás alatt folyamatosan nőttek.



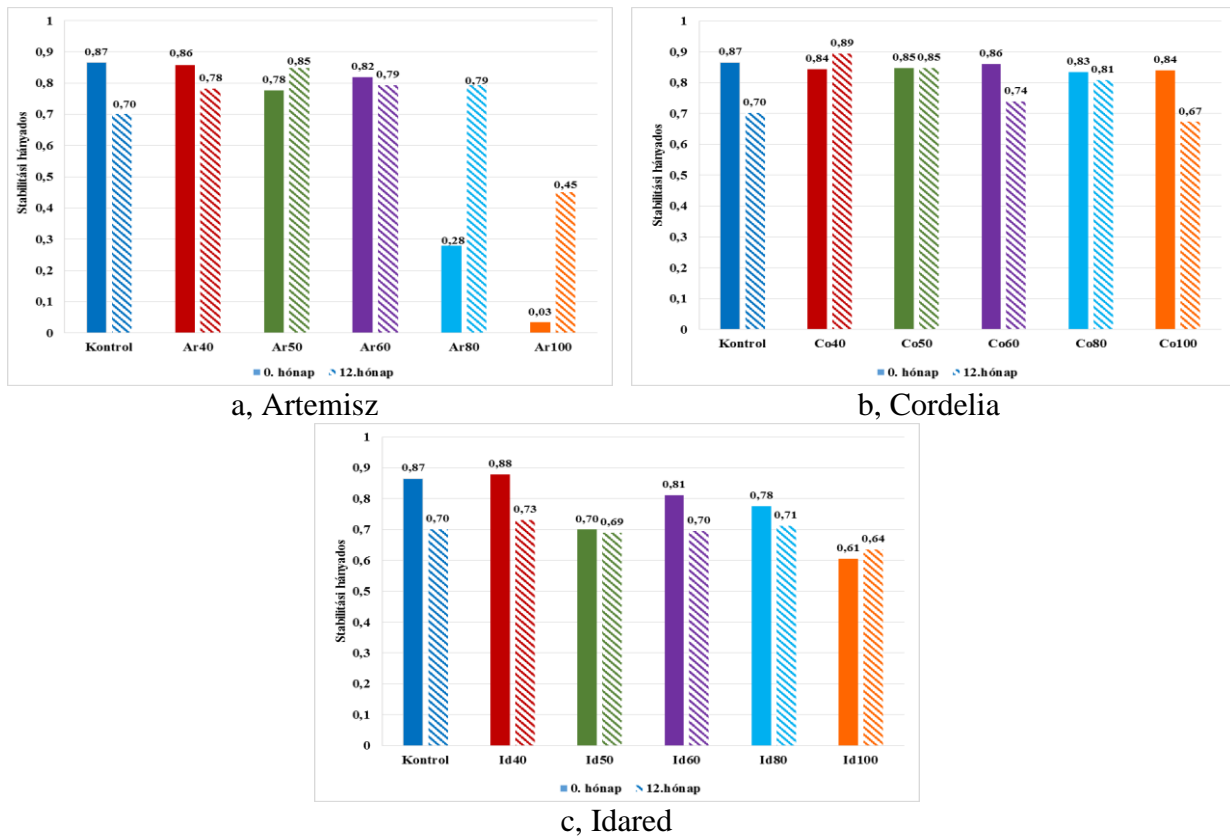
31. ábra. Kezdeti és végső veszteségi modulus (G'') változása a tárolás alatt Artemisz almatörkölyvel készült lekvárok esetében

A Cordelia és Idared almatörkölyvel készített lekvárok kezdeti és végső rugalmassági, valamint veszteségi modulus értékeinek változását a tárolás alatt a M3. 6-9. ábra tartalmazza.

A minták stabilitási hányados értékeit a tárolás végén a 32. ábrán mutatom be, oly módon, hogy együtt ábrázolom a kiindulási SH értékekkel. A 4. és a 8. hónapi stabilitási hányados értékek a M3. 10-11. ábrán láthatóak.

A stabilitási hányados (SH) a minták tárolás alatti stabilitásának vizsgálatára alkalmas. A 10 Hz-nél mért, kezdeti damping faktort (DF_0) osztottam a 100 Hz-nél mért végső damping faktor értékkel (DF_v). Abban az esetben, ha a G' és G'' görbe párhuzamos, vagyis a DF értékek nem változnak a frekvencia függvényében, akkor a $SH=1$, és azt mutatja, hogy a minta szerkezete stabil

a tárolási idő függvényében. Ezért a stabilitási hányados értéke minél közelebb van 1-hez annál stabilabb lesz az adott minta a tárolás alatt.



32. ábra. A sütésálló lekvárok stabilitási hányados értékei a 0. és a 12. hónapban

A legtöbb minta esetében csökkentek az SH értékek a kiindulási értékhez képest, azonban az almatörkölyt tartalmazó minták esetében a csökkenés mértéke kisebb volt a kontrol minta SH értékének csökkenéséhez képest, vagyis a törkölyt tartalmazó minták stabilabbak maradtak a tárolás végére, jobban tárolhatóak a kontrol mintához képest.

Az Artemisz almatörkölyvel készített lekvárok esetében azt láthatjuk, hogy az almatörköly koncentráció növekedésével a stabilitási hányados egyre kisebb lesz, vagyis a minták egyre kevésbé stabilak. A tárolás kezdetén legmagasabb SH értéke a kontrol mintának (SH=0,87) és az Ar40 mintának van (SH=0,86). Kiugróan alacsony SH értékkel (SH=0,03) rendelkezik az Ar100 minta, vagyis ez a lekvár egyáltalán nem stabil szerkezetű. Szignifikáns különbség ($p < 0,05$) a kontrol mintához képest az Ar80 és Ar100 minták esetében van. A Cordelia törkölyt tartalmazó mintáknál az SH értékek statisztikailag nem különböznek ($p < 0,05$) a kontrol minta SH értékétől. Azon minták, amelyek Cordelia almatörkölyvel készültek ugyanolyan stabilak, mint a kontrol minta.

Az Idared törkölyt tartalmazó minták esetében az Id40 minta a legstabilabb ($SH=0,88$) és az Id100 a legkevésbé stabil minta ($SH=0,61$) és szignifikánsan különbözik ($p<0,05$) a kontrol mintához képest.

A tárolás végére, a 12. hónapban mindhárom almafajttával készült lekvár esetében legnagyobb SH értéke a 100%-ban törkölyt tartalmazó mintáknak van, azonban statisztikailag a Co100 és Id100 minták SH értékei ($SH_{Co100}=0,67$ és $SH_{Id100}=0,64$) nem különböznek a kontrol mintához képest ($SH=0,70$) ($p>0,05$).

A két multirezisztens almafajttával készült lekvároknál azt láthatjuk, hogy a 40-80% törkölyt tartalmazó minta SH értékei magasabbak a kontrol mintáéhoz képest, és statisztikailag különböznek is tőle ($p<0,05$). Vagyis a 40-80% Artemisz, valamint Cordelia törkölyt tartalmazó lekvárok stabilabbak a tárolás végére a kontrol mintához képest. A tárolás végére a 40-80% Idared törkölyt tartalmazó minták SH értéke statisztikailag nem különböztek a kontrol mintáétól.

A frekvencia söprés módszerénél a tárolás hatását legjobban az általam bevezetett stabilitási hányados (SH) szemlélteti. Ez a hányados jól mutatja, hogy a csak pektinnel készített kontrol minta stabilitása csökkent a tárolási idő alatt, az Ar80 és Ar100 minták stabilitása nőtt a tárolás alatt. Az Ar40 és Id40 minták stabilitása szignifikánsan nem különbözött a kontrol minta tárolás alatti stabilitásától. Ez arra utal, hogy a 60% pektin és 40% törköly kombináció a kontrol mintához hasonló gélstruktúrát alakított ki. Legstabilabb minta azonban a tárolás elején a Co40 minta volt és a tárolás 12 hónapja alatt végig stabil maradt. A Co100 minta, a tárolás kezdetén a legstabilabb minta volt. Stabilitása csökkent ugyan a tárolás végére, de ugyanolyan stabil maradt, mint a kontrol minta.

Összességében elmondható, hogy mindhárom almafajta törkölyével készített sütésálló lekvár, alkalmas a hosszabb távú tárolásra, és az almatörkölyt tartalmazó minták jobban tárolhatóak a kontrol mintához képest.

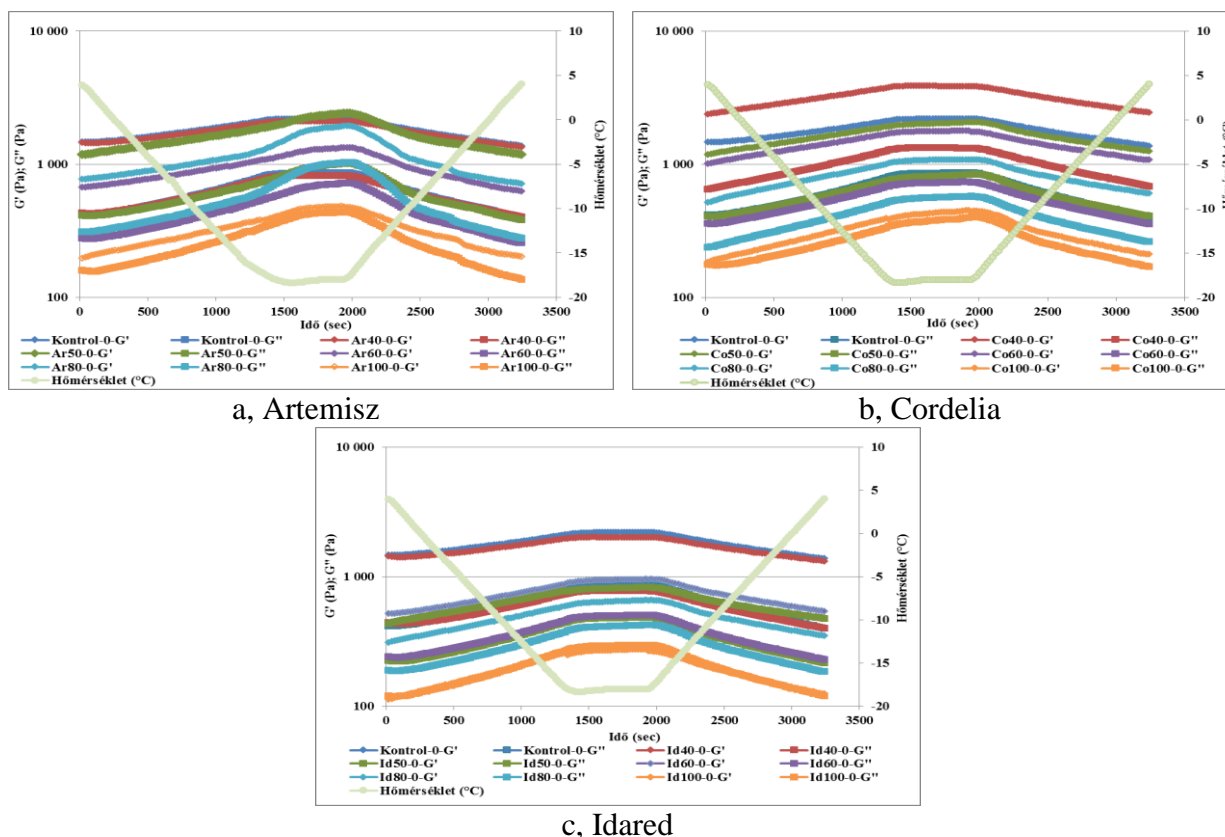
4.2.1. Hőmérsékletfüggés vizsgálat eredményei

Sütésálló gyümölcs készítményeknél, amelyeket legtöbbször a tésztafélékkel együtt fagyasztanak, majd a felengedtetés után sütnek a felhasználás szempontjából fontos, hogy könnyen kezelhető, tölthető legyen, valamint a kívánt textúrát és érzékszervi tulajdonságot a késztermékben is megtartsa. A sütésálló lekvárok hőmérsékletváltozás hatására bekövetkező szerkezet változásairól ad információt a fagyasztás (hűtés) és a sütés (melegítés) hatását vizsgáló hőmérsékletfüggés módszere.

4.2.1.1. Fagyasztás (hűtés) hőmérsékletfüggés eredményei

Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére

A frissen készített sütésálló lekvárok fagyasztási hőmérsékletfüggési programmal mért rugalmassági és veszteségi modulus értékei és a hőmérsékletprofil az idő függvényében a 33. ábrán látható. A hőmérséklet csökkenésével a G' és G'' értékek növekedni kezdenek, vagyis a termék a hőmérsékletcsökkenés (hűtés) hatására keményedik. A hőmérséklet emelkedésével a G' és G'' értékek csökkenésnek indulnak, vagyis a lekvárok visszalágyulnak.



33. ábra. A sütésálló lekvárok 0. hónapban mért fagyasztási hőmérsékletfüggés reogramjai

A minta hűtés előtti, valamint a visszamelegítés utáni állapota, vagyis a kezdeti és a végső G' , G'' értékek mutatják meg azt, hogy az adott minta hogyan viselkedett a hőmérséklet csökkentés hatására. A végső és a kezdeti G' és G'' értékek hányadosa ($G'_{\text{v}}/G'_{\text{0}}$ és $G''_{\text{v}}/G''_{\text{0}}$) kifejezi (számszerűsíti) azt, hogy a minta szerkezete mennyire bírja a hőmérséklet csökkentést. Ha nem történik jelentős változás a kezdeti és a végértékekben, akkor az a hányados 1 körüli érték, és azt jelzi, hogy a minta szerkezete jól bírja a hűtést. ZEKE 2015-ben cukrászati krémek (emulziók) esetében azt tapasztalta, hogy ha a $G'_{\text{v}}/G'_{\text{0}}$ és $G''_{\text{v}}/G''_{\text{0}}$ hányadosok maximum 20 %-kal térnek el az 1-től, az nem okoz szerkezetbeli (és így érzékszervi) változást. A hűtés (fagyasztás) eredményeinek értékelése során ennek alapján $0,8 < G'_{\text{v}}/G'_{\text{0}} < 1,2$ és $0,8 < G''_{\text{v}}/G''_{\text{0}} < 1,2$ úgy

tekintetem, hogy nem változott a lekvár szerkezete a fagyasztás-felengedtetés hőmérsékletváltozás hatására.

A 33. ábrán látható reogramok G' és G'' vég-illetve kezdeti értékeit, valamint a hányadosukat a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat. A sütésálló lekvárok fagyasztási hőmérsékletfüggés alapján meghatározott paraméterei a 0. hónapban (kiinduláskor)

	G'_0 (Pa)	G'_v (Pa)	G'_v / G'_0	G''_0 (Pa)	G''_v (Pa)	G''_v / G''_0
	X \pm SD	X \pm SD		X \pm SD	X \pm SD	
Kontrol	1470 \pm 262 _a	1380 \pm 246 _a	0,94	417 \pm 64 _a	402 \pm 62 _a	0,96
Ar40	1460 \pm 260 _a	1350 \pm 241 _a	0,92	430 \pm 77 _a	402 \pm 72 _a	0,93
Ar50	1180 \pm 210 _b	1190 \pm 212 _a	1,01	414 \pm 74 _a	383 \pm 68 _b	0,93
Ar60	674 \pm 112 _c	629 \pm 104 _b	0,93	278 \pm 46 _b	256 \pm 42 _c	0,92
Ar80	772 \pm 143 _c	716 \pm 133 _c	0,93	311 \pm 58 _c	279 \pm 52 _c	0,90
Ar100	197 \pm 35 _d	203 \pm 36 _d	1,03	160 \pm 28 _d	137 \pm 24 _d	0,86
Co40	2390\pm249_b	2450\pm259_b	1,03	652\pm79_b	683\pm82_b	1,05
Co50	1190 \pm 125 _c	1260 \pm 134 _a	1,06	409 \pm 72 _a	408 \pm 70 _a	1,00
Co60	1010 \pm 107 _d	1080 \pm 111 _b	1,07	361 \pm 85 _c	356 \pm 81 _c	0,99
Co80	518 \pm 84 _e	606 \pm 76 _c	1,17	238 \pm 47 _d	262 \pm 52 _d	1,10
Co100	185 \pm 19 _f	211 \pm 23 _d	1,14	177 \pm 38 _e	170 \pm 40 _e	0,96
Id40	1440 \pm 250 _a	1320 \pm 229 _a	0,92	443 \pm 77 _a	401 \pm 69 _a	0,91
Id50	435 \pm 76 _b	477 \pm 84 _b	1,10	225 \pm 40 _b	217 \pm 38 _b	0,96
Id60	520\pm97_b	542\pm101_b	1,04	241\pm45_b	229\pm43_b	0,95
Id80	312 \pm 57 _c	350 \pm 62 _c	1,12	190 \pm 34 _b	185 \pm 33 _c	0,97
Id100	113 \pm 20 _d	120 \pm 22 _d	1,06	125 \pm 21 _c	121 \pm 22 _d	0,97

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) \pm szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

A 9. táblázat adataiból látható, hogy a kontrol mintához képest az Artemisz és Idared 40% törkölyt tartalmazó minták esetében nincs szignifikáns különbség ($p>0,05$) a G' kezdeti és végpont értékek között. A 40% Cordelia törkölyt tartalmazó minta G' és G'' értékei szignifikánsan magasabbak ($p<0,05$) a kontrol minta értékeihez képest, így ez a minta a kontrolhoz képest stabilabb, keményebb, jól mérhető volt.

A törköly koncentráció növekedésével a G' és G'' kezdeti és végértékek csökkenő tendenciát mutatnak, és minden törkölyfajta esetében az 50%-os koncentrációtól szignifikáns különbséget mutatnak a kontrol lekvár értékeihez képest. A 100% törkölyt tartalmazó mintáknál nagyságrendi különbségek láthatóak a kontrol mintához képest, az értékek nagyon alacsonyak, arra utalnak, hogy túl puha a minta. A végső és a kezdeti G' és G'' értékek hányadosát megnézve azt láthatjuk, hogy mindegyik lekvárminta G'_v / G'_0 és G''_v / G''_0 értéke 1-hez közeli érték. Ez azt mutatja, hogy minden minta jól bírta a fagyasztást-felengedtetést.

Összegezve a fagyasztási hőmérsékletfüggés módszerével mért reológiai eredményeket megállapítható, hogy mindegyik lekvárminta végső és kezdeti G' és G'' értékeinek hányadosa (G'_{∞}/G'_0 és G''_{∞}/G''_0) 1-hez közeli érték. Ez azt jelenti, hogy a lekvárok szerkezetében nem történt jelentős változás, a fagyasztást-felengedtetés során.

Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére fagyasztási hőmérsékletfüggés esetében

A 4. hónap hőmérsékletfüggés reogramjai a M3. 12. ábrán láthatóak, a reogramokról leolvasott adatokat a M2. 10. táblázat tartalmazza.

4 hónapos tárolás után mindegyik minta esetében a kezdeti és végső G' és G'' értékek növekedtek, ami azt jelzi, hogy a minták keményebbek voltak. Kivételt képez ez alól az Ar100 minta, ahol jóval kisebb (kb. 90%-kal) G' és G'' kezdeti és végpont értékeket mértem a kiinduláshoz képest. Ennek oka lehet, hogy a lekvárban jelenlévő almatörköly nem volt képes a vizet megkötni a 4 hónap alatt és nagyon lágy szerkezetű lett a minta.

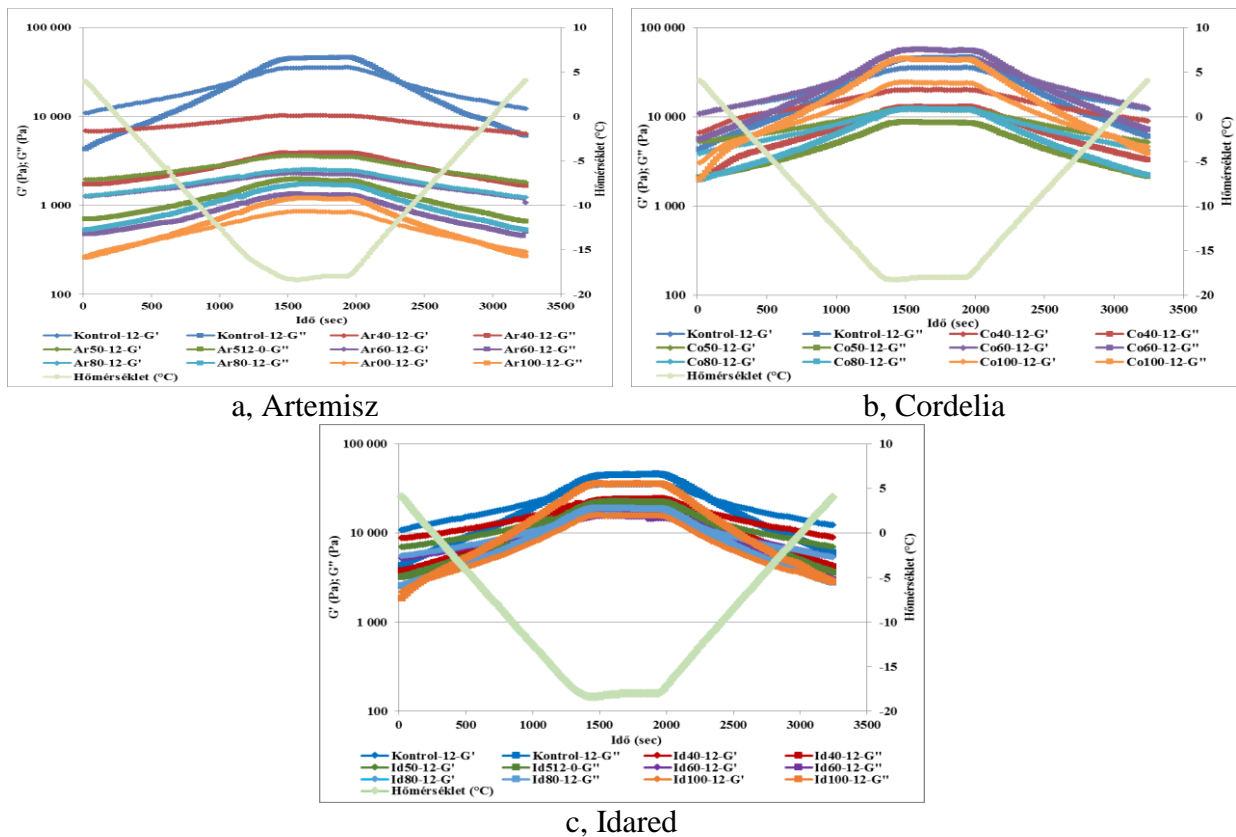
A végső és a kezdeti G' és G'' értékek hányadosát megnézve azt láthatjuk, hogy az Ar100 minta kivételével ($G'_{\infty}/G'_0=1,29$ és $G''_{\infty}/G''_0=1,46$) minden minta G'_{∞}/G'_0 és G''_{∞}/G''_0 értéke 1-hez közeli érték. Vagyis, minden minta jól bírta a fagyasztást-felengedtetést 4 hónapos tárolást követően is.

8 hónapos tárolást követően mért reogramokat a M3. 13. ábrán mutatom be, a reogramokról leolvasott adatokat a M2. 11. táblázat tartalmazza.

8 hónapos tárolást követően a kiindulási és végértékek tovább növekedtek az előző mérési eredményekhez képest, vagyis a minták tovább szilárdultak. A kontrol minta G' és G'' kezdeti és végértékeihez képest minden minta szignifikáns eltérést mutatott ($p<0,05$). A 8. hónapos tárolást követően nem csak a Cordelia és Idared fajták törkölyével készült 60% törkölyt tartalmazó minták G' és G'' értékei lettek magasabbak az 50 és 80% törkölyt tartalmazó minták értékeihez képest, hanem az Artemisz törkölyt tartalmazó mintáé is. Továbbá látható a reogramon, illetve a táblázatban is, hogy az Ar100 minta keményedett a 4 hónappal ezelőtti állapothoz képest, mert a kiindulási G' és G'' értékei magasabbak, mint a 4. hónapban. Ennek oka valószínűleg az, hogy a lekvárban lévő törköly, illetve az abban lévő pektin, illetve rost megkötötte a vizet a 4-8. hónapos időszakban.

A végső és a kezdeti G' és G'' értékek hányadosát megnézve azt láthatjuk, hogy a hányadosok közel vannak 1-hez, kivéve az Id100 minta ($G'_{\infty}/G'_0=1,26$ és $G''_{\infty}/G''_0=1,41$), melynek szerkezete a fagyasztás hatására módosult.

A 12 hónapos tárolás végén mért hőmérsékletfüggés reogramjait a 34. ábrán mutatom be. A leolvasott kezdeti és végső G' és G'' értékeket, valamint a belőlük képzett hányadosot a M2. 12. táblázat tartalmazza.



34. ábra. A sütésálló lekvárok 12. hónapban mért fagyasztási hőmérsékletfüggés reogramjai

A 12 hónapos tárolás végén jól látszik az almafajták törkölyeinek az állományra gyakorolt hatása közti különbség. Az Artemisz törkölyt tartalmazó minták G' és G'' értékei sokkal alacsonyabbak a Cordelia és az Idared almafajta törkölyével készített lekvárok adataihoz képest. Az Ar100 minta értékei a Co100 és Id100 mintához viszonyítva nagyságrenddel kisebbek.

Az almatörköly koncentráció növekedésével az értékek csökkentek, továbbra is kivételt képeznek ez alól a 60% törkölyt tartalmazó minták. A végső és a kezdeti G' és G'' értékek hányadosát megnézve láthatjuk, hogy a hányadosok közel vannak 1-hez, kivéve a Co100 és Id100 mintákat, ahol a hányados értékek 1,27-1,97 között alakultak, vagyis ezek a minták 12 hónapos tárolást követően nem alkalmasak fagyasztott késztermékek előállítására.

Összegezve, a fagyasztási hőmérsékletfüggéssel a fagyasztás-felengedtetés hatását vizsgáltam a sütésálló lekvárok szerkezetére. Sem a tárolás kezdetén, sem pedig a tárolás alatt szignifikáns különbségek nem voltak a minták között, a minták jól fagyaszthatóak voltak. A 12 hónapos tárolás

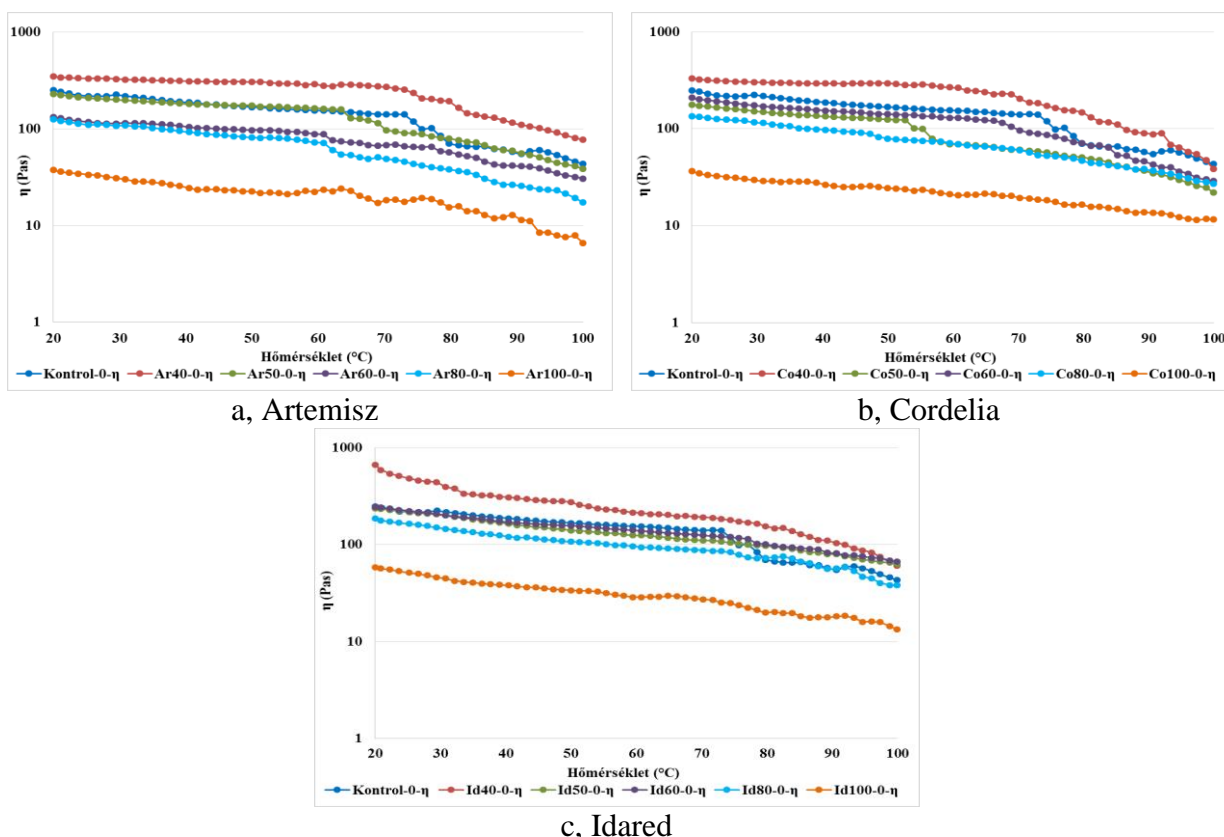
végére a Co100 és Id100 szerkezetében jelentős változások történtek, amelyek negatívan befolyásolták a fagyasztás-felengedtetést.

4.2.2.2. Sütési (melegítés) hőmérsékletfüggés eredményei

A megfelelő minőségű sütésálló lekvár a sütés során nem folyik el, alakját megtartja. Annál sütésállóbb a minta, minél nagyobb lesz a 100°C-on mért viszkozitás értéke. Bár az ipari felhasználás során a sütésálló lekvárok 180-200°C-os hőmérsékletnek vannak kitéve, méréseimet csak 100°C-ig tudtam elvégezni, mivel ezután a víz kiforrása miatt a mérések bizonytalanná váltak (M3. 14. ábra). Így a minták összehasonlítása során a kezdeti (η_0) és a 100°C-on mért viszkozitás adatokat (η_{100}) ábrázoltam és értékeltem.

Almatörköly koncentráció és almafajták hatása a lekvárok szerkezetére

A különböző fajtájú és koncentrációjú almatörkölyökkel frissen készített lekvárok viszkozitásgörbéi (35. ábra) hasonló lefutásúak: a hőmérséklet emelkedésével a viszkozitás értékek egyenletesen csökkentek, majd 60-80°C felett a csökkenés nagyobb mértékűvé vált.



35. ábra. A sütésálló lekvárok viszkozitás görbéi 20-100°C között a 0. hónapban

Mindhárom almafajta esetén a 40% almatörkölyt tartalmazó minta mutatta a legnagyobb viszkozitást, míg a 100% almatörkölyt tartalmazó a legkisebbet 20°C-on és 100°C-on egyaránt (10. táblázat). A Cordelia és az Idared törkölyvel készített minták esetében a 60% törkölyt

tartalmazó minta viszkozitás értékei kiinduláskor és 100°C-on magasabbak, mint az 50, illetve a 80% törkölyt tartalmazó minták viszkozitás értékei.

100°C-on a legmagasabb viszkozitást a 40% Artemisz törkölyvel készült lekvár mutatta, míg legkisebbet a Cordelia törkölyvel készült. A csak almatörkölyt tartalmazó mintáknál legnagyobb viszkozitással az Idared rendelkezett, míg legkisebbel az Artemisz.

10. táblázat. A sütésálló lekvárok kezdeti és 100°C-on mért viszkozitás értékei a 0. hónapban

	η_0 (Pa.s)	η_{100} (Pa.s)
	X \pm SD	X \pm SD
Kontrol	249 \pm 28 _a	43 \pm 6 _a
Ar40	345 \pm 35 _b	77 \pm 9 _b
Ar50	229 \pm 37 _a	49 \pm 10 _a
Ar60	132 \pm 29 _c	30 \pm 6 _c
Ar80	125 \pm 27 _c	17 \pm 5 _d
Ar100	38 \pm 8 _d	7 \pm 2 _e
Co40	332 \pm 35 _b	38 \pm 7 _b
Co50	177 \pm 18 _c	22 \pm 5 _c
Co60	209 \pm 22 _c	29 \pm 6 _c
Co80	134 \pm 15 _d	27 \pm 6 _c
Co100	37 \pm 4 _e	12 \pm 3 _d
Id40	671\pm70_b	60\pm7_b
Id50	237 \pm 25 _a	63 \pm 7 _b
Id60	247 \pm 28 _a	67 \pm 7 _b
Id80	187 \pm 20 _c	38 \pm 5 _c
Id100	58 \pm 6 _d	13 \pm 2 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) \pm szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

A 35. ábrán, valamint a 10. táblázat adataiból látható, hogy mindhárom típusú lekvárminta esetében a 40% törkölyt tartalmazó lekvároknak van a legmagasabb viszkozitás értékei. Valószínűsíthető, hogy a pektin és az almatörköly együttes alkalmazása szinergens hatással bír a viszkozításra. Mindhárom típusú törköly esetében a 100% törkölyt tartalmazó minták viszkozitás értékei a legkisebbek, mely értékek szignifikánsan különböznek (p<0,05) a kontrol minta viszkozitás értékeitől. A Cordelia és az Idared törkölyvel készített minták esetében a viszkozitás mérésnél is igaz, hogy a 60% törkölyt tartalmazó minta viszkozitás értékei kiinduláskor és 100°C-on magasabbak, mint az 50, illetve a 80% törkölyt tartalmazó minták értékei.

Összegezve a sütési hőmérsékletfüggés eredményeit, megállapítható, hogy a sütésálló lekvároknak a pektin egy részének kiváltása almatörkölyvel szignifikáns hatást gyakorol a lekvárok viszkozitás értékére mind szobahőmérsékleten, mind pedig 100°C-on. Kedvezőbb viszkozitás értékkel rendelkező lekvárt sikerült előállítani a pektin és almatörköly kombinált alkalmazásával. A kontrol

mintához képest magasabb kiindulási viszkozitás (η_0 (Pa.s)) értékeket mutattak a 40% törkölyt tartalmazó minták. A 100°C-on mért viszkozitás (η_{100} (Pa.s)) magasabb volt a kontrol mintához képest az Artemisz és Idared törkölyvel készített lekvárok esetében. Viskozitás tekintetében a 40% Idared törkölyt tartalmazó minta a legkedvezőbb.

Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére sütési hőmérsékletfüggés esetében

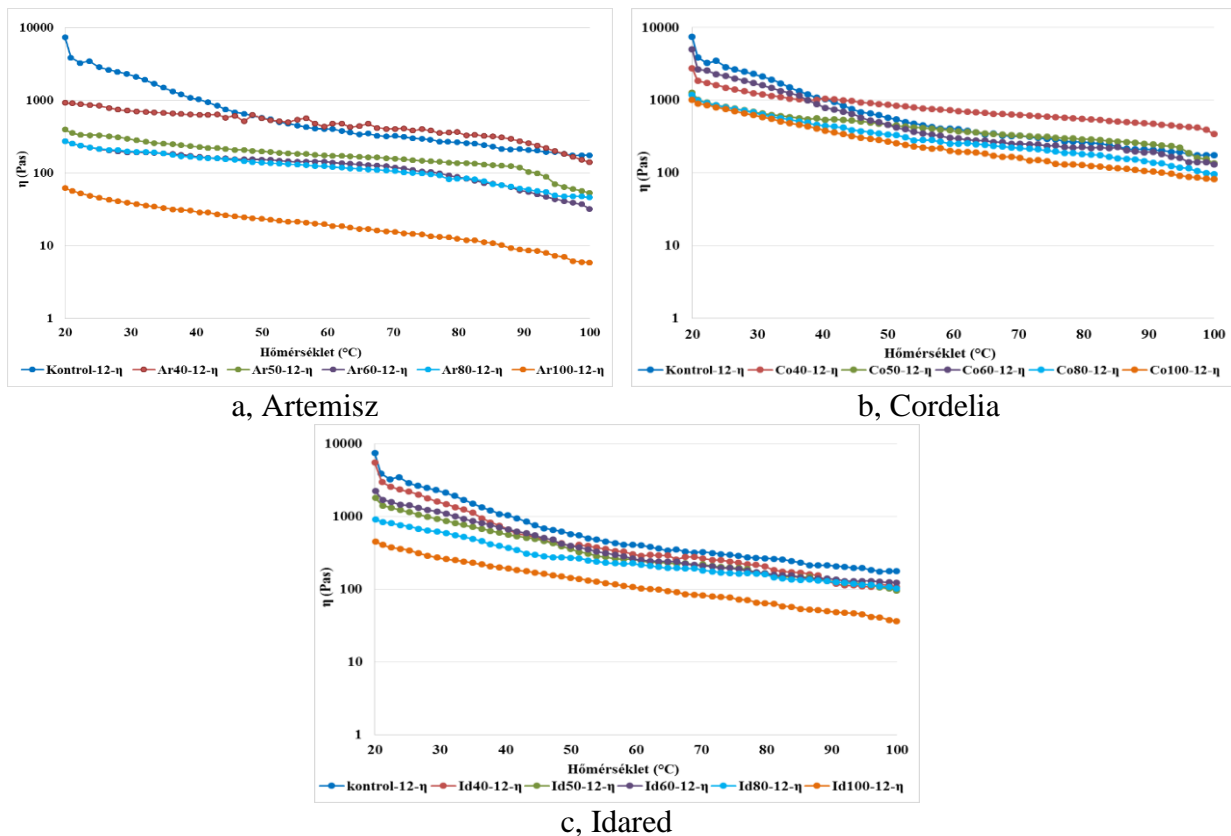
A 4. hónapban mért viszkozitás görbék a M3. 15. ábrán láthatóak. A viszkozitás görbékről leolvasott kezdeti pontban és a 100°C-on mért viszkozitás értékek a M2. 13. táblázatban találhatóak meg. 4 hónapos tárolást követően a viszkozitás értékek minden lekvárminta esetében növekedtek. Az Artemisz törkölyt tartalmazó lekvárok esetében 3 csoportra tagolódnak a minták (kontrol és Ar40), (Ar50, Ar60 Ar80) és (Ar100). Minden Ar törkölyt tartalmazó minta η_0 és η_{100} értékei szignifikánsan különböznek a kontrol minta értékeitől ($p < 0,05$). A Cordelia és Idared törkölyt tartalmazó minták esetében a viszkozitás görbék hasonló lefutásúak, nem különülnek el a minták, kivéve a 100% törkölyt tartalmazó lekvárokat, ugyanis azok viszkozitás értékei sokkal alacsonyabbak, mint a többi mintáé. A Cordelia törkölyt tartalmazó mintáknál a Co40 η_0 és η_{100} értékei szignifikánsan nem különböznek a kontrol minta értékeitől ($p > 0,05$), azonban az 50% törköly tartalomtól kezdve a minták szignifikánsan különböznek a kontrol mintától. Az Idared törkölyt tartalmazó lekvárok esetében minden minta kezdeti viszkozitás értéke szignifikánsan különbözik a kontrol mintától ($p < 0,05$). Az Id40 minta η_0 értéke szignifikánsan alacsonyabb a kontrol mintához képest. A 100°C-on mért viszkozitás érték azonban nem különbözik a kontrol mintához képest.

A 8. hónapban mért viszkozitás görbék a M3. 16. ábrán mutatom be. A viszkozitás görbékről leolvasott kezdeti pontban és a 100°C-on mért viszkozitás értékek a M2. 14. táblázatában láthatóak.

8 hónapos tárolást követően a lekvárok viszkozitása tovább növekedett. Nincs hirtelen viszkozitás csökkenés a hőmérséklet növekedésével, egyenletesen csökkennek a viszkozitás értékek. Az Artemisz törkölyt tartalmazó mintáknál továbbra is 3 csoportra különülnek a minták és viszkozitás értékeik szignifikánsan alacsonyabbak a kontrol minta viszkozitás értékeihez, hasonlóan a 4. hónaphoz. A Cordelia törkölyvel készített mintáknál azt láthatjuk, hogy a Co100 minta nem különül el, hasonló viszkozitás értékeket mutat, mint a Co80 minta. Az Idared törkölyös lekvárok esetében az Id40 minta szignifikánsan alacsonyabb ($p < 0,05$) kiindulási viszkozitás értékkel bír ($\eta_0 = 1820$ Pa.s), mint a kontrol minta ($\eta_0 = 2000$ Pa.s), valamint a 100°C-on mért viszkozitás értéke is szignifikánsan alacsonyabb.

A tárolás végén, a 12. hónapban mért viszkozitás görbéket a 36. ábrán mutatom be. A görbékről leolvasott viszkozitás értékeket a M2. 15. táblázat tartalmazza.

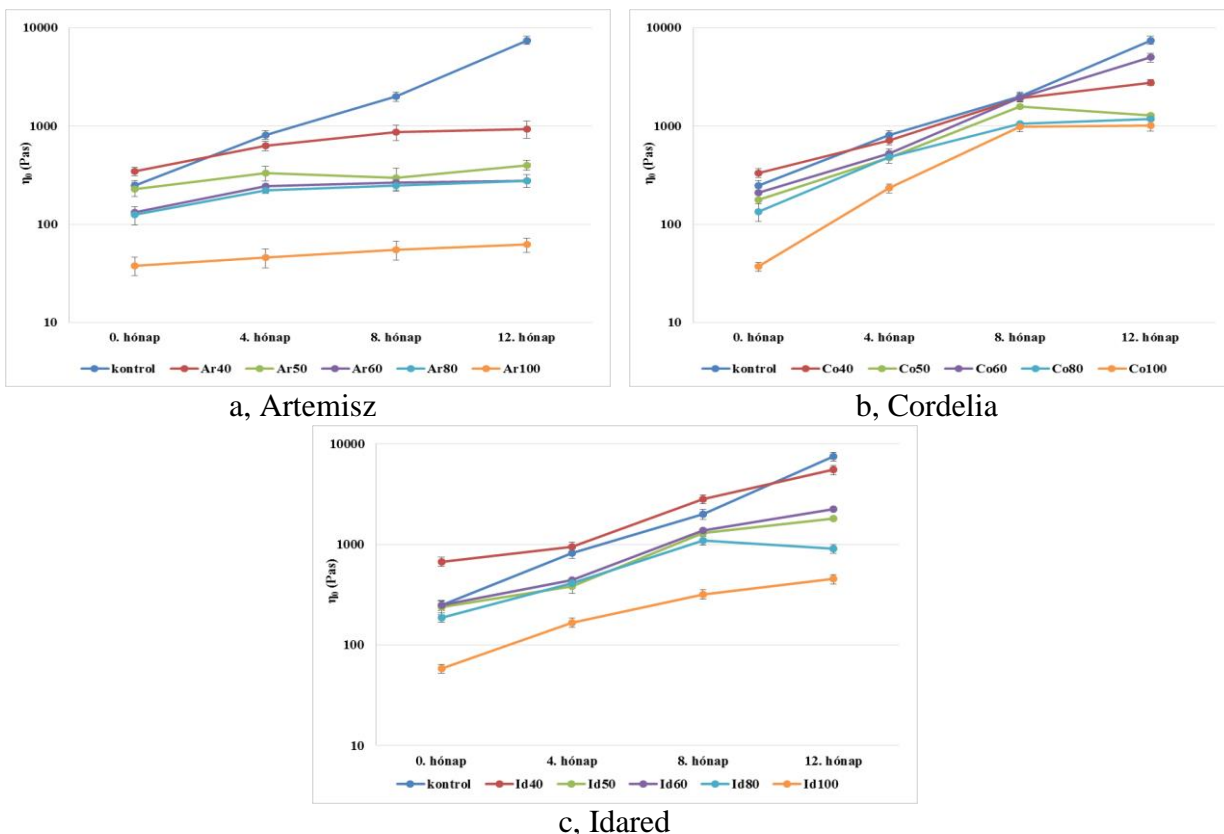
A 12 hónapos tárolás végére a viszkozitásgörbék lefutása hasonló volt, mint a tárolás kezdetén. A viszkozitás értékek azonban jelentősen, jellemzően egy nagyságrenddel növekedtek.



36. ábra. A sütésállólekvárok viszkozitás görbéi a 12. hónapban

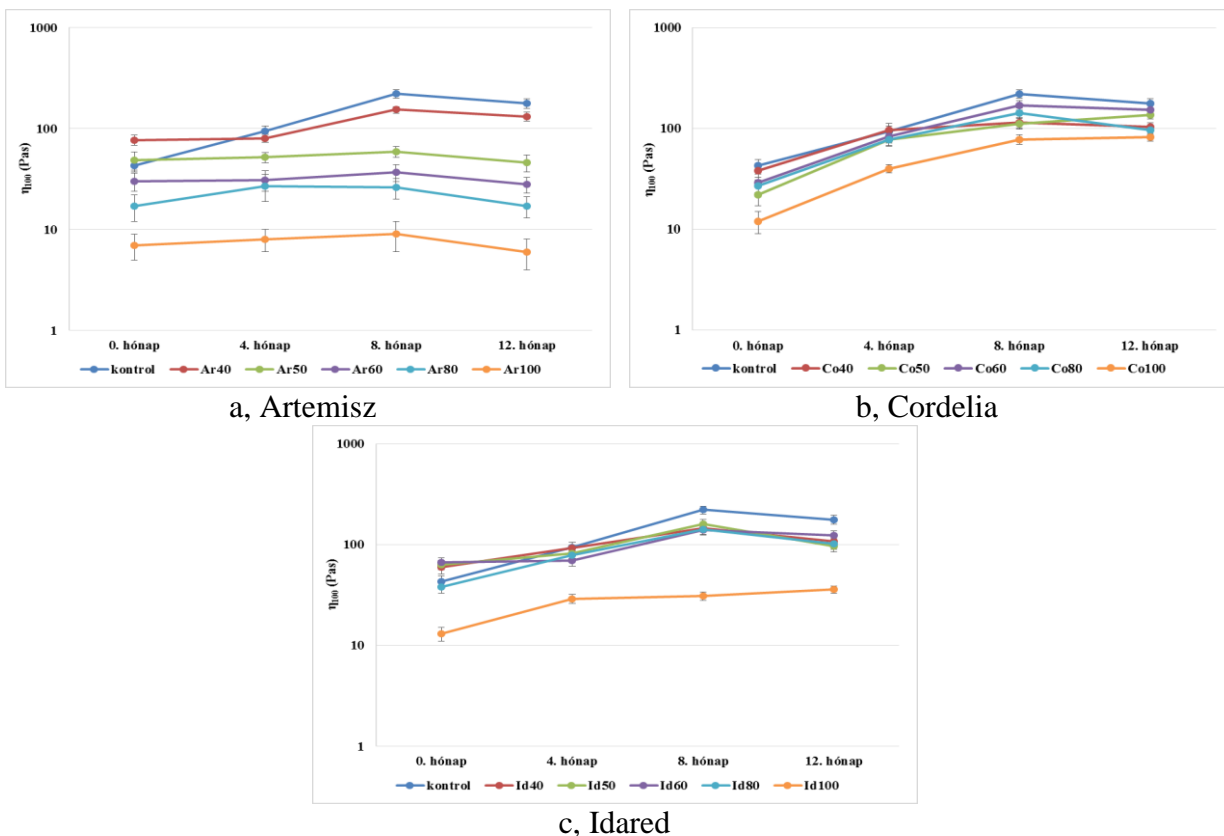
A 20°C-on, valamint a 100°C-on mért viszkozitás értékek tárolás alatti változását a 37. és 38. ábrán ábrázolom. A 37. ábrán látható, hogy valamennyi lekvár 20°C-on mért viszkozitás értéke folyamatosan nőtt a 12 hónapos tárolás ideje alatt.

A 12 hónapos tárolás végére a legmagasabb 20°C-on mért viszkozitással a kontrol minta rendelkezett ($\eta_0=7460$ Pa.s), míg legalacsonyabb viszkozitás értéket az Ar100 minta mutatta ($\eta_0=62$ Pa.s). Kiemelkedően magas, közel 30-szoros viszkozitás növekedést mutatott a kontrol minta: kezdeti 259 Pa.s viszkozitás értéke a tárolás végére 7460 Pa.s lett. Ez a változás egyrészt a lekvárban lévő pektin duzzadása, valamint a gél szerkezet öregedésének a következménye. Az almatörkölyt is tartalmazó lekvárok 20°C-on mért viszkozitása kisebb mértékben növekedett a tárolás folyamán, ami arra utal, hogy az almatörköly gél szerkezet stabilizáló hatással bír és lassítja a lekvárok öregedését, zsugorodását.



37. ábra. A sütésálló lekvárok 20°C-on mért viszkozitás értékeinek változása a tárolás alatt

A lekvárok 100°C-on mért viszkozitás értékei is növekedtek a tárolás folyamán (38. ábra), azonban ez a növekedés kisebb mértékű volt, mint a 20°C-on mért viszkozitás esetében.



38. ábra. A lekvárok 100°C-on mért viszkozitás értékeinek változása a tárolás alatt

Az a tény, hogy a lekvárok 100°C-os hőmérsékleten mért viszkozitása nem csökkent a tárolás folyamán, arra utal, hogy az almatörkölyvel készült lekvárok a tárolás folyamán megőrizték sütésálló tulajdonságukat.

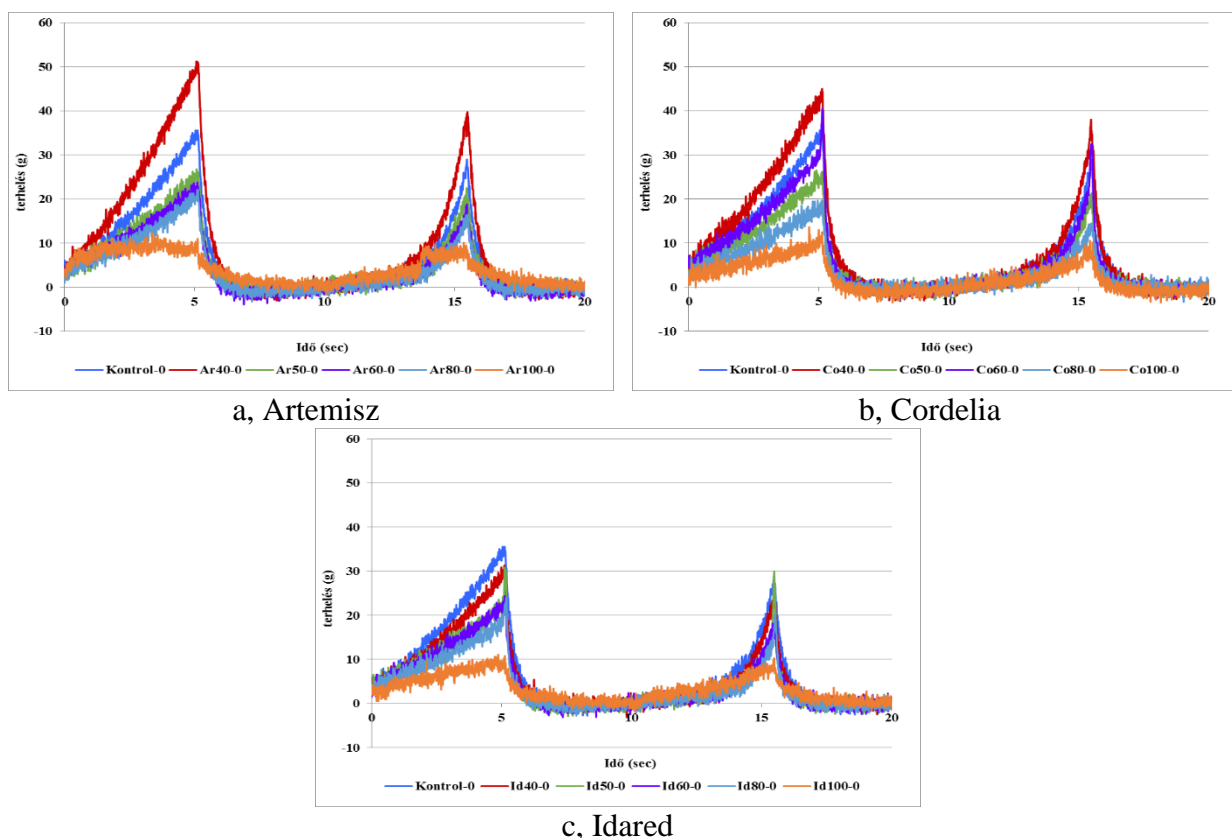
Összegezve a sütési hőmérsékletfüggés tárolás alatti vizsgálatának eredményeit, elmondható, hogy a pektinnel, illetve a pektin és almatörkölyvel készült sütésálló lekvárok viszkozitás értékei, mind szobahőmérsékleten, mind pedig 100°C-on mérve folyamatosan nőttek a tárolás ideje alatt. Kivételt képeznek az Artemisz törkölyvel készített minták, amelyek 100°C-on mért viszkozitás értékei nem nőttek a tárolás alatt.

4.3. Állománymérés eredményei

4.3.1. Az almafajták törkölyeinek és azok koncentrációinak hatása a lekvárok szerkezetére

Az állománymérés során minden mérési időpontban összehasonlítottam a lekvárok állományát, az állományprofil diagram és a diagramról leolvasott paraméterek alapján. A mért adatokból objektíven értékelhetőek a minták érzékszervi tulajdonságai.

A sütésálló lekvárok tárolás kezdetén (0. hónapban) mért állományprofil diagramjai a 39. ábrán láthatóak, a diagramokról kiértékelt paramétereket pedig a 11. táblázat tartalmazza.



39. ábra. A sütésálló lekvárok 0. hónapban mért állományprofiljai

Az állományprofil első terhelési ciklusának maximális értéke, vagyis a profil csúcsának magassága a minta keménységét adja meg. A 39. ábrát és a 11. táblázatot együtt értékelve látható, hogy a két legkeményebb minta az Ar40 (H=53,5g) és Co40 (H=46,6g) minták voltak, és szignifikánsan különböztek a többi mintától. Minden almafajta esetében a csak törkölyt tartalmazó minták lettek a leglágyabbak.

11. táblázat. A sütésálló lekvárok állománymérés alapján meghatározott paramétereit a 0. hónapban

	keménység (H) [g]	adhéziós erő (Af) [g]	adhézió (Ad) [gs]	kohézió (C) [-]	gumisság (G) [g]	rugalmasság (S) [mm]	rágósság (Ch)[gmm]
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	38,90±4,92 _a	5,50±1,17 _a	3,27±0,50 _a	0,35±0,03 _a	13,45±0,95 _a	3,35±0,87 _a	42,28±3,27 _a
Ar40	53,50±11,79_b	6,10±1,71_a	3,32±0,44_a	0,35±0,01_a	18,43±3,81_b	3,14±0,29_a	57,14±1,08_b
Ar50	29,20±3,07 _c	5,20±1,09 _a	4,35±0,38 _b	0,34±0,01 _a	9,94±1,31 _c	2,75±0,32 _b	27,47±5,35 _c
Ar60	26,60±3,22 _c	6,20±0,76 _a	4,99±0,58 _b	0,33±0,01 _a	8,84±1,17 _c	2,58±0,52 _b	17,06±6,33 _d
Ar80	24,00±2,47 _c	5,50±0,79 _a	4,29±0,62 _b	0,34±0,02 _a	8,06±0,80 _c	1,89±0,59 _b	20,93±6,06 _{cd}
Ar100	15,90±6,31 _d	3,80±0,97 _b	1,27±0,36 _c	0,64±0,02 _b	9,08±0,90 _c	1,27±1,77 _c	30,27±5,02 _e
Co40	46,60±0,74 _b	4,68±0,21 _a	3,14±0,32 _a	0,33±0,01 _a	15,27±0,45 _a	3,69±0,36 _a	56,74±7,19 _b
Co50	28,35±2,28 _c	4,35±0,21 _a	3,07±0,12 _a	0,32±0,01 _a	9,16±0,49 _b	2,83±0,84 _a	26,01±8,33 _b
Co60	32,38±1,88_c	4,23±0,83_a	3,32±0,04_a	0,30±0,01_b	9,79±0,51_b	2,78±0,56_a	27,20±5,48_b
Co80	21,08±1,03 _d	4,78±1,16 _a	3,30±0,10 _a	0,34±0,01 _a	7,11±0,28 _c	2,29±0,40 _b	16,22±2,74 _c
Co100	14,50±1,77 _e	4,67±1,14 _a	2,89±0,95 _a	0,45±0,01 _d	6,52±0,67 _c	2,22±0,20 _b	17,05±6,41 _c
Id40	34,40±3,42 _a	5,10±1,14 _a	3,16±0,38 _a	0,33±0,02 _a	11,18±0,65 _a	2,98±0,84 _a	33,32±10,31 _{ab}
Id50	24,30±1,89 _b	5,50±1,87 _a	4,15±0,33 _b	0,32±0,01 _a	10,98±2,03 _b	2,79±1,24 _a	30,56±11,53 _{ab}
Id60	25,20±1,35 _b	5,90±1,08 _a	3,89±0,28 _b	0,32±0,01 _a	8,04±0,26 _c	2,26±0,27 _b	18,19±2,67 _c
Id80	21,20±2,17 _b	6,60±0,89 _a	4,02±0,63 _b	0,33±0,03 _a	9,01±1,95 _c	2,20±0,43 _b	18,31±1,42 _c
Id100	15,40±5,56 _c	4,40±0,82 _a	2,08±1,33 _c	0,74±0,02 _b	9,75±1,66 _c	2,13±0,31 _b	20,76±1,51 _c

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

Az *adhéziós erő* a maximális negatív irányú húzóerő, amely a mérőfej eltávolításához szükséges a mintából. A 11. táblázat adataiból látható, hogy az *adhéziós erők* között szignifikáns különbség nincs a kontrol mintához képest ($p>0,05$), az Ar100 minta kivételével mindegyik minta ugyanabba a homogén csoportba sorolható, mint a kontrol minta.

Az *adhézió* az a munka, amely a mérőfej mintából való eltávolításához szükséges. Megadja a mérőfej és a mért minta közötti kölcsönhatás erősségét, segítségével modellezni tudjuk a minták szájhoz, fogakhoz, szájpadráshoz való tapadását. Nagy *adhézió* értékeknél a minta „tapadósabb” lesz. *Adhézió* tekintetében a 40% törkölyt tartalmazó minták szignifikánsan nem különböztek a kontrol mintától ($p<0,05$). Az Artemisz és Idared törkölyvel készült lekvárok esetében az 50% törköly koncentrációtól kezdve a minták *adhéziója* szignifikánsan eltért a kontrol mintához képest, magasabb *adhéziós* értékekkel rendelkeztek a minták, vagyis jobban tapadtak. Mindhárom

törkölyvel készített lekvár típusra igaz, hogy legalacsonyabb adhézióval a 100% törkölyt tartalmazó minták bírnak, aminek oka lehet, hogy ezek a lekvárok „vízesebbek” a többi mintához képest, az állománykialakítóként alkalmazott törköly nem tudta megkötni a vizet, ezért a minták kevésbé tudnak tapadni rágás közben a fogakhoz, szájpadráshoz.

Az állomány profilon látható két csúcs görbe alatti területeinek arányát a *kohézió* mutatja meg ($C=Ad_2/Ad_1$), ami az alaktartósság mértékét fejezi ki. Ha a két csúcs megegyezik, a kohézió értéke 1. A 11. táblázat adataiból látható, hogy csak a 100% törkölyt tartalmazó minták kohézió értéke különbözik szignifikánsan a kontrol mintától, ez arra utal, hogy ezeknek a mintáknak más a szerkezetük, mint a kontrol mintáé.

A *gumisság* a keménység és a kohézió szorzata. Ebben a tekintetben az Ar40 minta szignifikánsan magasabb értékkel rendelkezik a kontrol mintához képest. A Co40 és Id40 minták gumisság értékei statisztikailag nem tértek el a kontrol mintától. Mindhárom törkölyfajta esetében elmondható, hogy a törköly koncentráció emelésével a minták gumissága csökkent.

A *rugalmasság* értéke arról ad információt, hogy a termék a rágás különböző periódusaiban milyen mértékben nyeri vissza az eredeti alakját. Sütésálló terméknel a cél az, hogy minél rugalmasabb legyen a termék. Az adatokat elemezve látható, hogy a 40% törkölyt tartalmazó minta ugyanolyan rugalmas, mint a kontrol minta, azonban a törköly koncentráció növekedésével, a rugalmasság csökkent.

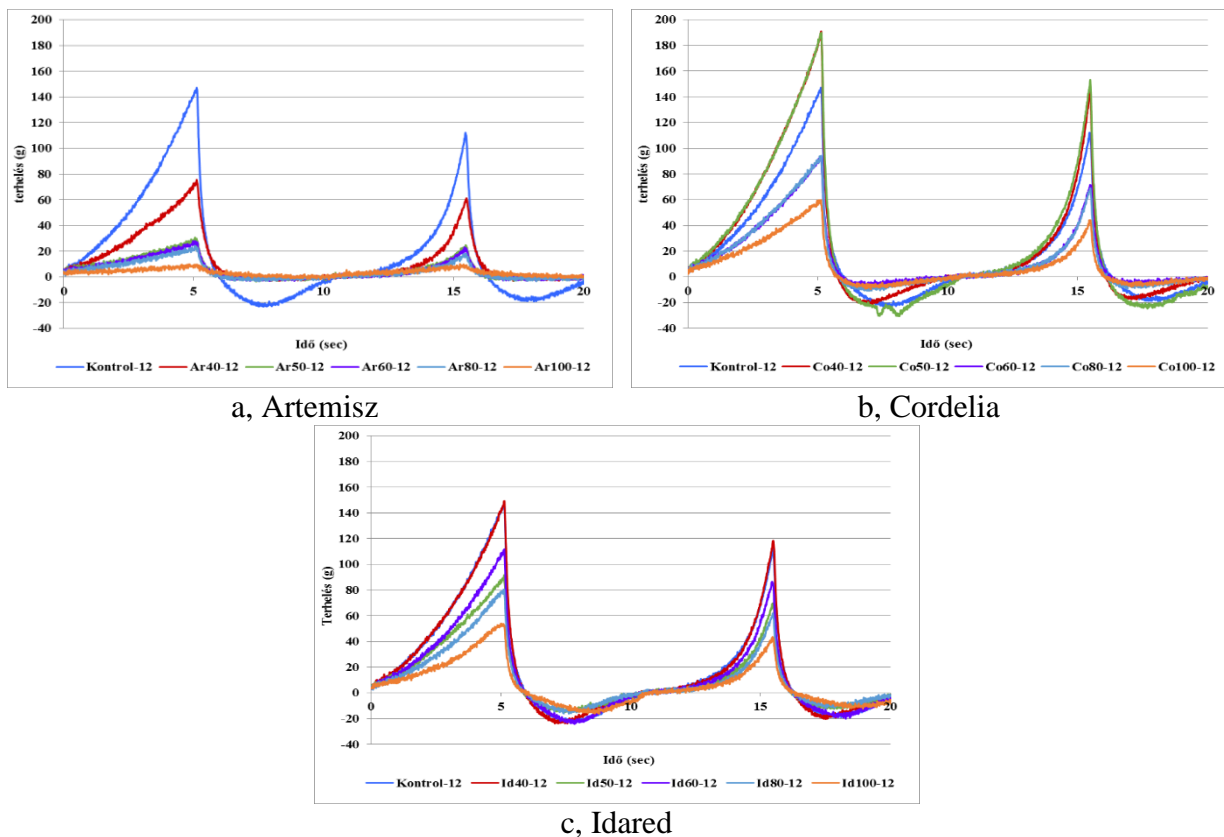
Rágósság alatt a termék felaprításához szükséges munkát értjük. Az adatok hasonló tendenciát mutatnak, mint a gumisság és a rugalmasság esetében, a törköly koncentráció növekedésével, a minták rágóssága csökkent.

Összegezve az állománymérés módszerével mért eredményeket megállapítható, hogy a sütésálló lekvárokból a pektin egy részének kiváltása almatörkölyvel szignifikáns hatást gyakorol az állomány tulajdonságokra. Kedvezőbb tulajdonságú, keményebb állományú lekvárt eredményez a pektin és az almatörköly kombinált alkalmazása. A kontrol mintához képest a 40% törkölyt tartalmazó minták magasabb értékeket mutatottak a keménység, gumisság és rágósság paraméterek tekintetében.

4.3.2. Tárolás hatása a lekvárok szerkezetére

A lekvárok 4. és 8. hónapban mért állományprofiljait a M3. 17-18. ábra mutatja. Az állományprofil diagramról meghatározott paramétereket a M2. 16-17. táblázat tartalmazza.

A tárolás végén végzett utolsó állománymérés ábráit a 40. ábrán mutatom be. Az állományprofil analízis alapján meghatározott paramétereket a M2. 18. táblázat tartalmazza.



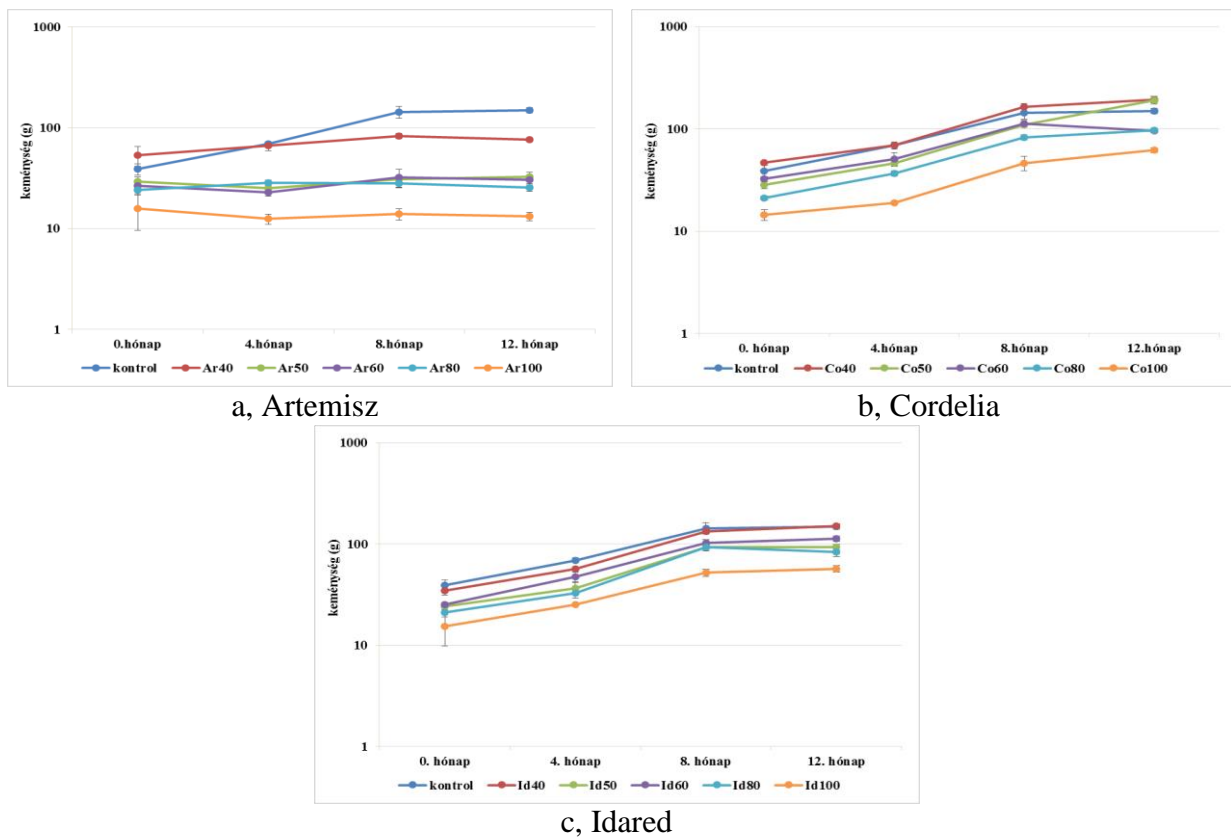
40. ábra. A sütésálló lekvárok 12. hónapban mért állományprofiljai

Az állományprofil diagramokról leolvasható és kalkulált paraméterek időbeni változását mutatom be a 41-44. ábrán.

A 41. ábrán a keménység érték változások láthatóak. A lekvároknál megfigyelhető volt a tárolás során bekövetkező keményedés. Maga a keményedés a gélszerkezet változásának a következménye, ami két, az időben egyszerre lejátszódó részfolyamatból tevődik össze: a gél önbeállásából (setting) és a gél öregedéséből (ageing) (BUREY et al., 2009). Az önbeállítás során másodlagos kötések (H-hidak) térhálója jön létre a teljes térszerkezeten belül (BUREY et al., 2009). A gél öregedését a gélekre jellemző szinerézis mutatja, ami a gél mátrix zsugorodását, valamint a mátrixban levő folyadék kiszorítását jelenti.

A kontrol minta keménysége nagyságrenddel változott, a kezdeti 39 g-os értékről 148 g keménység értékre.

Az Artemisz törkölyt tartalmazó minták a tárolás kezdetén mért keménység értékei a tárolás végére kis mértékben csökkentek vagy nem változtak. Ennek oka, hogy a törköly nem tudta megkötni a tárolás ideje alatt a vizet, és nem tudta kialakítani a keményebb állományt.



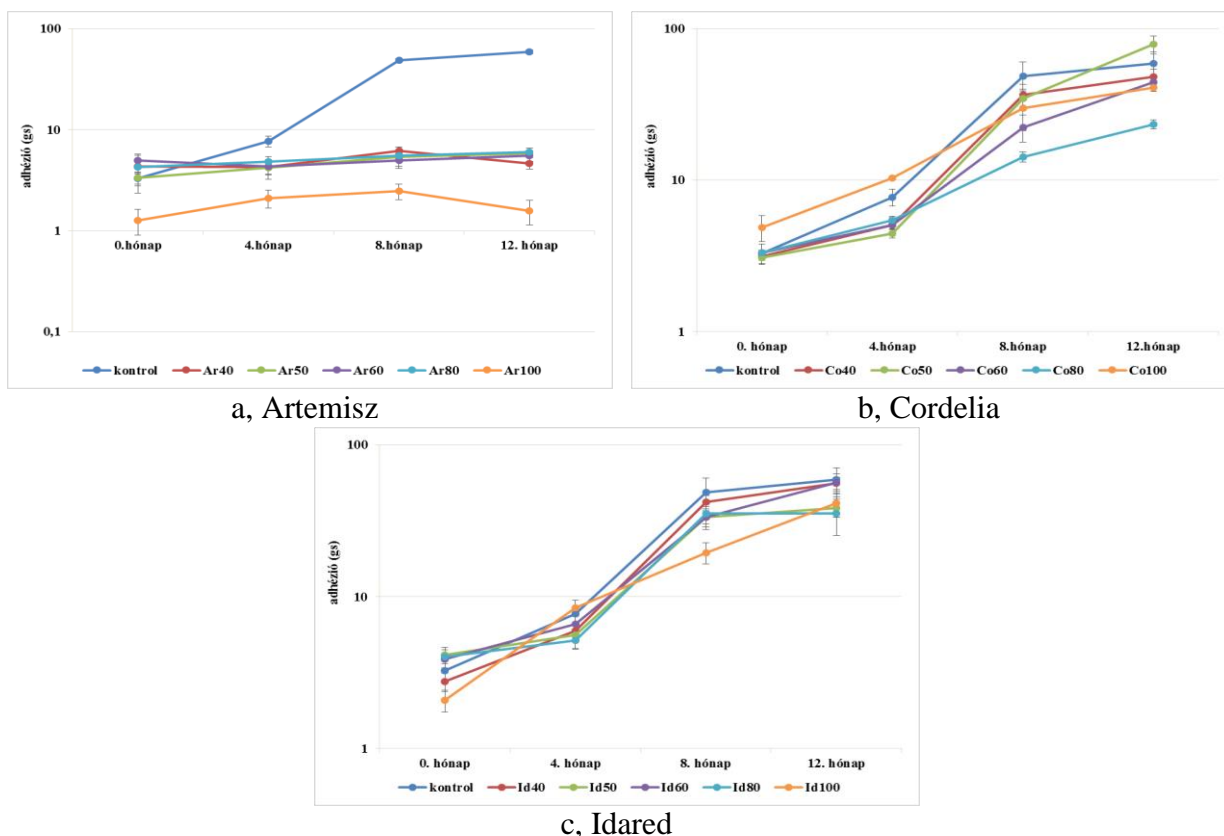
41. ábra. A sütésálló lekvárok keménységének változása a tárolás alatt

A Cordelia törkölyt tartalmazó minták esetében a keménység értékek minden minta esetében növekedtek. A Co40 és 50 minta végső keménység értéke 191-192 g, amelyet szignifikánsan nem különböznek a kontrol minta keménységétől. A Co100 minta keménysége 14-62 g között változott.

Az Idared törkölyvel készült minták esetében az Id40 minta végső keménysége 150 g lett, ami közel azonos a kontrol minta keménység értékével. Természetesen a 100% törkölyt tartalmazó minta lett itt is a legpuhább, kezdeti keménysége 15 g, a tárolás végén pedig 52 g.

A mérőfej mintából való eltávolításához szükséges *adhéziós erők* változását a M3. 19. ábrán mutatom be. Az Artemisz törkölyt tartalmazó minták *adhéziós erő* értékei nem változnak jelentősen, a Cordelia és az Idared törkölyt tartalmazó minták esetében az *adhéziós erő* növekedése a legtöbb minta esetében a 8. hónapig tart, utána az *adhéziós erő* értékek állandósulnak, vagy csökkennek. A kontrol minta *adhéziós erő* értéke a 12. hónapban 21,9 g. Ettől minden minta *adhéziós értéke* szignifikánsan különbözik ($p < 0,05$).

A mérőfej mintából való eltávolításához szükséges munka, vagyis az *adhézió* változását a tárolás ideje alatt a 42. ábrán láthatjuk.

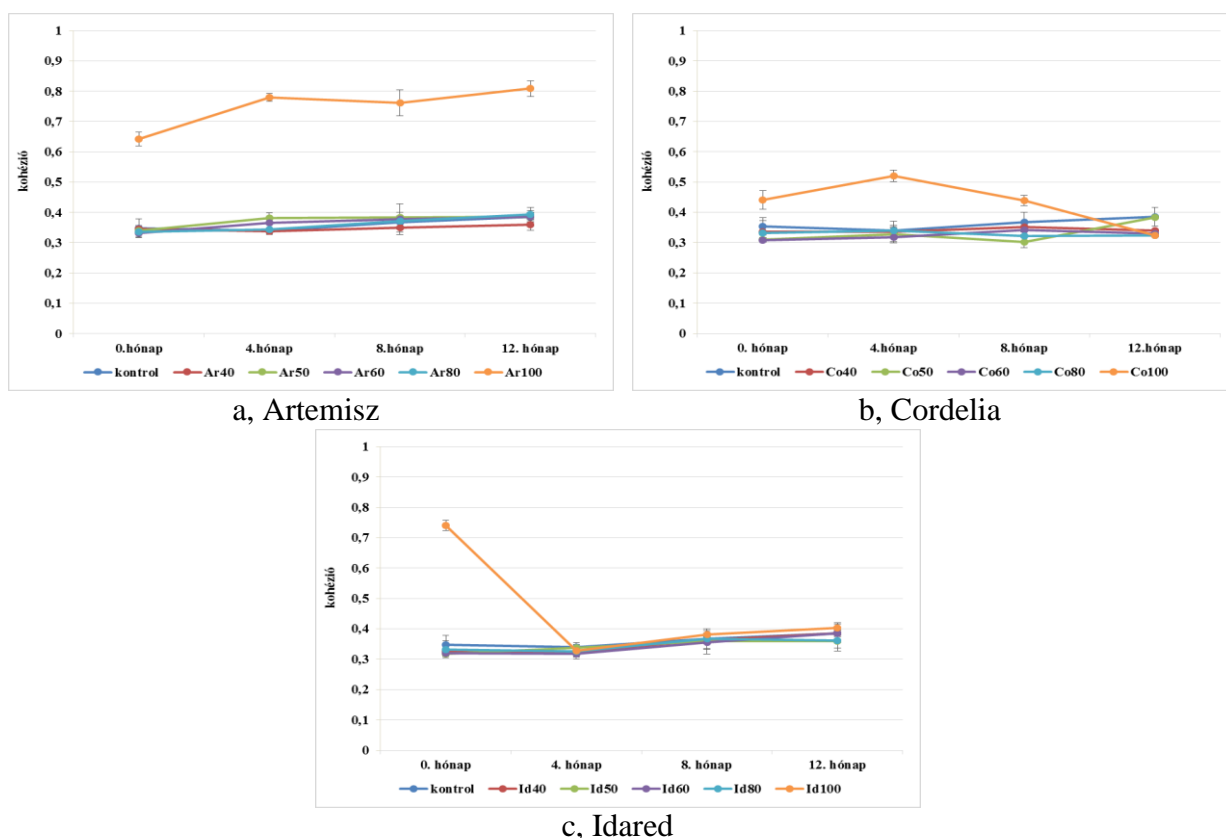


42. ábra. A sütésálló lekvárok adhéziós értékeinek változása a tárolás alatt

A tendencia hasonló az eddigiekhez, az Artemisz törkölyvel készült minták a tárolás ideje alatt ugyanolyan adhéziós értékkel bírtak, mint a tárolás elején. Az Ar100 minta adhéziója nagyságrenddel kisebb a kontrol mintához képest. Az Ar40-100 minták adhéziója szignifikánsan különbözik a kontrol mintától ($p < 0,05$). A Cordelia és Idared törkölyvel készített lekvárok esetében a 0-4. hónap között kismértékű, a 4-8. hónap között viszont ugrásszerű növekedés tapasztalható a minták adhéziójában, majd a 8-12. hónap között a növekedés mértéke csökken.

A *kohézió*, vagyis az alaktartósság mértékének változását az időben a 43. ábrán láthatjuk. A kohéziós értékek esetében a kontrol minta és a 40-80% törkölyt tartalmazó minták kohézió értékeiben a tárolás alatt szignifikáns különbségek nem voltak ($p < 0,05$), a kohézió értékei 0,3-0,4 között mozogtak. Kivételt képeznek ez alól a 100% törkölyt tartalmazó minták.

Az Ar100 minta kohézió értéke 0,64-0,81 közötti, míg a Co100 minta kezdeti 0,45 kohézió értéke eleinte nőtt, majd a 4. hónaptól fokozatosan csökkent, és a tárolás végére 0,34-es értéket mutatott, mely szignifikánsan nem különbözött a kontrol mintától. Az Id100 minta kezdeti 0,74-es értéke 0,40-re csökkent a tárolás végére.

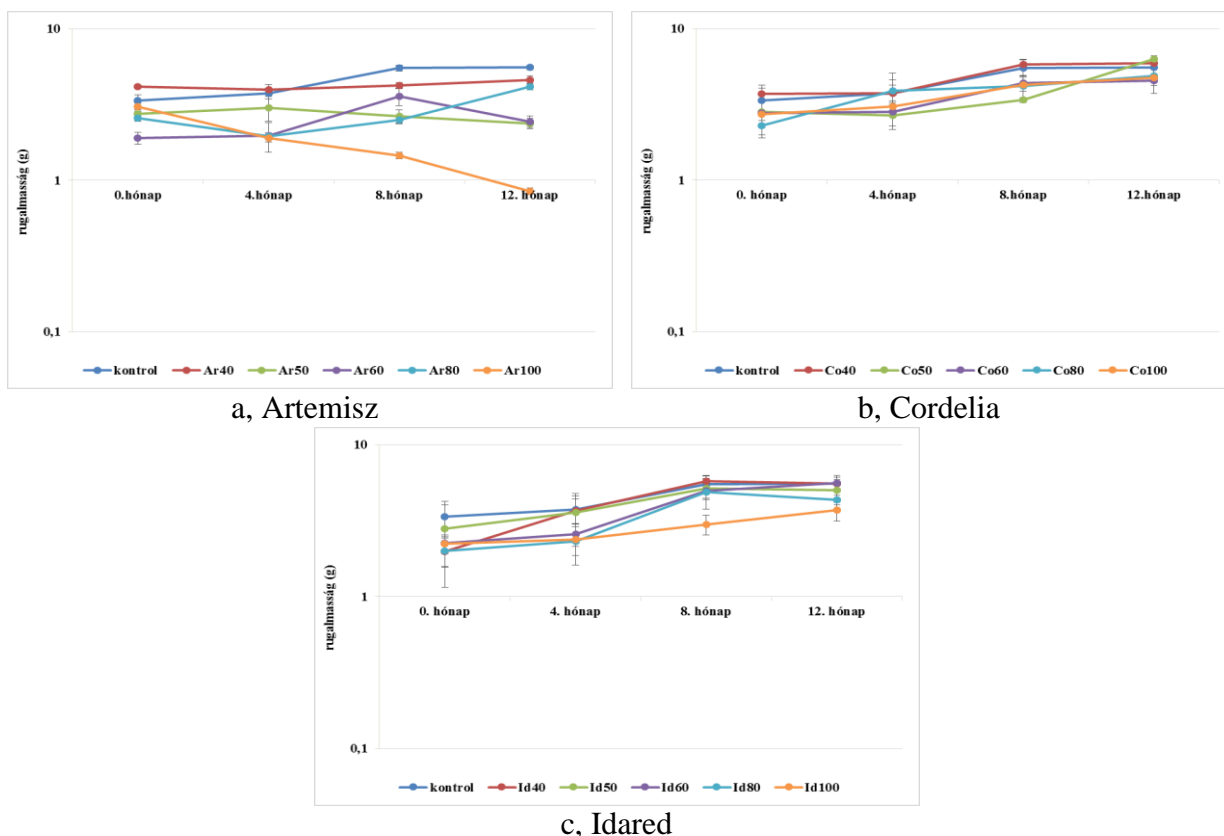


43. ábra. A sütésálló lekvárok kohézió értékeinek változása a tárolás alatt

A *gumisság* értékek időbeli változása részben matematikai eredetű, mivel a tárolási időtől függő keménység és kohézió szorzata ($G=H \cdot C$). Mivel a kohézió értékeinek változása a tárolás során az előbb ismertettek szerint nem volt szignifikáns, azonban a keménység értékek egyre nőttek, így a lekvárok gumisság értékei ugyanazt a növekvő tendenciát mutatták, mint a keménység. A gumisság értékek változását a M3. 20. ábráján mutatom be.

A *rugalmasság* értékek időbeni változását a 44. ábrán láthatjuk. A tárolási idő előrehaladtával a minták egyre rugalmasabbak lettek, kivételt képez ez alól az Ar100 minta, ahol a rugalmasság a tárolási idő alatt folyamatosan csökkent, hasonlóan a keménység értékhez.

Az Artemisz trökölyt tartalmazó minták rugalmasság értékei a tárolás kezdetén, valamint a tárolás végén is szignifikánsan különböztek a kontrol minta rugalmasságától ($p < 0,05$). A Cordelia és Idared trökölyt tartalmazó minták rugalmasság értékei hasonlóan változtak a tárolási idő alatt. A tárolás kezdetén a Co és Id40 minta rugalmasság értékei (3,69 és 2,98) szignifikánsan nem különböztek a kontrol minta rugalmasság értékétől (3,35), hasonlóan a tárolási idő végén. Vagyis a Co40 és Id40 minták (5,91 és 5,54) a tárolási idő végére ugyanolyan rugalmasak voltak, mint a kontrol minta (5,55).



44. ábra. A sütésálló lekvárok rugalmasság értékeinek változása a tárolás alatt

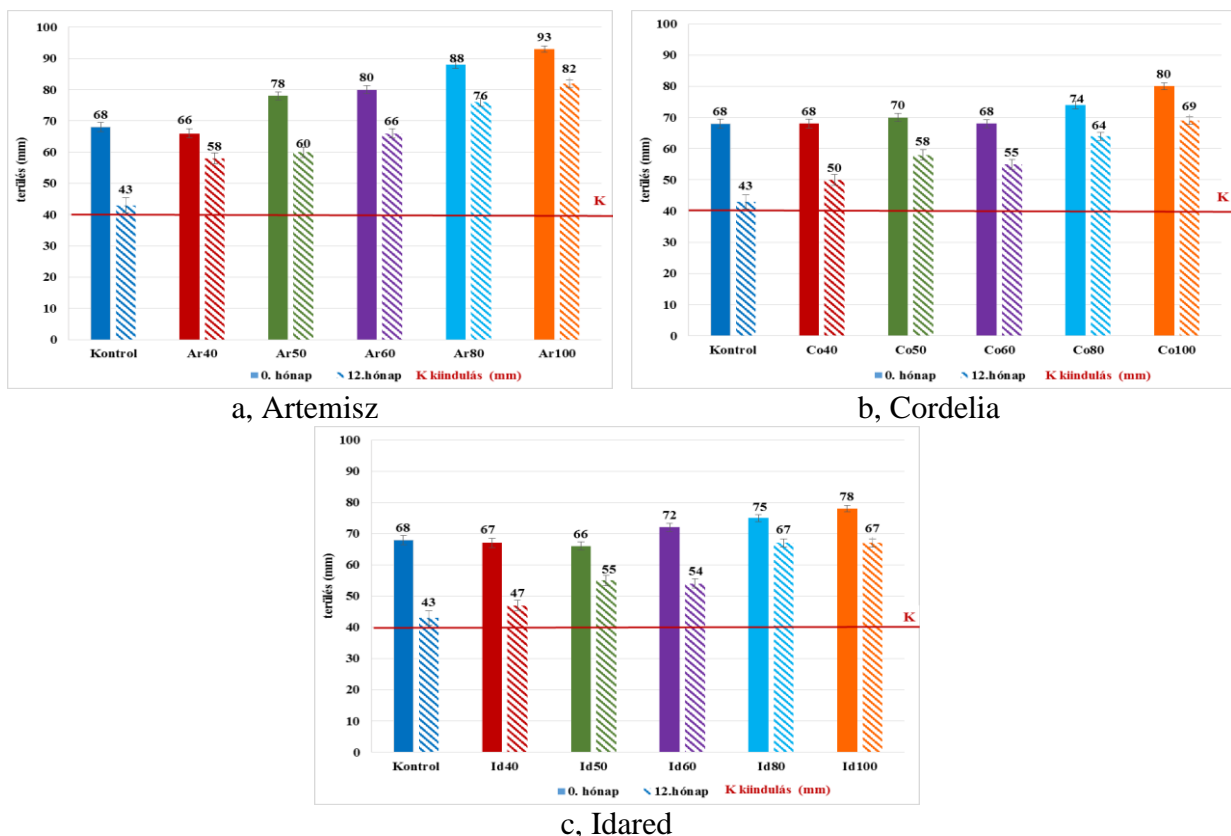
A rágósság a gumisság és a rugalmasság szorzata. Így minél nagyobb a gumisság (ami a keménységtől függ), illetve minél rugalmasabb a minta, annál nagyobb lesz a rágóssága is. Mivel a rágósság változása matematikai összefüggésen alapul, ezért a rágósság értékeinek időbeni változását a M3. 21. ábrán mutatom be. A lekvárok rágósságának változása a tárolás alatt hasonló tendenciát mutat, mint a rugalmasság.

Összegezve a tárolás alatt elvégzett állománymérések eredményeit, megállapítható, hogy a pektinnel, illetve a pektin és almatörkölyel készült sütésálló lekvárok megőrizték szilárd jellegüket, sőt, egyes minták tovább szilárdultak, nőttek a keménység, gumisság, rugalmasság paraméterek (kivéve az Ar100 minta, amelynél nem történt változás). A tárolás alatti állománymérés eredményei összhangban vannak az amplitudó söprés tárolás alatt mért eredményeivel (ott a szilárdságra utaló G'_{0} , τ_{LVE} , τ_{Co} értékek növekedtek a tárolás folyamán).

A kontrol illetve a 40% almatörkölyt tartalmazó minták az állomány tulajdonságokban hasonlóan viselkedtek a tárolás folyamán. Paramétereik nem minden esetben mutattak szignifikáns különbséget. Szignifikáns különbség esetén a 40% almatörkölyt tartalmazó minták stabilabb gél szerkezetet mutattak a kontrol mintához képest.

4.4. Sütésállóság vizsgálata

Sütésálló termékeknél kritérium az alak és állomány megtartása a felhasználási hőmérsékleten, ezért vizsgáltam a termékek sütésállóságát, amit a sütés során mért területük mértékével jellemeztem. A sütési teszt eredményeit a 45. ábrán mutatom be együtt ábrázolva a tárolás kezdetén (0. hónapban) és végén (12. hónapban) mért területi értékeket (TÉ). A sütési tesztek eredményeiből a M4. 3. fényképen prezentálom a tesztet.



45. ábra. A sütésálló lekvárok sütés alatti területe a tárolás kezdetén és végén (0. és 12. hónapban)

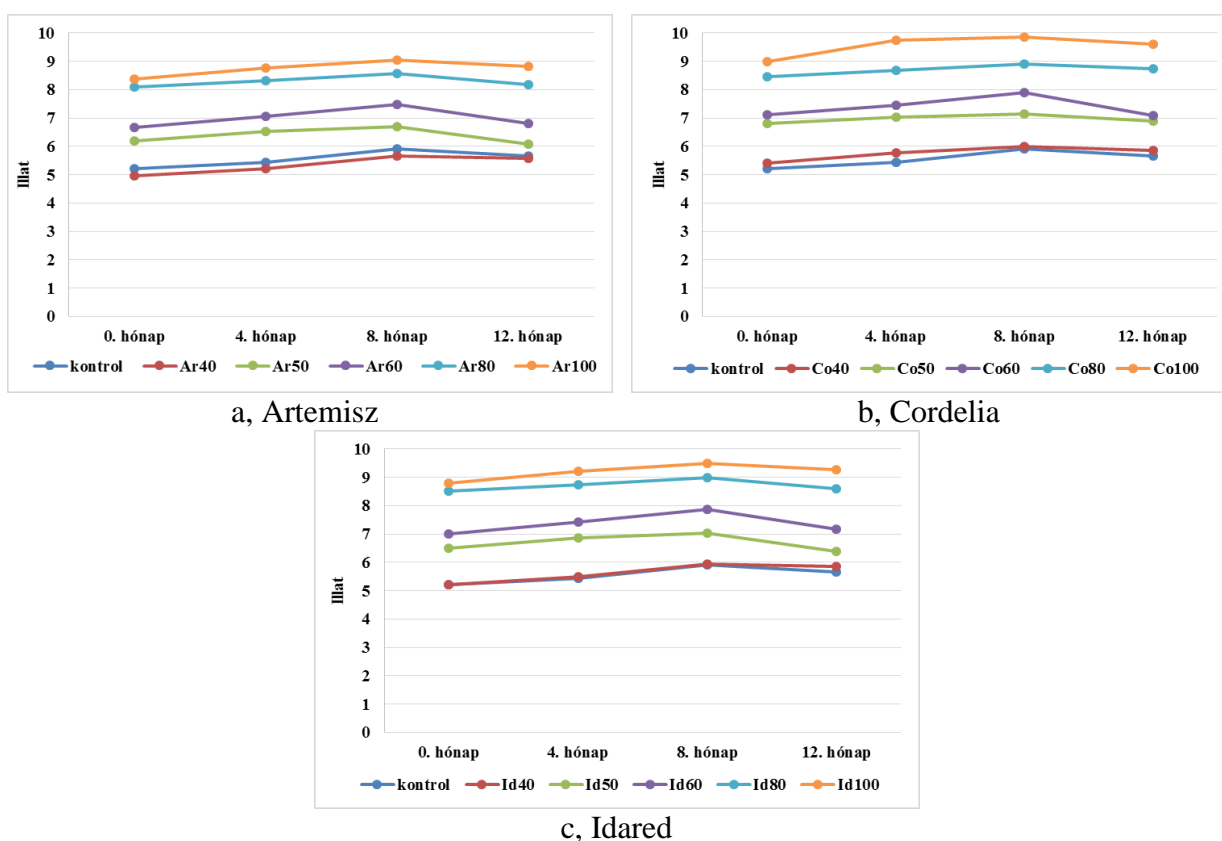
Az ábrán K-val a 40 mm-es kiindulási átmérőt jelöltem. Mindhárom almafajta esetében a 40% törkölyt tartalmazó minták területe szignifikánsan nem tért el a kontrol minta területi értékétől a 0. hónapban. A 12. hónap végére a Co40 és Id40 minták, valamint a kontrol minta területe között továbbra sem volt szignifikáns különbség, azonban az Ar40 a tárolás végére jobban terült, mint a kontrol minta, a területi értéke (TÉ=58 mm) szignifikánsan különbözött ($p < 0,05$) a kontrol mintához képest (TÉ=43 mm). Mindhárom almafajta esetében elmondható, hogy a törköly koncentráció növelésével a területi értékek növekedtek, vagyis egyre jobban „szétfolytak” a sütés alatt. Ennek oka a lágyabb, lazább gélszerkezet. Állománykialakításra csak törkölyt tartalmazó minták területi értékei voltak a legnagyobbak, így megállapítható, hogy a csak törkölyvel készült minták nem alkalmasak sütésálló termék előállítására. A tárolás végére az Ar40 minta kivételével, a sütésálló lekvárok területi értéke szignifikánsan kisebb lett a kiindulási értékekhez képest

($p < 0,05$), vagyis a tárolás során a minták sűtésállósága javult. Ennek oka, hogy a tárolás során a szinerézis következtében zsugorodott a gél szerkezete, ezért jóval tömörebb szerkezetű lett. A Co40 minta sűtésállósága közel 40%-kal, az Id40 minta 30%-kal javult a tárolás végére a kiinduláshoz képest.

4.5. Érzékszervi bírálat

Kísérlet sorozatomban a sűtésálló lekvárok műszeres, objektív jellemzése mellett vizsgálni kívántam az emberi szubjektív érzékelést arra vonatkozóan, hogy mekkora az az almatörköly koncentráció, amit a fogyasztók még elfogadnak, és nem ítélik meg negatívan a por alapú törköly jelenlétet a termékben. Továbbá vizsgálni kívántam a lekvárok fogyasztói elfogadását is a 12 hónapos tárolás folyamán. Az érzékszervi bírálatok eredményeit a 46-49. ábrákon szemléltetem. A pontos érzékszervi bírálati pontszámokat a M2. 19-22. táblázatok foglalják össze.

A 46. ábrán a sűtésálló lekvárok illat pontszámainak változását mutatom be.

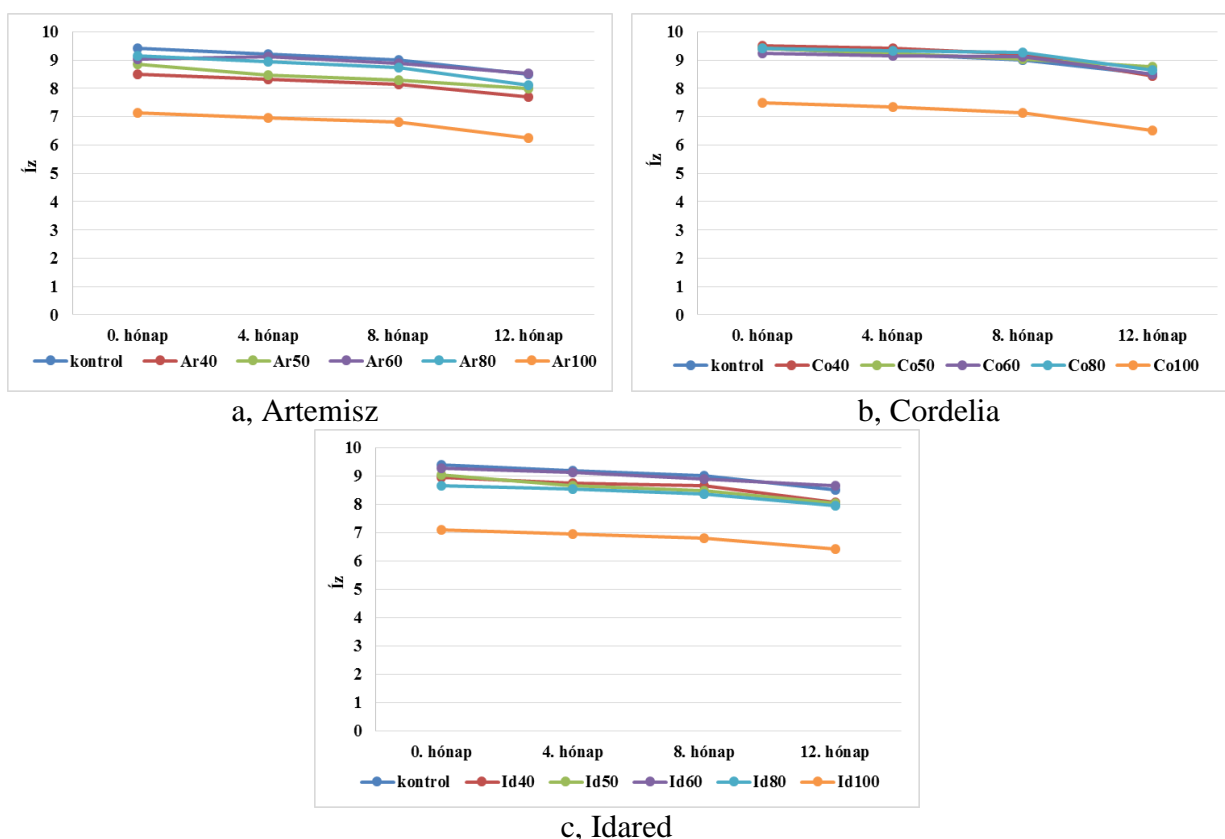


46. ábra. A sűtésálló lekvárok illat pontszámainak változása a tárolás alatt

Mindhárom almafajta törkölyével készült lekvároknál elmondható, hogy a 40% törkölyt tartalmazó minták illatát ugyanolyannak érezték a bírálók a teljes tárolás alatt, mint a kontrol mintáét, a pontszámok nem különböztek szignifikánsan ($p < 0,05$). A törköly koncentráció növelésével az illatpontszámok egyre magasabbak lettek, a bírálók „intenzívebbnek”, „gyümölcsösebbnek”, „aromásabbnak” érezték a magasabb törköly koncentrációval készült

lekvárok illatát. Ezt az okozhatta, hogy a szárított almatörköly a pektinen és roston kívül aromaanyagokat is tartalmaz, amelyek hozzájárulhatnak a termék illatának intenzitásához. Azonban megfigyelhető, hogy a 8. hónap után az illat pontszámok csökkentek, vagy nem változtak.

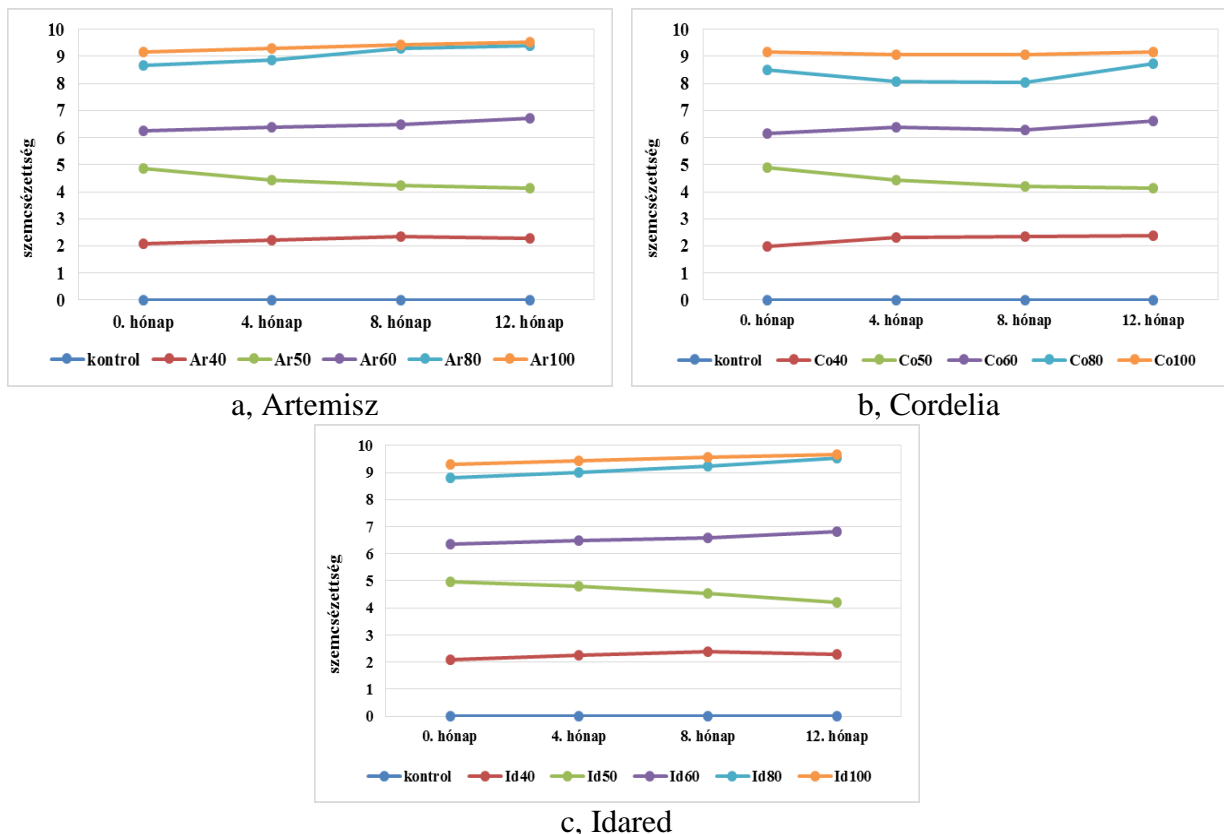
A lekvárok íz pontszámainak változását a 47. ábrán szemléltetem. A bírálók az Artemisz és Idared törkölyvel készített lekvárok esetében tudtak különbséget tenni a minták között, a Co törkölyt tartalmazó minták esetében a minták íz pontszámai nagyon hasonlóak voltak minden bírálati időpontban és szignifikánsan nem különböztek a kontrol minta íz pontszámaitól ($p < 0,05$). Mindhárom lekvártípus esetében azonban jól elkülönülnek az állománykialakítóként csak almatörkölyt tartalmazó minták, és szignifikánsan kevesebb pontot kaptak az ízre minden bírálati alkalommal ($p < 0,05$). Szintén megfigyelhető a 8. hónap után a pontszámok csökkenése.



47. ábra. A sütésálló lekvárok íz pontszámainak változása a tárolás alatt

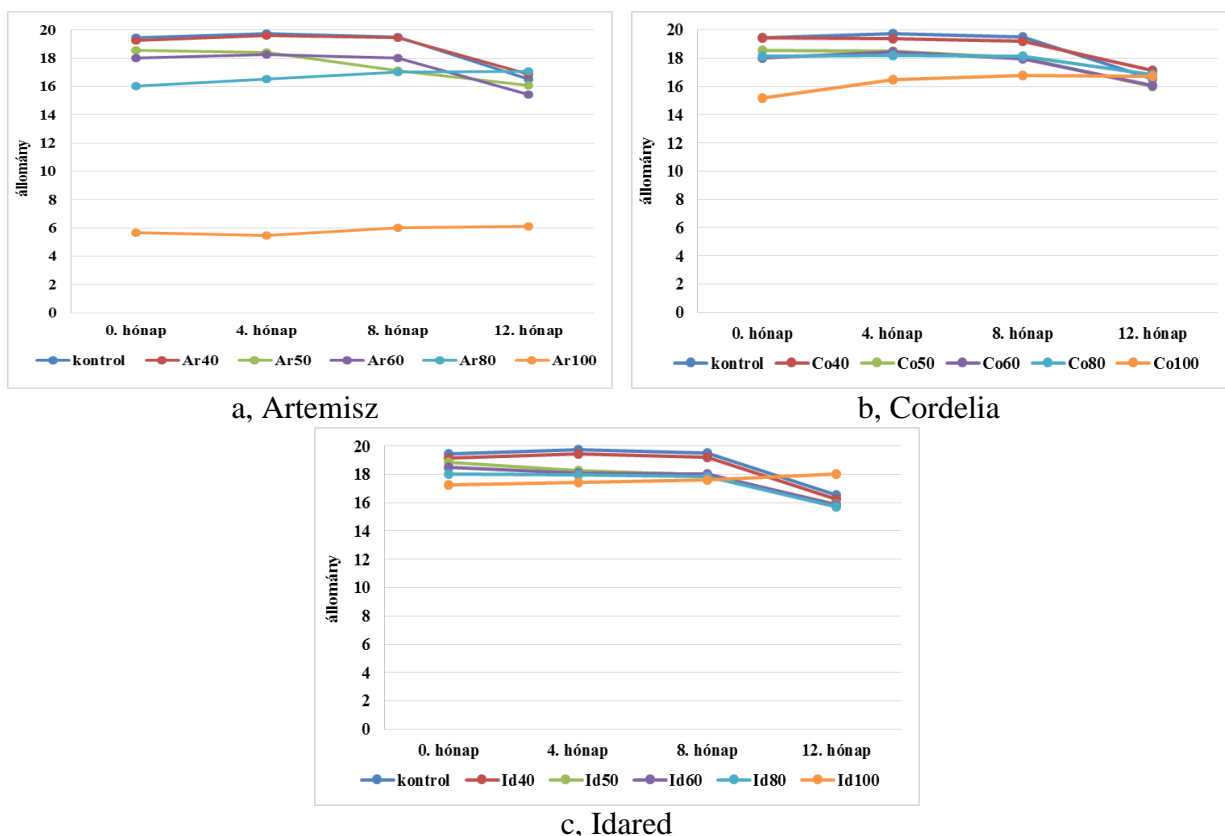
Fontosnak tartottam a szemcsézettség érzékszervi vizsgálatát, azaz zavarja-e a fogyasztókat a törköly por 200 μm -es szemcsenagysága. A szemcsézettség pontszámainak változását a 48. ábrán ismertetem. A kontrol minta szemcsézettség értéke – mivel törkölyt nem tartalmazott –, minden hónapban 0 volt és a bírálók ehhez a mintához hasonlították a törkölyt tartalmazó minták szemcsézettségét. A szemcsézettséget a tárolás alatt szinte végig ugyanolyannak érezték egy adott almatörköly-lekvár típuson belül a bírálók. Az Artemisz és Idared törkölyt tartalmazó lekvárok

esetében a 80 és 100% törkölyt tartalmazó minták szemcsézettség értéke nagyon hasonló volt. A szóveges értékelésből kiderült, hogy zavarja-e a bírálókat a szemcseméret, vagy nem. Leggyakoribb megjegyzés a 80 és 100% törkölyt tartalmazó mintáknál a „fűrészporos” jelző volt. Az érzékszervi bírálatok alapján 50% törköly koncentráció felett már nem voltak kedveltek a lekvárminták.



48. ábra. A sütésálló lekvárok szemcsézettség pontszámainak változása a tárolás alatt

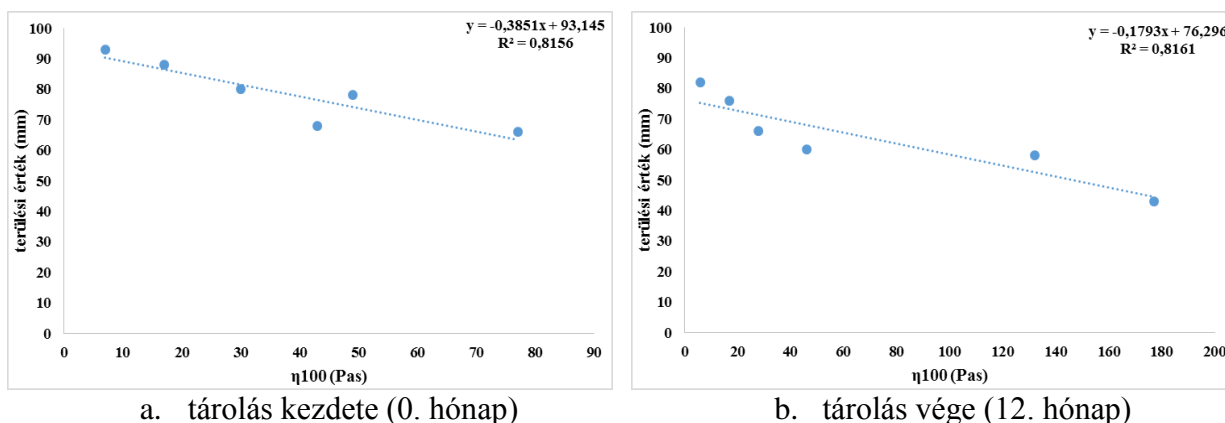
Az érzékszervi bírálat legfontosabb paramétere az állomány volt, melynek pontszámait a 49. ábrán mutatom be. Az érzékszervi bírálatok eredményei a műszeres, objektív mérésekkel összhangban voltak. Az Ar100 minta állománya nem lett keményebb a tárolás folyamán és az érzékszervi minősítésnél is ugyanolyan alacsony állomány pontszámokat kapott a minta (5,65-6,1). A Cordelia és Idared törkölyt tartalmazó minták esetében a 40-80% törkölyt tartalmazó lekvárok állománypontszáma a 8. hónapig stabil, majd lecsökken. Bár a műszeres állománymérés szerint a lekvárok állománya már nem keményedett tovább a 8. hónaptól, de a bírálók mégis keményebbnek érezték a lekvár mintákat a 12. hónapban is, és már érzékszervileg kevésbé preferálták.



49. ábra. A sütésálló lekvárok állomány pontszámainak változása a tárolás ideje alatt

4.6. Korreláció analízis

Korrelációanalízist végeztem a sütési hőmérsékletfüggés 100°C -on mért viszkozitás eredményei és a sütési próba területi értékei között. Az 50. ábrán az Artemisz törkölyel készített lekvárok korrelációs összefüggését mutatom be, a Cordelia és Idared törkölyel készített lekvárok eredményeit a M3. 22. és 23. ábrája szemlélteti.



50. ábra. Artemisz törkölyt tartalmazó lekvárok η_{100} és a területi értékek közötti korreláció a tárolás kezdetén és végén

Az almatörköly koncentráció növelésével a minták területi értékei növekedtek, az R^2 értékek alapján jelentős kapcsolat van a 100°C -on mért viszkozitás és a területi értékek között.

Vizsgáltam a korrelációt a tárolási idő során az amplitúdó söprés, frekvencia söprés és állomány paraméterekkel, hogy megvizsgáljam van-e összefüggés az alkalmazott almafajta, az almatörköly koncentráció, valamint az egyes mérési módok és a hozzájuk tartozó paraméterek között. A korrelációanalízis eredményeit a M2. 23.-30. táblázatok foglalják össze.

Az alkalmazott almatörköly fajtát vizsgálva a kiinduláskor az állomány paraméterek (keménység, adhéziós erő, adhézió, kohézió, gumisság és rágósság) nem voltak összefüggésben a felhasznált almafajttal. Azonban az amplitúdó és frekvencia söprés eredményei korrelációt mutattak a fajttal. Az állomány paraméterek és az amplitúdó, valamint frekvencia söprés által meghatározott paraméterek között szoros korreláció volt (M2. 23. táblázat).

A tárolás 4. hónapjában azt láthatjuk, hogy a fajta használat már nincs szoros összefüggésben sem az állomány, sem az amplitúdó illetve frekvencia söpréssel, vagyis a mért paramétereket nem befolyásolta a felhasznált almafajta. Az állomány paraméterek (kivéve az adhéziós erő) és az amplitúdó, valamint frekvencia söprés által meghatározott paraméterek között továbbra is szoros korreláció van (M2. 24. táblázat).

A tárolás 8. és 12. hónapjára a fajta összefüggést mutatott a minták kohéziós értékével, valamint az amplitúdó söpréssel meghatározott G' értékkel és a frekvencia söpréssel meghatározott végső DF értékkel. A többi paraméterrel továbbra sem volt összefüggésben a felhasznált almafajta (M2. 25.-26. táblázat).

Az almatörköly koncentráció változtatása sokkal nagyobb hatással volt az alkalmazott mérési módok által meghatározott paraméterekre. A tárolási idő kezdetekor a koncentráció az adhéziós erő kivételével minden paraméterrel szoros összefüggést mutatott (M2. 27. táblázat). A 4. hónapban az adhéziós erő is korrelálni kezdett a többi mért paraméterrel (M2. 28. táblázat), majd a 8. és 12. hónapban mindegyikkel korrelációt mutatott (M2. 29.-30. táblázat).

Összefoglalva megállapítható, hogy a különböző fajtájú almatörkölyvel készített lekvárok állomány paramétereire az almafajta kisebb hatással van, az alkalmazott törköly koncentráció nagyobb mértékben képes befolyásolni a lekvárok reológiai tulajdonságait.

4.7. Új, tudományos eredmények

1. Bebizonyítottam, hogy az almatörköly, mint állománykialakító, alkalmas arra, hogy részben kiváltsa a pektint sütésálló lekvárok esetében. 40% almatörköly koncentráció mellett sem állomány, sem érzékszervi szempontból nem okoz érzékelhető változást a helyettesítés. Bizonyítottam, hogy az almatörkölyvel készített lekvárok jobban tárolhatóak a csak pektint tartalmazó mintáknál. Almatörköly alkalmazása esetén a maximális tárolhatósági idő 8 hónap. Valamint bebizonyítottam, hogy a pektint, illetve pektint és almatörkölyt tartalmazó sütésálló lekvárok a fagyasztás alatt is megőrzik szerkezetüket.
2. Méréseim alapján igazoltam, hogy az oszcillációs reológiai mérések közül az amplitúdó söprés módszere alkalmas a lekvárok szerkezeti stabilitásának vizsgálatára, változásuk nyomon követésére. A vizsgált G'_0 , G''_0 , τ_{LVE} , és τ_{CO} paraméterek, valamint az általam bevezetett szilárdsági hányados ($SZH = G'_0/G''_0$) egyaránt alkalmas arra, hogy sütésálló lekvárok szerkezeti tulajdonságait objektíven jellemezze.
3. Bebizonyítottam, hogy a frekvencia söprés módszere sütésálló lekvárok esetében alátámasztja az amplitúdó söprés és az érzékszervi bírálatok eredményeit és a frekvencia söprés reogramjai alapján a lekvárok tárolhatósági tulajdonságai prediktálhatóak. Az általam bevezetett stabilitási hányados ($SH = DF_v/DF_0$), mint minősítő paraméter alkalmas a sütésálló lekvárok tárolhatóságának jellemzésére.
4. Igazoltam, hogy a rotációs reológiai méréssel a sütésálló lekvárok sütésállósága objektíven és reprodukálhatóan meghatározható. Az η_{100} (viszkozitás 100°C-on) paraméter jó korrelációt mutatott a területi teszt eredményeivel, tehát alkalmas arra, hogy a területi tesztek eredményét előre jelezze.
5. A reológiai és érzékszervi bírálatok alapján megállapítottam, hogy az almatörköly állománykialakító hatását az almafajták kisebb, az alkalmazott törköly koncentráció nagyobb mértékben befolyásolja.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Dolgozatom fő célja olyan sütésálló lekvárok előállítása volt, amelyekben az alkalmazott, E számmal rendelkező pektin egy részét szárított, örölt, pektinben és rostban gazdag almatörkölyel helyettesíttem. Célom volt az elkészült lekvárok objektív vizsgálata műszeres mérési módszerekkel, amelyekkel vizsgálható a sütésálló lekvárok szerkezete, valamint nyomon követhető a tárolás során bekövetkező szerkezetbeli változásuk.

Az amplitúdó söprés módszerével mért reológiai eredmények azt mutatják, hogy a sütésálló lekvárokból a pektin egy részének kiváltása almatörkölyel szignifikáns hatást gyakorol a reológiai tulajdonságokra. Kedvezőbb tulajdonságú, erősebb gélszerkezetű lekvárt állítottam elő a pektin és az almatörköly kombinált alkalmazásával. A kontrol mintához képest magasabb értékeket mutattak a kezdeti rugalmassági (G'_0) és veszteségi modulus (G''_0), szilárdsági hányados (SZH) lineáris viszkoelasztikus tartomány vége (τ_{LVE}) és a metszésponthoz tartozó nyírófeszültség értékek (τ_{CO}) a 40% törkölyt tartalmazó mintákban. A legjobb állományt a Cordelia törkölyel készített minták mutatták, míg leggyengébb gélszerkezetet az Idared törköly felhasználása eredményezte. A kontrol, valamint a pektinnel és almatörkölyel készült sütésálló lekvárok szilárdságát jellemző paraméterek értékei nőttek (kivéve az Ar100 minta, amelynél nem történt változás).

A tárolás kezdetén mért frekvencia söprés eredményei alapján arra lehetett következtetni, hogy a Cordelia almatörkölyel készített lekvárok szerkezete stabil és nem várható negatív irányú változás a tárolás folyamán. Az Idared és Artemisz törkölyt tartalmazó minták, különösen a 100% almatörkölyt tartalmazók rugalmassági (G'_0) és veszteségi modulus (G''_0) görbéinek lefutása 10-30 Hz között hasonlóak voltak ugyan, de a G' értékeinek növekedése és a G'' értékeinek csökkenése következtében megnőtt a két görbe közötti távolság. Ez azt mutatta, hogy rövidtávon (50-100 Hz) ezek a lekvárok más szerkezetűek, mint hosszú távon (10-30 Hz). A tárolás hatását a lekvárok szerkezetváltozására az általam bevezetett stabilitási hányadossal (SH) szemléltettem, mely azt mutatja, hogy a kontrol minta stabilitása csökkent a tárolási idő alatt, az Ar80 és Ar100 minták stabilitása pedig nőtt. Az Ar40 és Id40 minták stabilitása szignifikánsan nem különbözött a kontrol minta tárolás alatti stabilitásától, vagyis ezek a minták a kontrol mintához hasonló gélszerkezetűek. Legstabilabb minta a tárolás 12 hónapja alatt a Co40 minta volt. A frekvencia söprés alapján elmondható, hogy mindhárom almafajta törkölyével készített sütésálló lekvár alkalmas a hosszabb távú tárolásra, és az almatörkölyt tartalmazó minták jobban tárolhatóak a kontrol mintához képest.

A fagyasztási hőmérsékletfüggéssel a fagyasztás-felengedetetés hatását vizsgáltam a sütésálló lekvárok szerkezetére. Sem a tárolás kezdetén, sem pedig a tárolás alatt szignifikáns különbségek nem voltak a minták között, a minták jól fagyaszthatóak voltak.

Sütési hőmérsékletfüggéssel vizsgáltam, hogy a sütésálló lekvárokból a pektin egy részének kiváltása almatörkölyel szignifikáns hatást gyakorol-e a lekvárok viszkozitás értékére szobahőmérsékleten, illetve 100°C-on. Kedvezőbb viszkozitás értékkel rendelkező lekvárt sikerült előállítani a pektin és almatörköly kombinált alkalmazásával. A kontrol mintához képest magasabb kiindulási viszkozitás (η_0 (Pa.s)) értékeket mutattak a 40% törkölyt tartalmazó minták.

Állományérés módszerével megállapítottam, hogy a sütésálló lekvárokból a pektin egy részének kiváltása almatörkölyel szignifikáns hatást gyakorol az állomány tulajdonságokra. Kedvezőbb tulajdonságú, keményebb állományú lekvárt eredményez a pektin és az almatörköly kombinált alkalmazása. A kontrol mintához képest a 40% törkölyt tartalmazó minták magasabb értékeket mutatottak a keménység, gumisság és rágósság tekintetében. A tárolás alatti állományérés eredményei összhangban vannak az amplitúdó söprés tárolás alatt mért eredményeivel.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy az almatörköly, mint állománykialakító, alkalmas lehet arra, hogy részben (max. 40%) kiváltsa a pektint sütésálló lekvárok esetében. Az almatörkölyel készített lekvárok jobban tárolhatóak a csak pektint tartalmazó mintáknál. Méréseim alapján igazoltam, hogy az oszcillációs reológiai mérések közül az amplitúdó söprés módszere alkalmas a lekvárok szerkezeti stabilitásának vizsgálatára, változásuk nyomon követésére. Az általam bevezetett szilárdsági hányados ($SZH = G'_0/G''_0$) alkalmas arra, hogy sütésálló lekvárok szerkezeti tulajdonságait objektíven jellemezze. A frekvencia söprés módszere sütésálló lekvárok esetében alátámasztja az amplitúdó söprés valamint az érzékszervi bírálatok eredményeit, és a frekvencia söprés reogramjai alapján a lekvárok tárolhatósági tulajdonságai prediktálhatóak. Az általam bevezetett stabilitási hányados ($SH = DF_v/DF_0$), mint minősítő paraméter alkalmas a sütésálló lekvárok tárolhatóságának jellemzésére. A rotációs reológiai méréssel a sütésálló lekvárok sütésállósága objektíven és reprodukálhatóan meghatározható. Az η_{100} (viszkozitás 100°C-on) alkalmas arra, hogy a területi tesztek eredményét előre jelezze. A reológiai és érzékszervi bírálatok alapján megállapítottam, hogy az almatörköly állománykialakító hatását az almafajták kisebb, az alkalmazott törköly koncentráció nagyobb mértékben befolyásolja.

Az almatörköly állománykialakítóként való alkalmazása perspektivikus, ezért eddigi eredményeim kiegészíthetők az almatörköly pektin tartalmának kémiai elemzésével (LM pektin,

HM pektin, molekulatömeg vizsgálat, vízoldható-nem vízoldható pektinek aránya), az almatörköly pektin tartalmának tárolás alatti nyomon követésével, a törköly szemcseméretének csökkentésével, főbb almafajtákból előállított törkölyök állománykialakító hatásának vizsgálatával.

A lekvárok tárolás alatti szerkezet változásának vizsgálatát ki lehet egészíteni differenciális pásztázó kalorimetriás (Differential Scanning Calorimetry) vizsgálattal, amely a lekvárok fagyasztásának, fagyasztva tárolásának és szállításának tervezéséhez nyújt információkat.

Érdeemes volna az eredmények gyakorlatban való alkalmazását elvégezni ipari körülmények között almatörkölyvel készített lekvárok próbagyártásával és tárolási kísérlet elvégzésével.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a fogyasztók érdeklődést mutatnak az élelmiszerek minősége, összetétele, valamint azok eredete iránt, és egyre jobban idegenkednek a mesterséges adalékanyagoktól. Ennek következtében egyre több kutatás vizsgálja, hogy a mesterséges adalékanyagokat milyen természetes anyagokkal lehetne részben vagy teljesen kiváltani. Olyan alapanyagokkal kísérleteznek, amelyek az élelmiszerek tulajdonságait kedvezően befolyásolják, azonban E számmal nem rendelkeznek és táplálkozás-élettani szempontból pozitív tulajdonsággal bírnak.

A gyümölcsösszetevőket is tartalmazó sütőipari termékek kedveltek a vásárlók körében. A gyümölcskészítményeket általában még sütés előtt töltik a termékbe és azzal együtt sűtik meg. A termékkel szemben elvárás, hogy magas sűtési hőmérsékletet követően is friss, gyümölcsös jellegű legyen és állományát megtartsa. Ezt sűtésálló gyümölcskészítményekkel érhetjük el. A sűtésálló gyümölcskészítmények minőségét több tényező is befolyásolja, például a gyártástechnológia, a felhasznált cukor jellege, a pH érték, a gyümölcsfajta, valamint az állománykialakító típusa, amely legtöbbször pektin, xanthán, illetve gellán gumi.

A zöldség és gyümölcs feldolgozás során a főtermék előállításakor ún. melléktermékek is keletkeznek, amelyek hasznosítására sok és kellően ki nem használt lehetőség van, újrahasznosításuk gazdasági és környezetvédelmi szempontból is fontos és indokolt.

Hazai viszonylatban az egyik legnagyobb mennyiségben jelentkező melléktermék az alma ipari feldolgozása közben keletkező törköly, mely rostban és pektinben gazdag, így alkalmas elsősorban gyümölcstermékekben természetes állománykialakítóként való használatra.

Ehhez kapcsolódóan doktori munkám során sűtésálló lekvárkészítményeket vizsgáltam, amelyekben az állománykialakítóként alkalmazott sűtésálló pektint részben, illetve egészben szárított almatörkölyvel helyettesítettem. Műszeres, objektív minősítő vizsgálatokkal arra kerestem a választ, hogy a szárított almatörköly alkalmas lehet-e sűtésálló gyümölcskészítményekben a pektin kiváltására, hogyan hat a lekvárok állományára, illetve stabilitására figyelembe véve az almatörköly fajtáját, illetve az alkalmazott koncentrációt is.

Kísérleteim során Artemisz, Cordelia és Idared almafajtákból kipréselve a levét, előállítottam a törkölyt, majd annak szárításával és őrlésével előállított törköly porokat alkalmaztam a MÉ 2/601 irányelvében meghatározottak szerint elkészített sűtésálló lekvárokból, mint természetes állománykialakítót.

A tárolási kísérlet során 12 hónapon keresztül 4 havonta vizsgáltam az elkészített sűtésálló lekvárok állománytulajdonságait oszcillációs viszkoziméterrel. Az amplitúdó söprés módszerével a minták mechanikai stabilitását vizsgáltam. A tárolás kezdetén a módszerrel kimutatható, hogy a törköly koncentráció mennyiségének növelése milyen hatást gyakorol a lekvárok állományára. Az amplitúdó söprés által meghatározható paraméterek időbeni nyomon követése a sűtésálló lekvárok szerkezeti stabilitásának változásáról ad információt. Az amplitúdó söprés módszerével mért reológiai eredmények alapján megállapítható, hogy a sűtésálló lekvárokból a pektin egy részének kiváltása almatörkölyvel szignifikáns hatást gyakorol a reológiai tulajdonságokra. Kedvezőbb tulajdonságú, erősebb gélszerkezetű lekvárt lehetett előállítani az almatörköly és pektin kombinált alkalmazásával. A kontrol, illetve a pektin és almatörkölyvel készült sűtésálló lekvárok megőrizték szilárd jellegüket, sőt, tovább szilárdultak, nőttek a G' , τ_{LVE} , τ_{Co} értékek (kivéve az Ar100 minta, amelynél nem történt változás). A frekvencia söprés módszerével a sűtésálló lekvárok tárolás alatti viselkedésére vonatkozóan kerestem információkat. Megállapítottam, hogy mindhárom almafajta törkölyével készített sűtésálló lekvár alkalmas a hosszabb távú tárolásra, valamint az almatörkölyt is tartalmazó minták jobban tárolhatóak a kontrol mintához képest.

A sűtésálló gyümölcsstermékeket gyakran a tésztafélékkel együtt fagyasztják, majd a felengedtetés után sűtik meg, mely során az állomány és érzékszervi tulajdonságai nem változhatnak. Ezért a fagyasztás (hűtés) és a sűtés (melegítés) hatását hőmérsékletfüggés módszerével vizsgáltam, amely az anyagok hőmérsékletváltozásának hatására bekövetkező szerkezet módosulásáról ad információt. Méréseim során arra a következtetésre jutottam, hogy a lekvárok állománya nem szenved változást a fagyasztás-felengedtetés során. A sűtési hőmérsékletfüggés vizsgálata során azt tapasztaltam, hogy mindhárom típusú lekvárminta esetében a 40% törkölyt tartalmazó lekvároknak volt a legmagasabb viszkozitás értéke. A tárolás alatt a lekvárok 100°C-on mért viszkozitás értékeinek növekedése kisebb mértékű volt, mint a kiindulási viszkozitás esetében. Az a tény, hogy a lekvárok 100°C-os hőmérsékleten mért viszkozitása nem csökkent a tárolás folyamán, arra utal, hogy az almatörkölyvel készült lekvárok a tárolás folyamán megőrizték sűtésálló tulajdonságukat.

A minták állományának jellemzésére az oszcillációs viszkozimetriás módszer mellett egyéb állománymérést is végeztem. Az állományprofil vizsgálattal a minták érzékszervi tulajdonságait szerettem volna objektíven értékelni. A minták tárolása során egyértelműen kimutatható volt a szinerézis miatt bekövetkező keménység változás. Megállapítottam, hogy a csak Artemisz almatörkölyt tartalmazó minta a tárolás 12 hónapja alatt nem keményedett, az alkalmazott törköly nem volt képes megkötni a mintában a vizet.

Sütésálló termékeknél kritérium az alak és állomány megtartása a felhasználási hőmérsékleten, ezért vizsgáltam a termékek sütésállóságát, és a területük mértékét a sütés során. Megállapítottam, hogy a törköly koncentráció növelésével a területi értékek növekedtek, vagyis a lekvárok egyre jobban „szétfolytak” a sütés alatt. Ennek oka a lágyabb, lazább gél szerkezet. Megállapítottam, hogy legjobb sütésállósággal a 40% törkölyt tartalmazó minták rendelkeznek. A tárolás végére az Ar40 minta kivételével, a sütésálló lekvárok területi értéke szignifikánsan kisebb lett a kiindulási értékekhez képest ($p < 0,05$), vagyis a tárolás során a minták sütésállósága javult.

A műszeres, objektív jellemzés mellett az emberi szubjektív érzékelést is vizsgáltam érzékszervi bírálatok segítségével arra vonatkozóan, hogy mekkora az az almatörköly koncentráció, ami még elfogadható a fogyasztók számára. Az érzékszervi bírálatok azt mutatták, hogy a törköly koncentráció növekedésével a termékek illatát frissebbnek, gyümölcsösebbnek érezték a bírálók, azonban az ízüket jelentősen nem befolyásolta. A lekvárok szemcsézettsége a törköly koncentráció növelésével szintén nőtt, ez általában már zavaró hatású volt a bírálókra 50% törköly koncentráció felett. Állomány tekintetében a bírálók a Cordelia és Idared törkölyt tartalmazó összes lekvárt jónak ítélték, beleértve a 100% törkölyt tartalmazó mintákat is. Az érzékszervi bírálatok pontszámai azt mutatják, hogy a fogyasztók a 8. tárolási hónapig kedvelték a lekvárokat, ezt követően a kedveltség csökkent. Ez azt mutatja, hogy az ajánlott maximális tárolási idő 8 hónap.

A műszeres valamint az érzékszervi méréseket együtt értékelve 40% az a maximális almatörköly koncentráció, amivel a pektint ki lehet váltani sütésálló lekvárok állománykialakításához.

Korreláció analízisem alapján az alkalmazott almafajta szerepe kevésbé befolyásolja a sütésálló lekvárok reológiai és állomány tulajdonságait, mint az alkalmazott törköly koncentráció. Ez ipari szempontból fontos eredmény, hiszen az almafeldolgozás során nem mindig fajtaazonos almával dolgoznak.

Összességében a vizsgált almatörköly minták alkalmasnak bizonyultak arra, hogy természetes állománykialakítóként használják sütésálló gyümölcs termékek esetében.

7. SUMMARY

Nowadays costumers show an increasing interest in quality, composition and origin of food products and have a disposition for artificial food additives. As a result several research studies are published investigating the possibilities for replacing all or a part of artificial additives by natural compounds. Aim of these studies is to find natural materials with high nutritive value, influencing positively food quality but not listed as food additives, having no E-number.

Bakery products including fruit ingredients are popular among costumers. Fruit preparations are filled into bakery products before baking procedure. Baking fruit preparations are required to be fresh, to have a fruit taste and show excellent firm texture even after baking at high temperature. Their quality is influenced by several parameters such as processing technology, fruit variety, sugar included, pH, and type of texture modifier. Most often pectin, xanthan gum and gellan gum are used for these products.

Processing of fruits and vegetables resulted in not only the main product but high amount of by-products. Reutilization of the latter is reasonable and important from both economic and environment protection aspects.

In Hungary, high amount of by-product of apple processing arose called apple pomace. It includes dietary fibers, especially pectin, therefore is suitable for using as natural texture modifier in fruit products.

Results of amplitude sweep measurements shows that replacing pectin in part by apple pomace has a significant effect on rheological properties of baking stable fruit preparations. Using pectin (60%) and apple pomace (40%) in combination resulted a stronger and better gel structure. Solid character of baking stable fruit preparations remained and even increased during storage as indicated by increase of initial G'_0 , τ_{LVE} , τ_{CO} and "Strength factor" (SF).

The frequency sweep method refers to the stability and the time-dependent behavior of baking stable fruit preparations. It was proved that baking stable fruit preparations produced by all the three varieties of apple pomace was suitable for long term storage and increasing apple pomace concentration in the baking stable fruit preparations rised the stability than the control including pectin. "Stability factor" ($St.F=DF_v/DF_0$) as qualifier parameter is suitable for feature the storage attributes baking stable fruit preparation.

Baking stable fruit preparations are frozen and then baked together with dough. During the process it should keep its original texture and sensorial quality. Effect of this procedure was evaluated by

using temperature sweep test methods. Texture of baking stable fruit preparations proved to be stable without structural changes during freezing and thawing.

Based on results of bakery test it was observed that baking stable fruit preparations with 40% apple pomace and 60% pectin showed the highest viscosity values in case of all the three apple varieties tested. Viscosity of baking stable fruit preparations at 100°C did not decrease during storage indicating that jams remain resistant against baking during shelf-life.

Texture profile analysis an objective tool for evaluate sensorial quality of food products was also used for characterization of texture of baking stable fruit preparations. Increasing hardness of fruit preparations during storage was a result of syneresis. The only exception was the sample with 100%. Artemisz apple pomace which could not bind water properly.

Resistance against baking was evaluated by extension test in order to test whether samples could keep their shape and texture during baking procedure. Extension values increased by increasing apple pomace concentration indicated decreasing resistance against baking and increasing flow ability of jams. Best baking resistance was shown by samples with 40% pomace concentration. However, baking resistance increased during storage as indicated by decreasing extension values.

Results of sensory analysis of baking stable fruit preparations showed that increasing pomace concentration resulted in more fresh and more fruity odour. However, taste of baking stable fruit preparations was not influenced by apple pomace addition. Above 50% apple pomace particles were perceived by consumers and influenced adversely overall impression of the samples. Acceptance of baking stable fruit preparations decreased after 8 months storage suggesting that shelf-life of these products should be no longer than 8 months.

Based on the correlation analyses I have proved that apple pomace concentration has stronger influence on baking stable fruit preparation quality than the apple variety used.

MELLÉKLETEK**M1. IRODALOMJEGYZÉK**

1. ABAD-GARCÍA, B., BERRUETA, L.A, LÓPEZ-MÁRQUEZ, D.M, CRESPO-FERRER, I., GALLO, B., VICENTE, F. (2007): Optimization and validation of a methodology based on solvent extraction and liquid chromatography for the simultaneous determination of several polyphenolic families in fruit juices. In: *Journal of Chromatography A*, 1154 (1-2) 87-96. p. doi: 10.1016/j.chroma.2007.03.023
2. ADAPA, S., DINGELDEIN, H., SCHMIDT, K.A., HERALD, T.J. (2000): Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. In: *Journal of Dairy Science*, 83 (10) 2224-2229. p. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75106-X
3. AHMED, J., RAMASWAMY, H.S. (2007): Dynamic rheology and thermal transitions in meat-based strained baby foods. In: *Journal of Food Engineering*, 78 (4) 1274-1284. p. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.12.035
4. ALMOSNINO, A.M., BELIN, J.M. (1991): Apple pomace: An enzyme system for producing aroma compounds from polyunsaturated fatty acids. In: *Biotechnology Letters*, 13 (12) 893-898. p. doi: 10.1007/BF01022094
5. APÁTI, F. (2010): Az almaágazat helyzete és kilátásai az üzemgazdasági adatok tükrében. In: *Agrofórum* 21 (33) 44-46. p.
6. AXELOS, M.A.V., THIBAUT, J.F. (1991): The chemistry of low-methoxyl pectin gelation. In: *The chemistry and technology of pectin*, New York, Academic Press, 109. p.
7. BAE, D.H., SIN, C.N., KO, K.H. (1994): Effect of total mixed ration including apple pomace for lactating cows. In: *Korean Journal Dairy Science*, 16, 295-302. p.
8. BHALLA, T.C., JOSHI, M., AGRAWAL, H.O. (1993): Evaluation of some methods for isolation of pectin from apple pomace. In: *National Academy Sciences Letters*, 16 (5-6) 157-159. p.
9. BASU, S., SHIVHARE, U.S., SINGH T.V., BENIWAL, V.S. (2011): Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. In: *Journal of Food Engineering* 105 (3) 503-512. p. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.03.014
10. BELITZ, H.D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. (2009): Food Chemistry. In: *4th Revised and Extended Edition*, Berlin, Springer-Verlag Heidelberg, 314 p.
11. BHUSHAN, S., KALIA, K., SHARMA, M., SINGH, B., AHUJA, P.S. (2008): Processing of apple pomace for bioactive molecules. In: *Critical Reviews in Biotechnology*, 28 (4) 285-296. p. doi: 10.1080/07388550802368895

12. BOURNE, M.C. (1974): Texture changes in ripening peaches. In: *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 7 (1) 11-15. p. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0315-5463\(74\)73838-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0315-5463(74)73838-X)
13. BOURNE, M.C. (2002): Food texture and viscosity: concept and measurement. Part 2., London UK. Academic Press, 88-90. p., 236. p.
14. BOX, G.E.P., COX, D.R. (1964): An analysis of transformations. In: *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26, 211-252. p.
15. BUREY, P., BHANDARI, B.R., RATGARI, R.P.G., HALLEY, P.J., TORLEY, P.J. (2009): Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. In: *International Journal of Food Properties*, 12 (1) 176-210. p. doi: 10.1080/10942910802223404
16. BRYANT, C.M., McCLEMENTS, D.J. (2000): Influence of xanthan gum on physical characteristics of heat denatured whey protein solutions and gels. In: *Food Hydrocolloids*, 14 (4) 383-390. p. doi: 10.1016/S0268-005X(00)00018-7
17. CANCELA, M.A., IVAREZ, E., MACEIRAS, R. (2005): Effects of temperature and carboxymethylcellulose with sugar rheology. In: *Journal of Food Engineering*, 71 (4) 419-424. p. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.10.043
18. CARSON, K.J., COLLINS, J.L., PENFIELD, M.P. (1994): Unrefined dried apple pomace as a potential food ingredient. In: *Journal of Food Science*, 59 (6) 1213-1215. p. doi: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb14679.x
19. CETKOVIC', G., CANADANOVIC'-BRUNET, J., DJILAS, S., SAVATOVIC', S., MANDIC', A., TUMBAS, V. (2008): Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. In: *Food Chemistry*, 109 (2) 340-347. p. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.12.046
20. CHUNG, J.H.Y., NAFICY, S., YUE, Z., KAPSA, R., QUIGLEY, A., MOULTON, E.E., WALLACE, G.G. (2013): Bio-ink properties and printability for extrusion printing living cells. In: *Biomaterials Science*, 1, 763-773. p. doi: 10.1039/C3BM00012E
21. CONSTENLA, D., PONCE, A.G., LOZANO, J.E. (2002): Effect of pomace drying on apple pectin. In: *LWT-Food Science and Technology*, 35 (3) 216-221. p. doi:10.1006/fstl.2001.0841
22. COSTELL, E., CARBONELL, E., DURAN, I. (1993): Rheological indices of fruit content in jams: effect of formulation on flow plasticity of sheared strawberry and peach jams. In: *Journal of Texture Studies*, 24 (4) 375-390. p. doi:10.1111/j.1745-4603.1993.tb00049.x
23. CSAPÓ, J., CSAPÓ-KISS, ZS. (2003): Élelmiszer-kémia, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 85. p.

24. DA SILVA, J.A.L., GONÇALVES, M.P., RAO, M.A. (1992): Rheological properties of high methoxy pectin and low cut bean gum solutions in steady shear. In: *Journal of Food Science*, 57 (2) 443-448. p. doi: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05513.x
25. DA SILVA, J.A.L., GONÇALVES, M.P. (1994): Rheological study into the aging process of pectin/sucrose aqueous gels. In: *Carbohydrate Polymers*, 24 (4) 235-245. p. doi: 10.1016/0144-8617(94)90068-X
26. DA SILVA, J.A.L., GONÇALVES, M.P., RAO, M.A. (1995): Kinetics and thermal behaviour of the structure formation process in HMP/sucrose gelation. In: *International Journal of Biological Macromolecules*, 17 (1) 25-32. p. doi: 10.1016/0141-8130(95)93514-X
27. DA SILVA, J.A.L., RAO, M.A. (1999): Rheological behavior of food gel systems. In: Rao, M.A. (Ed.) *Rheology of Fluid and Semisolid Foods*. Aspen Publisher Inc., Gaithersburg, MD, USA, 319-368. p.
28. DEÁK, T. (Szerk.) (2006): Élelmiszer-mikrobiológia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 119-120, 123, 128. p. ISBN 963-286-300-3
29. DERVISI, P., LAMB, J., ZABETAKIS, I. (2001): High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. In: *Food Chemistry*, 73 (1) 85-91. p. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00289-2
30. DHILLON, G.S. KAUR, S., BRAR, S.K. (2013): Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 789–805. p. doi: 10.1016/j.rser.2013.06.046
31. DOUBLIER, J.L., LAUNAY, B., CAVELIER, G. (1992): Visco elastic properties of food gels. In: RAO, M.A., STEFFE, J.F. (Eds.) *Visco Elastic Properties of Food*. Elsevier Applied Science, New York. 371-434. p.
32. EVAGELIOU, V., RICHARDSON, R.K., MORRIS, E.R. (2000): Effect of pH, sugar type and thermal annealing on high-methoxy pectin gels. In: *Carbohydrate Polymers*, 42 (3) 245-259. p. doi: 10.1016/S0144-8617(99)00191-5
33. DIMITRELI, G., THOMAREIS, A.S. (2008): Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. In: *Journal of Food Engineering*, 84 (3) 368-374. p. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.05.030
34. ENDRESS, H.U. (1996): Pektin und Pektinenzyme in der Technologie pflanzlicher Lebensmittel. In: *Flüssiges Obst*, 63 (10) 567-571. p. ISSN 0015-4539
35. FETTER, GY. (2004): Liotróp rendszerek in situ vizsgálata. PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 8-13. p.
36. FICZEK, G. (2012): Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, 134. p.

37. FIGUEROLA, F., HURTADO, M.L., ESTEVEZ, A.M., CHIFFELLE, I., ASENJO, F. (2005): Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. In: *Food Chemistry*, 91 (3) 395-401. p. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.04.036
38. FIGURA, O.L., TEIXEIRA, A.A. (2007): Food Physics-Physical Properties-Measurement and Application, Springer, Berlin, 186-187. p. Online ISBN 978-3-540-34194-9
39. FISSORE, E.N., MATKOVIC, L., WIDER, E., ROJAS, A.M., GERSCHENSON, L.N. (2009): Rheological properties of pectin-enriched products isolated from butternut (*Cucurbita moschata* Duch ex Poiret). In: *LWT - Food Science and Technology*, 42 (8) 1413-1421. p. doi: 10.1016/j.lwt.2009.03.003
40. FOGARTY, W.M. KELLY, C.T. (1983): Pectic Enzymes, In: FOGARTY, W.M (Ed.) *Microbial Enzymes and Biotechnology*. Elsevier Applied Science Publishers, London, 131-182. p.
41. GÁBOR, M. (1987): Kinetikai törvényszerűségek. In: GÁBOR, M. (szerk). *Az élelmiszer-előállítás kolloidikai alapjai*, Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 132. p.
42. GABRIELE, D., DE CINDIO, B., D'ANTONA, P. (2001): A weak gel model for foods. In: *Rheologica Acta*, 40 (2) 120-127. p. Online ISSN 1435-1528
43. GAO, X., YU, T., ZHANG, Z., XU, J. FU, X. (2011): Rheological and sensory properties of four kinds of jams. In: *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2 (11) 227-234. p. Online ISSN: 2141-6567
44. GARCÍA, Y.D., VALLES, B.S., LOBO, A.P. (2009): Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. In: *Food Chemistry*, 117 (4) 731-738. p. doi:10.1016/j.foodchem.2009.04.049
45. GARRIDO, J.I., LOZANO, J.E., GENOVESE, D.B. (2015): Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. In: *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1) 325-332. p. doi: 10.1016/j.lwt.2014.07.010
46. GASZTONYI, K., BOGDÁN, J. (1985): Élelmiszerek kolloidikája és reológiája. Egyetemi jegyzet, Kertészeti Egyetem, Budapest. 113-145. p.
47. GENOVESE, D.B., YE, A. SINGH, H. (2010): High methoxyl pectin/apple particles composite gels: effect of particle size and particle concentration on mechanical properties and gel structure. In: *Journal of Texture Studies*, 41 (2) 171-189. p. doi: 10.1111/j.1745-4603.2010.00220.x
48. GORINSTEIN, S., ZACHWIEJA, Z., FOLTA, M., BARTON, H., PIOTROWICZ, J., ZEMBER, M., WEISZ, M., TRAKHTENBERG, S., MARTIN-BELLOSO, O. (2001): Comparative content of dietary fiber, total phenolics and minerals in persimmons and apples. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2) 952-957. p. doi: 10.1021/jf000947k

49. GRIGELMO-MIGUEL, N., MARTÍN-BELLOSO, O. (1999): Influence of fruit dietary fibre addition of physical and sensorial properties of strawberry jams. In: *Journal of Food Engineering*, 41 (1) 13-21. p. doi: 10.1016/S0260-8774(99)00067-9
50. GUGGISBERG, D., PICCINALI, P., SCHREIER, K. (2011): Effects of sugar substitution with Stevia, ActilightTM and Stevia combinations or PalatinoseTM on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. In: *International Dairy Journal*, 21 (9) 636-644. p. doi: 10.1016/j.idairyj.2011.03.010
51. 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
52. GUILLOTIN, S. (2005): Studies on the Intra- and Intermolecular Distributions of Substituents in Commercial Pectins (PhD thesis) ISBN 90-8504-265-8
53. GLIBOWSKI, P. (2010): Effect of thermal and mechanical factors on rheological properties of high performance inulin gels and spreads. In: *Journal of Food Engineering*, 99 (1) 106-113. p. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.02.007
54. GULLÓN, B., FALQUE, E., ALONSO, J.L., PARAJÓ, H.C. (2007): Evaluation of apple pomace as a raw material for alternative applications in food industries. In: *Food Technology and Biotechnology*, 45 (4) 426-433. p. ISSN 1330-9862
55. GUNASEKARAN, S., MEHMET AK, M. (2000): Dynamic oscillatory shear testing of foods selected applications. In: *Trends in Food Science and Technology*, 11 (3) 115-127. p. doi: 10.1016/S0924-2244(00)00058-3
56. HANG, Y.D. (1987): Production of fuels and chemicals from apple pomace. In: *Food Technology*, 41 (3) 115-117. p.
57. HORVÁTH, D. (2007/a): A gyümölcsfeldolgozás adalékanyagai. In: BARTA J. (Szerk.) *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 203-219. p. ISBN 9789632863955
58. HORVÁTH, D. (2007/b): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: BARTA J. (Szerk.) *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 81-83. p. ISBN 9789632863955
59. HUZSVAI, L., VINCZE, SZ. (2012): SPSS-könyv. Seneca Books Elektronikus Kiadó, 153-156. p. ISBN: 978-963-08-5666-9
60. IBRAHIM, G.E., HASSAN, I.M., ABD-ELRASHID, A.M., EL-MASSRY, K.F, EH-GHORAB, A.H., RAMADAN MANAL, M., OSMAN, F. (2011): Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. In: *Food Hydrocolloids*, 25 (1) 91-97. p. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.05.009

61. IZYDORCZYK, M., CUI, S.W., WANG, Q. (2005): Polysaccharide Gums: structures, functional properties and applications. In: CUI, S.W. (Ed.) *Food carbohydrates: chemistry, physical properties and applications*, London, Taylor & Francis, 263-308. p. ISBN 0-8493-1574-3
62. JAVANMARD, M., ENDAN, J. (2010): A survey on rheological properties of fruit jams. In: *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 1 (1) 31-37. p. ISSN 2010-0221
63. JOSHI, V.K., (1997): Fruit wines. 2nd Edition. Directorate of Extension Education,. Dr. YS Parmar University of Horticulture and Forestry, Solan, India, 1-35. p.
64. JOSHI, V.K., ATTRI, B.L. (1991): Importance and scope of fruit based fermented beverages in India. In: *Food Beverage World*, 17 (4) 9-10. p.
65. JOSHI, V.K., KAUSHAL, N.K., THAKUR, N.S. (1996): Apple pomace source development, quality of fresh and stored products. In: *Journal of Food Science and Technology*, 33, 414-417. p. ISSN 0022-1155
66. JUNEJA, V.K., ALTUNTAS, E.G., AYHAN, K., HWANGH, C., SHEEN, S., FRIEDMAN, M. (2013): Predictive model for the reduction of heat resistance of *Listeria monocytogenes* in ground beef by the combined effect of sodium chloride and apple polyphenols. In: *International Journal of Food Microbiology*, 164 (1) 54-59. p. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.03.008
67. JUHÁSZ, R., ZEKE, I., BALLA, CS. (2011): Oszillációs reometria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban. In: *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 57 (3) 169-180. p. ISSN 0422-9576
68. KASHYAP, D.R., VOHRA, P.K., CHOPRA, S., TEWARI, R. (2001): Applications of pectinase in commercial sector: a review. In: *Bioresource Technology*, 77 (3) 215-227. p. doi: 10.1016/S0960-8524(00)00118-8
69. KAUSHAL, N.K., JOSHI, V.K. (1995): Preparation and evaluation of apple pomace based cookies. In: *Indian Food Packer*, 49, 17-24. p.
70. KAUSHAL, N.K., JOSHI, V.K., SHARMA, R.C. (2002): Effect of stage of apple pomace collection and the treatment on the physical-chemical and sensory qualities of pomace papad (fruit cloth). In: *Journal of Food Science and Technology*, 39 (4) 388-393. p. ISSN 0022-1155
71. KASTNER, H., KERN, K., WILDE, R., BERTHOLD, A., EINHORN-STOLL, U., DRUSCH, S. (2014): Structure formation in sugar containing pectin gelse in fluence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin. In: *Food Chemistry*, 144 (Special Issue) 44-49. p. doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.127

72. KEALY, T. (2006): Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterisation of semi-solid foods. In: *Food Research International*, 39 (3) 265-276. p. doi: 10.1016/j.foodres.2005.07.016
73. KHAN, M., BIBI, N., ZEB, A. (2015): Optimization of process conditions for pectin extraction from citrus peel. In: *Science Technology and Development* 34 (1) 9-15. p. ISSN 0254-6418
74. KÓNYA, K. (2000): Élelmiszeripari hulladékok gyűjtése, ártalmatlanítása, hasznosítása. Szarvas, 5-6., 46., 63-64. p.
75. KYRIAKIDIS E.B., PSOMA E. (2001): Hydrocolloid interferences in the determination of pectin by the carbazole method. In: *Journal of AOAC International*, 84 (6) 1947–1949. p.
76. LAVELLI, V., CORTI, S. (2011): Phloridzin and other phytochemicals in apple pomace: Stability evaluation upon dehydration and storage of dried product, In: *Food Chemistry*, 129 (4) 1578-1583. p. doi:10.1016/j.foodchem.2011.06.011
77. LÁSZTITY, R., TÖRLEY, D. (1987): Az élelmiszeralitika elméleti alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 239-267. p.
78. LEROUX, J., LANGENDORFF, V., SCHICK, G., VAISHNAV, V., MAZOYER, J. (2003): Emulsion stabilizing properties of pectin. In: *Food Hydrocolloids* 17 (4) 455-462. p. doi: 10.1016/S0268-005X(03)00027-4
79. LÖFGREN, C., GUILLOTIN, S., EVENBRATT, H., SCHOLS, H., HERMANSSON, A.M. (2005): Effect of calcium, pH and blockiness on kinetic rheological behavior and microstructure of HM pectin gels. In: *Biomacromolecules*, 6 (2) 646-652. p. doi: 10.1021/bm049619+
80. LU, Y., FOO, L.Y. (2000): Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. In: *Food Chemistry*, 68 (1) 81-85. p. doi:10.1016/S0308-8146(99)00167-3
81. MAKRIS, D.P., BOSKOUB, G., ANDRIKOPOULOS, N.K. (2007): Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. In: *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (2) 125-132. p. doi: 10.1016/j.jfca.2006.04.010
82. MARCON, M.V., VRIESMANN, L.C., WOSIACKI, G., BELESKI-CARNEIRO, E., BELESKI-CARNEIRO, E., PETKOWICZ, C.L.O. (2005): Pectins from apple pomace. In: *Ciência e Tecnologia*, 15 (2) 127-129. p. Online ISSN 1678-5169
83. MARTINS, S., MUSSATTO, S.I., MARTÍNEZ-AVILA, G., MONTAÑEZ-SAENZ, J., AGUILAR, C.N., TEIXEIRA, J.A. (2011): Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review. In: *Biotechnology Advances*, 29 (3) 365-373. p. doi:10.1016/j.biotechadv.2011.01.008

84. MEZGER, T.G. (2006): The Rheology Handbook, 2nd Edition, Vincentz Network, Hannover, 19-26. p.
85. MEZGER, T.G. (2011): The Rheology Handbook, 3rd Edition, Vincentz Network, Hannover, 135-160. p.
86. MIRZAEI-AGHSAGHALI, A., MAHERI-SIS, N. (2008): Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants – A review. In: *World Journal of Zoology*, 3 (2) 40-46. p. ISSN 1817-3098
87. MIN, B., BAE, I.Y., LEE, H.G., YOO, S.H., LEE, S. (2010): Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. In: *Bioresource Technology*, 101 (14) 5414-5418. p. doi:10.1016/j.biortech.2010.02.022
88. PAPP, G. (2009): Szárított almatörköly, mint feldolgozóipari melléktermék, közvetlen hasznosítása a sütőiparban. Diplomadolgozat. <http://hdl.handle.net/2437/90034>
89. PÁNDI, F. (2006): Hulladékgazdálkodás az élelmiszeriparban. In: *Ásványvíz Üdítőital Gyümölcslé*, 7 (4) 78-81. p.
90. PENKSZA, P., SÁROSI, R., JUHÁSZ, R., MANNINGER-KÓCZÁN, K., SZABÓ-NÓTIN, B., SZAKÁCS, L., BARTA, J. (2013): Jerusalem Artichoke as Food Additive in Dairy Products and Replacers. In: *Acta Alimentaria*, 42 (Suppl) 55-64. p. doi: 10.1556/AAlim.42.2013.Suppl.7
91. PERESSINI, D., SENSIDONI, A., DE CINDIO, B. (1998): Rheological characterization of traditional and light mayonnaises. In: *Journal of Food Engineering*, 35 (4) 409-417. p. doi: 10.1016/S0260-8774(98)00032-6
92. QUEJI, M.D., WOSIACKI, G., CORDEIRO, G.A., PERALTA-ZAMORA, P.G., NAGATA, N. (2010): Determination of simple sugars, malic acid and total phenolic compounds in apple pomace by infrared spectroscopy and PLSR. In: *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (3) 602-609. p. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02173.x
93. QUINCHIA, L.A., VALENCIA, C., PARTAL, P., FRANCO, J.M., BRITO-DE LA FUENTE, E., GALLEGOS, C. (2011): Linear and non-linear viscoelasticity of puddings for nutritional management of dysphagia. In: *Food Hydrocolloids*, 25 (4) 586-593. p. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.07.006
94. RAO, M.A. (1999): Rheological behavior of processed fluid and semisolid foods. In: RAO, M.A. (Ed.) *Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications*, 105-108, 244-254. p.
95. RAO, M.A., RIZVI, S.S.H., DATTA, A.K. (2005): Engineering Properties of Foods (3rd edition). Boca Raton, London, New York, Singapore: CRC Press, Taylor & Francis Group. 104., 133-135, 738. p. doi: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420028805>

96. RENARD, C.M.G.C., ROHOU, Y., HUBERT, C., DELLA VALLE, G., THIBAUT, J.F., SAVINA, J.P. (1996): Bleaching of apple pomace by hydrogen peroxide in alkaline conditions: Optimisation and characterisation of the product. In: *LWT – Food Science and Technology*, 30 (4) 398-405. p. doi: 10.1006/fstl.1996.0195
97. ROLIN, C., DE VRIES, J., (1990): Pectin. In: Harris, P. (Ed.) *Food Gels*, Elsevier Applied Food Science, 401-434. p. doi 10.1007/978-94-009-0755-3
98. ROYER, G., MADIETA, E., SYMONEAUX, R., JOURJON, F. (2006): Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. In: *LWT – Food Science and Technology*, 39 (9) 1022-1025. p. doi: 10.1016/j.lwt.2006.02.015
99. RUSS, N., ZIELBAUER, B.I., VILGIS, T.A. (2014): Impact of sucrose and trehalose on different agarose-hydrocolloid systems. In: *Food Hydrocolloids*, 41, 44-52. p. doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.03.020
100. SAHIN, S., SUMNU, S.G. (2006): Physical Properties of Foods. In: *Springer Science+Business Media*, New York, 93, 240-242. p.
101. SALGÓ, A. (2001): Élelmiszerkémia és táplálkozástan I. Műegyetemi Kiadó, Budapest. 234. p.
102. SAKAI, T. (1993): Degradation of pectins. In: WINKLEMANN, G. (Ed.) *Microbial Degradation of Natural Products*, VCH Weinheim, 57-81. p. ISBN 3-527-28354-4
103. SANDHU, D.K., JOSHI, V.K. (1997): Solid state fermentation of apple pomace for concomitant production of ethanol and animal feed. In: *Journal of Scientific and Industrial Research*, 56 (2) 86-90. p. ISSN 0022-4456
104. SATO, M.F., VIEIRA, R.G., ZARDO, D.M., FALCÃO, L.D., NOGUEIRA, A., WOSIACKI, G. (2010): Apple pomace from eleven cultivars: an approach to identify sources of bioactive compounds. In: *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32 (1) 29-35. p. doi: 10.4025/actasciagron.v32i1.3176
105. SCHIEBER, A., STINTZING, F.C., CARLE R. (2001): By-products of plant food processing as a source of functional compound – recent developments. In: *Trend sin Food Science and Technology*, 12 (11) 401-413. p. doi: 10.1016/S0924-2244(02)00012-2
106. SCHIEBER, A., HILT, P., STREKER, P., ENDREß, H.U., RENTSCHLER, C., CARLE, R. (2003): A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. In: *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4 (1) 99-107. p. doi: 10.1016/S1466-8564(02)00087-5
107. SCHIFFMANN, S. (1977): Food recognition by the elderly. In: *The Journals of Gerontology*, 32 (5) 586-592. p. doi: 10.1093/geronj/32.5.586

108. SCHIFFMANN, S., MUSANTE, G., CONGER, J. (1978): Application of multidimensional scaling to ratings of foods for obese and normal weight individuals. In: *Physiology and Behavior*, 21 (3) 417-422. p. doi: 10.1016/0031-9384(78)90102-6
109. SHALINI, R., GUPTA, D.K. (2010): Utilization of pomace from apple processing industries: A review. In: *Journal of Food Science and Technology*, 47 (4) 365-371. p. doi: 10.1007/BF01397890
110. SHING, S., JAIN, S., SHING, S.P., SINGH, D. (2009): Quality changes in fruit jams from combination of different fruit pulps. In: *Journal of Food Processing and Preservation*, 33 (Suppl) 41-57. p. doi: 10.1111/j.1745-4549.2008.00249.x
111. SRIAMORNSAK, P. (2003): Chemistry of pectin and its pharmaceutical uses: A review. In: *Silpakorn University International Journal*, 3 (1) 206-228. p.
112. SOLTÉSZ, M. (2007): Tendenciák a világ almatermesztésében. In: *Kertgazdaság*, 39 (2) 76-85. p.
113. SOUKOULIS, C., LEBESI, D., TZIA, C. (2009): Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. In: *Food Chemistry*, 115 (2) 665-671. p. doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.070
114. STEFFE, J.F. (1996): Rheological methods in food process engineering. Freeman Press, Michigan, USA, 21-24., 312-324. p.
115. SUAREZ, B., ALVAREZ, A.L., GARCÍA, Y.D., DEL BARRIO, G., LOBO, A.P., PARRA, F. (2010): Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. In: *Food Chemistry*, 120 (1) 339-342. p. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.09.073
116. SUDHA. M.L., BASKARAN, V., LEELAVATHI, K. (2007): Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. In: *Food Chemistry*, 104 (2) 686-692. p. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.12.016
117. SUN, H., SUN, A., SU, Y., GAO, X., HU, X., CHEN, J. (2010): Antimicrobial effect of apple polyphenols. In: *Journal of Beijing Forestry University*, 2010. 04. ISSN: 1000-1522
118. SUUTARINEN, J., HONKAPAA, K., HEINIO, R.L., MUSTRANTA, A., LIUKONNEN-LILJA, H., MOKKILA, M. (2002): Modeling of calcium chloride and pectin methylesterase prefreezing treatments of strawberries and jams. In: *Journal of Food Science*, 67 (3) 1240-1248. p. doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09484.x
119. SZABÓ-NÓTIN, B., TÓTH, É., JUHÁSZ, R., STÉGER-MÁTÉ M., FICZEK, G., BARTA, J. (2012): Polifenolok kinyerésének lehetőségei almatörkölyből. In: *Élelmiszer Tudomány Technológia*, 66 (1) 19-24. p.
120. SZCZESNIAK, A.S. (2002): Texture is a sensory property. In: *Food Quality and Preference*, 13 (4) 215-225. p. doi: 10.1016/S0950-3293(01)00039-8

121. SZŰCS, P.J. (2000): Almatörköly szilázs etetés anyajuhokkal és peccenyebáránnyokkal. In: *Állattenyésztés és takarmányozás*, 49 (1) 87-94. p.
122. SZŰCS, P.J. (2006): Melléktermékek tartósítása és felhasználása a legeltetési állattartásban. In: *Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle SZTE MGK Tudományos folyóirata*, 1 (1) 27-34.
123. TENIJENHUIS, K. (1981): Investigation into the ageing process in gels of gelatin/water systems by the measurement of their dynamic moduli. In: *Colloid and Polymers Science*, 259 (5) 522-535. p. Online ISSN 1435-1536
124. THAKUR, B.R., SINGH, R.K., HANADA, A.K., RAO, M.A. (1997): Chemistry and uses of pectin – A review. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37 (1) 47-54. p. doi: 10.1080/10408399709527767
125. TÓTH, M. (2005/a): Új fajtajelöltek a hazai almaválaszték megújításához. In: *Kertgazdaság: A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben*, 37 (Különszám), 7-22. p.
126. TÓTH, M. (2005/b): Six promising selections from the Hungarian apple breeding program for multiple resistance. In: *International Journal of Horticulture Science*, 11 (3) 23-28. p.
127. TÓTH, M. (2006): Az alma fajtahasználat változásának a tendenciái. In: GONDA, I. (Szerk.). *Mi lesz veled magyar alma?* Debreceni Egyetem Szaktanácsadási füzetek, Debrecen, 41-48. p.
128. TÓTH, M., FICZEK, G., KIRÁLY, I., KOVÁCS, SZ., HEVESI, M., HALÁSZ, J., SZANI, ZS. (2012): Artemisz, Cordelia, Hesztia and Rosmerta: New Hungarian multi-resistant apple cultivars. In: *Hortscience*, 47 (12) 1795-1800. p. Online ISSN 2327-9834
129. TÓTH M. (2013): Gazdasági jelentőség, felhasználás. In: HÖHN, M., TÓTH, M. (Szerk.) *Magyarország kultúrflórája. Az alma*, Agroinform Kiadó, Budapest, II. kötet. 3. füzet, 324-326. p.
130. TÓTH, S. (2000): Reológia, reometria. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém. 15. p.
131. TÓTH, SZ.K. (2004): Az almatörköly hasznosításának ökohatékonysági vizsgálata. In: *Proceeding of the 11th Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szab, Szeged, 272-276. ISBN 963 217 147 0
132. TÖRÖK, A. (1987): Élelmiszergélek. In: GÁBOR, M. (Szerk.) *Az élelmiszer-előállítás kolloidikai alapjai*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 239. p.
133. TSOGA, A., RICHARDSON, R.K., MORRIS, E.R. (2004): Role of cosolutes in gelation of high-methoxy pectin. Part 1. Comparison of sugars and polyols. In: *Food Hydrocolloids*, 18 (6) 907-919. p. doi:10.1016/j.foodhyd.2004.03.001
134. TUCKER, G.A., MITCHELL, J. (1993): Cell walls: Structure and manipulation. In: GRIERSON, D. (Ed.) *Biosynthesis and Manipulation of Plant Products*, 3, 73. p.

135. VENDUSCOLO, F., ALBUQUERQUE, P.M., STREIT, F., ESPOSITO, E., NINOV, J.L. (2008): Apple pomace: A versatile substrate for biotechnological applications. In: *Critical Reviews Biotechnology*, 28 (1) 1-12. p. doi: 10.1080/07388550801913840
136. VIBHARAKA, H.S., BAWA, A.S. (2006): Manufacturing jams and jellies. In: HUI, Y.H. (Ed.) *Handbook of fruits and fruit processing*, Blackwell Publishing, Iowa, USA, 194. p.
137. WALKINSHAW, M.D., ARNOTT, S. (1981): Conformations and interactions of pectins: II. Models for junction zones in pectinic acid and calcium pectate gels. In: *Journal of Molecular Biology*, 153 (4) 1075-1085. p.
138. WANG, H., WANG, J., FANG, Z., WANG, X., BU, H. (2010): Enhanced bio-hydrogen production by anaerobic fermentation of apple pomace with enzyme hydrolysis. In: *International Journal of Hydrogen Energy*, 35 (15) 8303-8309. p. doi: 10.1016/j.ijhydene.2009.12.012
139. WILDMOSER, H., SCHEIWILLER, J., WINDHAB, E.J. (2004): Impact of disperse microstructure on rheology and quality aspects of ice cream. In: *LWT – Food Science and Technology*, 37 (8) 881-891. p. doi: 10.1016/j.lwt.2004.04.006
140. ZEKE, I. (2015): Fagyasztott élelmiszer-emulziók stabilitásának vizsgálata. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, 66. p.
141. ZEKE, I., JUHÁSZ, R., SCHÜLLER, R.B., RUKKE, E.O. (2010): Rheological properties of a selection of common Norwegian food products. In: *Annual Transactions the Nordic Rheology Society*, 18, 123-127. p.
142. ZSIVÁNOVITS, G. (2007): Pektinfilmm reológiai tulajdonságai. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem. 31. p.

Internetes irodalom

INTERNET 1.

http://www.herbstreith-fox.de/fileadmin/tmpl/pdf/broschueren/Backwaren_englisch.pdf

INTERNET 2.

<http://stattrek.com/statistics/dictionary.aspx?definition=z%20score>

Adatforrások

1. 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1200185.TV
2. Európai Parlament és a Tanács 1333/2008/EK Rendelete az élelmiszer adalékanyagokról.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1333&from=HU>
3. FAO (2011): FAOSTAT-Agriculture. Food Balance / Commodity Balances - Crops Primary Equivalent
<http://faostat3.fao.org/browse/FB/BC/E>
4. FAO (2013): FAOSTAT-Agriculture. Production/Crops.
<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>
5. KSH (2014): A fontosabb gyümölcsfélék termesztése és felhasználása (2012-2014).
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn006a.html
6. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-601 számú irányelv (2013): Hőkezeléssel tartósított élelmiszerek
<http://www.omgk.hu/Mekv/2/2-601.pdf>
7. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 1-3-2001/113 számú előírás (2010): Az emberi fogyasztásra szánt gyümölcsdzsem, zselé, marmelád és cukrozott gesztenyekrém termékekről.
<http://www.omgk.hu/Mekv/1/132001113.pdf>
8. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-102 számú irányelv (2011): Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott édesipari termékek.
<http://www.omgk.hu/Mekv/2/2-102.pdf>

M2. TÁBLÁZATOK

M2. 1. táblázat. Az almafajták szedési időpontjai (FICZEK, 2012)

Artemisz	Cordelia	Idared
2009.09.14.	2009.10.09.	2009.09.29.
2010.09.07.	2010.10.08.	2010.09.24.
2011.09.17.	2011.09.29.	2011.10.05.

M2. 2. táblázat. A sütésálló lekvárokhoz hozzáadott almatörkölyök „természetesen jelenlévő”pektin tartalma %-ban kifejezve, valamint a lekvárokból lévő összes pektin tartalom

Hozzáadott pektin (g)	Hozzáadott törköly (g)	A hozzáadott almatörköly pektin tartalma (g)			A törköly pektin tartalma a hozzáadott pektin hány %-a		
		Artemisz	Cordelia	Idared	Artemisz	Cordelia	Idared
12	0	0	0	0	0	0	0
7,2	4,8	0,004	0,005	0,004	0,060	0,068	0,057
6	6	0,005	0,006	0,005	0,090	0,102	0,086
4,8	7,2	0,006	0,007	0,006	0,135	0,153	0,129
2,4	9,6	0,009	0,010	0,008	0,360	0,408	0,344
0	12	0,011	0,012	0,010	0	0	0

M2. 3. táblázat. A sütésálló lekvárok érzékszervi bírálati táblázata

Minta kódszáma	Illat	Íz	Szemcsézettség	Állomány
	max.10 pont	max.10 pont	max.10 pont	max.20 pont
147				
159				
321				
789				
963				

M2. 4. táblázat. A sütésálló lekvárok amplitúdó söprés alapján meghatározott paraméterei a 4. hónapban

	G'₀ (Pa)	G''₀ (Pa)	DF₀	SZH	τ_{LVE} (Pa)	τ_{CO} (Pa)
	X±SD	X±SD	X±SD		X±SD	X±SD
Kontrol	6016±640 _a	1434±331 _a	0,276±0,045 _a	4,20	101±10 _a	674±111 _a
Ar40	3104±952 _b	784±197 _b	0,256±0,019 _a	3,96	74±6 _b	311±27 _b
Ar50	751±368 _c	303±94 _c	0,431±0,071 _b	2,48	18±3 _c	125±8 _{cd}
Ar60	786±328 _c	334±102 _c	0,440±0,056 _b	2,35	18±3 _c	143±9 _c
Ar80	543±233 _c	260±89 _c	0,494±0,050 _b	2,09	13±2 _d	104±8 _d
Ar100	105±34 _d	92±19 _d	0,909±0,123 _c	1,14	4±0,2 _e	8±5 _e
Co40	4970±826_a	1352±215_a	0,272±0,013_b	3,68	97±13_a	440±44_b
Co50	3070±171 _b	896±30 _b	0,292±0,008 _{bc}	3,43	56±3 _b	275±6 _c
Co60	3150±302_b	929±84_b	0,295±0,009_{bc}	3,39	60±9_b	307±21_c
Co80	2314±579 _b	751±141 _b	0,327±0,019 _c	3,08	42±7 _c	248±33 _c
Co100	772±331 _c	376±106 _c	0,511±0,076 _c	2,05	17±4 _d	118±22 _d
Id40	4322±488 _b	1188±99 _{ab}	0,275±0,01 _a	3,64	73±8 _{ab}	394±21 _b
Id50	2358±446 _{cd}	712±111 _{cd}	0,304±0,01 _b	3,31	41±7 _{cd}	240±51 _{bc}
Id60	2984±406_c	941±62_{bc}	0,321±0,06_b	3,17	52±4_{bc}	280±8_{bc}
Id80	2068±272 _d	644±65 _d	0,313±0,01 _b	3,21	35±4 _d	201±22 _c
Id100	506±128 _e	297±52 _e	0,596±0,05 _c	1,70	30±10 _d	64±14 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 5. táblázat. A sütésálló lekvárok amplitúdó söprés alapján meghatározott paraméterei a 8. hónapban

	G'₀ (Pa)	G''₀ (Pa)	DF₀	SZH	τ_{LVE} (Pa)	τ_{CO} (Pa)
	X±SD	X±SD	X±SD		X±SD	X±SD
Kontrol	9958±960 _a	3032±612 _a	0,302±0,028 _a	3,28	188±40 _a	2177±410 _a
Ar40	4814±711 _b	1104±289 _b	0,269±0,031 _b	4,36	80±9 _b	436±42 _b
Ar50	1500±129 _c	586±30 _c	0,392±0,016 _b	2,56	27±1 _c	173±8 _c
Ar60	1156±146 _{cd}	497±71 _c	0,429±0,016 _c	2,33	23±3 _c	183±19 _c
Ar80	1006±162 _d	429±56 _c	0,429±0,021 _c	2,34	21±2 _c	165±17 _c
Ar100	100±8 _e	117±9 _d	1,168±0,029 _d	0,85	4±0,2 _d	109±9 _d
Co40	12620±1648_b	3774±502_b	0,299±0,009_b	3,34	233±26_{ab}	1511±189_b
Co50	7276±934 _c	2272±260 _{cd}	0,313±0,009 _b	3,20	128±13 _{cd}	848±42 _c
Co60	8208±670_{bc}	2492±138_{bc}	0,304±0,014_b	3,29	151±11_{bc}	1318±104_b
Co80	5752±491 _d	1892±96 _d	0,330±0,016 _b	3,04	105±6 _d	898±67 _c
Co100	3088±208 _e	1484±67 _e	0,4814±0,024 _c	2,08	67±5 _e	526±74 _d
Id40	9932±1605 _b	3322±368 _a	0,316±0,02 _b	2,99	187±11 _a	1942±115 _a
Id50	4990±687 _{cd}	1778±221 _b	0,357±0,01 _{bc}	2,81	95±8 _b	1036±119 _b
Id60	5716±687_c	1904±196_b	0,334±0,01_b	3,00	103±5_b	1032±51_b
Id80	4762±391 _d	1720±143 _b	0,361±0,00 _c	2,77	87±6 _b	775±58 _c
Id100	1122±64 _e	705±15 _c	0,630±0,03 _d	1,59	26±2 _c	158±13 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 6. táblázat. A sütésálló lekvárok amplitúdó söprés alapján meghatározott paramétereit a 12. hónapban

	G'₀ (Pa)	G''₀ (Pa)	DF₀	SZH	τ_{LVE} (Pa)	τ_{CO}(Pa)
	X±SD	X±SD	X±SD		X±SD	X±SD
Kontrol	9346±875 _a	3654±585 _a	0,39±0,035 _a	2,56	211±26 _a	3027±291 _a
Ar40	7012±1104 _b	1734±271 _b	0,247±0,003 _b	4,04	164±17 _b	724±62 _b
Ar50	1694±197 _c	675±46 _c	0,401±0,023 _c	2,51	33±3 _c	239±16 _c
Ar60	1348±304 _c	583±78 _c	0,439±0,038 _c	2,31	26±5 _c	181±22 _d
Ar80	1244±119 _c	549±35 _c	0,442±0,015 _c	2,27	23±1 _d	155±11 _d
Ar100	127±41 _d	130±21 _d	1,081±0,242 _d	0,98	4±0,4 _e	9±4 _e
Co40	8732±958_{ab}	2580±250_a	0,295±0,005_b	3,38	175±21_a	1442±233_b
Co50	5916±450 _c	1898±127 _c	0,321±0,008 _b	3,12	109±6 _c	828±46 _d
Co60	11164±1190_b	4244±555_b	0,380±0,016_b	2,63	226±17_b	2484±276_c
Co80	4650±485 _d	1696±171 _c	0,364±0,003 _c	2,74	93±5 _c	874±70 _d
Co100	2894±339 _e	1618±143 _c	0,560±0,018 _d	1,79	66,3±4 _d	452±50 _e
Id40	10850±508 _a	3872±298 _a	0,356±0,01 _b	2,80	203±12 _a	2234±225 _a
Id50	4414±684 _c	1915±234 _b	0,426±0,01 _c	2,30	91±9 _b	982±214 _b
Id60	6246±840_b	2322±395_b	0,425±0,03_c	2,34	117±21_b	1342±320_b
Id80	3540±113 _c	1452±57 _c	0,412±0,02 _c	2,44	69±3 _c	638±25 _c
Id100	1584±192 _d	1164±46 _c	0,744±0,06 _d	1,36	38±3 _d	187±50 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 7. táblázat. A sütésálló lekvárok frekvencia söprés alapján meghatározott paramétereit a 4. hónapban

	G'₀ (Pa)	G'_v (Pa)	G''₀ (Pa)	G''_v (Pa)	DF₀	DF_v	SH
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	
Kontrol	4868±56 _a	5958±44 _a	1078±224 _a	1618±367 _a	0,221±0,036 _a	0,271±0,020 _a	0,813 _a
Ar40	5200±635 _a	5906±556 _a	1047±93 _a	1502±110 _a	0,202±0,012 _b	0,255±0,006 _b	0,792 _a
Ar50	1032±41 _b	1234±31 _c	421±20 _b	585±6 _b	0,407±0,013 _b	0,474±0,011 _c	0,859 _a
Ar60	1240±50_b	1492±92_b	455±23_b	698±18_b	0,367±0,018 _b	0,470±0,037 _c	0,767 _b
Ar80	785±41 _c	991±17 _d	354±34 _b	582±22 _b	0,451±0,034 _c	0,588±0,017 _d	0,767 _b
Ar100	52±12 _d	70±21 _e	74±11 _c	257±9 _c	1,423±0,413 _d	3,670±0,026 _e	0,387 _c
Co40	5988±447_b	7390±448_b	1318±122_{ab}	2042±131_{ab}	0,220±0,019_b	0,276±0,002_b	0,798_a
Co50	4074±387 _c	5262±473 _b	1046±59 _b	1578±92 _b	0,258±0,016 _{bc}	0,301±0,009 _c	0,856 _a
Co60	4498±562_c	5424±634_b	1230±147_{ab}	1648±151_b	0,273±0,010_{bc}	0,304±0,008_c	0,898_a
Co80	2114±105 _d	2748±98 _c	653±50 _c	1059±45 _c	0,309±0,023 _d	0,385±0,007 _d	0,802 _a
Co100	864±27 _e	1204±1 _d	462±11 _d	751±21 _d	0,536±0,028 _e	0,632±0,016 _e	0,848 _a
Id40	3862±593 _a	4826±448 _a	1132±163 _a	1508±90 _a	0,296±0,056 _a	0,313±0,011 _b	0,946 _b
Id50	2438±98 _b	2956±80 _b	752±52 _b	1088±63 _b	0,308±0,013 _{bc}	0,373±0,019 _b	0,825 _a
Id60	2190±461_b	2784±657_b	731±172_b	1077±205_b	0,332±0,014_{bc}	0,391±0,020_b	0,848_a
Id80	2134±557 _b	2518±607 _b	621±117 _b	971±168 _b	0,296±0,033 _{bc}	0,391±0,031 _b	0,758 _c
Id100	517±5 _c	610±19 _c	234±20 _c	502±39 _c	0,501±0,099 _d	0,802±0,044 _c	0,625 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 8. táblázat. A sütésálló lekvárok frekvencia söprés alapján meghatározott paraméterei a 8. hónapban

	G'₀ (Pa)	G'_v (Pa)	G''₀ (Pa)	G''_v (Pa)	DF₀	DF_v	SH
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	
Kontrol	7494±351 _a	10264±472 _a	2236±110 _a	4194±404 _a	0,298±0,007 _a	0,407±0,022 _a	0,732 _a
Ar40	5598±541 _b	6700±679 _b	1268±136 _b	1822±77 _b	0,227±0,011 _b	0,273±0,017 _b	0,829 _b
Ar50	1152±34 _c	1402±38 _c	457±25 _c	690±12 _c	0,397±0,026 _c	0,496±0,006 _c	0,800 _b
Ar60	1130±75_c	1424±106_c	475±65_c	800±82_c	0,419±0,031_{bc}	0,554±0,020_c	0,749_a
Ar80	1088±115 _c	1320±100 _c	511±50 _c	756±40 _c	0,471±0,021 _c	0,583±0,015 _d	0,809 _b
Ar100	72±4 _d	136±35 _d	86±6 _d	292±4 _d	1,206±0,152 _d	2,458±0,764 _e	0,490 _c
Co40	9200±195_b	12100±316_b	2648±88_b	4232±138_a	0,288±0,007_b	0,350±0,005_b	0,826_b
Co50	5546±329 _c	7592±542 _c	1798±155 _c	2880±332 _{bc}	0,324±0,012 _{cd}	0,378±0,017 _{bc}	0,855 _b
Co60	6764±403_d	9406±775_b	2142±68_b	3668±131_{ab}	0,317±0,017_{bc}	0,392±0,019_{bc}	0,813_b
Co80	4614±191 _e	6112±158 _d	1612±100 _c	2592±113 _{cd}	0,349±0,013 _{de}	0,424±0,008 _c	0,825 _b
Co100	3346±180 _f	4976±297 _e	1568±117 _d	3200±98 _d	0,468±0,015 _e	0,644±0,019 _d	0,727 _a
Id40	6996±103 _a	9164±135 _a	2522±426 _{ab}	4052±527 _a	0,303±0,011 _b	0,378±0,014 _b	0,800 _b
Id50	4060±967 _b	4600±539 _c	1564±342 _c	3018±524 _b	0,387±0,012 _c	0,540±0,008 _c	0,716 _a
Id60	4886±218_b	6810±446_b	1724±115_{bc}	3176±265_b	0,353±0,014_b	0,466±0,009_b	0,757_b
Id80	3726±493 _c	5228±541 _c	1524±134 _c	2952±33 _b	0,412±0,032 _d	0,570±0,058 _d	0,723 _a
Id100	1548±57 _d	2520±68 _d	886±25 _d	2056±100 _c	0,573±0,023 _d	0,815±0,019 _d	0,703 _c

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–f)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 9. táblázat. A sütésálló lekvárok frekvencia söprés alapján meghatározott paraméterei a 12. hónapban

	G'₀ (Pa)	G'_v (Pa)	G''₀ (Pa)	G''_v (Pa)	DF₀	DF_v	SH
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	
Kontrol	10082±370 _a	13515±203 _a	2818±606 _a	5562±833 _a	0,394±0,039 _a	0,563±0,062 _a	0,700
Ar40	5904±251 _b	7202±262 _b	1304±73 _b	1998±49 _b	0,221±0,006 _b	0,282±0,004 _b	0,784 _b
Ar50	1256±114 _{cd}	1500±177 _{cd}	540±43 _c	747±60 _c	0,429±0,013 _c	0,507±0,02 _c	0,847 _c
Ar60	1412±19_c	1722±29_c	561±22_c	849±19_c	0,397±0,012_c	0,501±0,02_c	0,792_b
Ar80	1104±19 _d	1426±22 _d	468±8 _c	755±4 _c	0,424±0,014 _c	0,535±0,009 _c	0,792 _b
Ar100	117±34 _e	181±49 _e	140±12 _d	441±20 _d	1,282±0,305 _d	2,844±0,852 _d	0,450 _d
Co40	10802±1513_{ab}	14047±1850_b	2966±697_b	4316±938_b	0,272±0,030_b	0,304±0,037_b	0,893_b
Co50	6110±302 _c	8092±393 _c	2016±88 _c	3142±40 _c	0,329±0,012 _b	0,389±0,023 _{bc}	0,847 _b
Co60	12480±1081_b	17900±669_b	4416±385_b	8566±77_d	0,354±0,012_b	0,479±0,021_{bc}	0,738_c
Co80	4750±272 _d	6770±301 _d	1814±80 _c	3200±131 _c	0,382±0,013 _b	0,473±0,003 _c	0,807 _b
Co100	3404±183 _e	6002±189 _d	1858±68 _c	4888±218 _e	0,547±0,010 _c	0,813±0,011 _d	0,672 _a
Id40	10260±136 _a	13880±371 _a	3354±54 _a	6298±167 _b	0,326±0,003 _b	0,449±0,007 _b	0,730 _b
Id50	2964±19 _b	4514±21 _b	1344±40 _b	2956±29 _c	0,452±0,011 _{cd}	0,655±0,003 _c	0,689 _a
Id60	6062±175_c	8558±159_c	2188±67_c	4438±27_d	0,361±0,002_c	0,519±0,012_c	0,695_a
Id80	4372±39 _d	6258±75 _d	1752±55 _d	3520±0 _e	0,401±0,009 _d	0,563±0,007 _c	0,711 _a
Id100	1586±78 _e	2678±40 _e	1000±14 _e	2666±49 _e	0,632±0,026 _e	0,995±0,004 _d	0,635 _b

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 10. táblázat. A sütésálló lekvárok fagyasztási hőmérsékletfüggés alapján meghatározott paramétereit a 4. hónapban

	G'₀ (Pa) X±SD	G'_v (Pa) X±SD	G'_v/ G'₀	G''₀ (Pa) X±SD	G''_v (Pa) X±SD	G''_v/ G''₀
Kontrol	5720±1000 _a	5130±428 _a	0,90	1450±254 _a	1350±260 _a	0,93
Ar40	5600±842 _a	5040±359 _a	0,90	1290±265 _a	1180±247 _a	0,87
Ar50	1510±321 _b	1460±257 _b	0,97	504±89 _b	449±81 _b	0,89
Ar60	1260±256 _b	1210±258 _b	0,96	447±85 _c	414±76 _b	0,93
Ar80	846±159 _c	814±126 _c	0,96	320±64 _d	297±58 _c	0,93
Ar100	21±5 _d	27±6 _d	1,29	28±8 _e	41±12 _d	1,46
Co40	3930±458_b	3880±430_b	0,99	1050±150_b	1050±140	1,00
Co50	3230±426 _b	3030±358 _b	0,94	986±125 _b	881±100 _b	0,89
Co60	3310±398_b	3060±301_b	0,92	988±128_b	885±98_b	0,90
Co80	1940±314 _c	1880±265 _c	0,97	685±110 _c	616±103 _c	0,90
Co100	714±111 _d	784±142 _d	1,10	328±81 _d	336±75 _d	1,02
Id40	4380±699_a	3750±412_b	0,86	1170±187_b	999±110_b	0,85
Id50	1450±270 _b	1400±256 _c	0,97	473±88 _c	440±80 _c	0,93
Id60	1850±343_b	1780±368_c	0,96	611±113_d	582±98_d	0,95
Id80	1110±199 _c	1110±190 _d	1,00	408±73 _c	418±75 _c	1,02
Id100	335±60 _d	369±65 _e	1,10	231±41 _e	243±45 _e	1,05

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 11. táblázat. A sütésálló lekvárok fagyasztási hőmérsékletfüggés alapján meghatározott paramétereit a 8. hónapban

	G'₀ (Pa) X±SD	G'_v (Pa) X±SD	G'_v/ G'₀	G''₀ (Pa) X±SD	G''_v (Pa) X±SD	G''_v/ G''₀
Kontrol	9150±1610 _a	8960±1540 _a	0,98	3100±546 _a	3360±580 _a	1,08
Ar40	7080±1120 _b	6060±1098 _b	0,86	1800±320 _b	1520±259 _b	0,84
Ar50	667±102 _c	730±115 _c	1,09	288±45 _c	296±54 _c	1,03
Ar60	1040±201_d	1030±198_d	0,99	388±62_d	372±60_d	0,96
Ar80	607±98 _c	652±103 _c	1,07	290±50 _c	273±40 _c	0,94
Ar100	237±34 _e	276±40 _e	1,16	282±41 _e	239±32 _e	0,85
Co40	12400±2200_b	13800±2600_b	1,11	5060±903_b	6110±1090_b	1,21
Co50	8850±1583 _{bc}	9710±1850 _c	1,10	4310±808 _{bc}	5140±952 _{bc}	1,19
Co60	13600±2427_b	14100±2523_b	1,04	6510±1104_c	7620±1230_{bc}	1,17
Co80	9240±1802 _c	10300±1843 _c	1,11	4860±825 _c	5790±1085 _c	1,19
Co100	1900±356 _d	2200±426 _d	1,16	1010±190 _d	1140±198 _d	1,13
Id40	10500±1940 _b	9970±1850 _b	0,95	3560±659 _{ab}	3580±670 _a	1,01
Id50	5460±1080 _c	5390±1070 _c	0,99	2300±457 _b	2480±468 _b	1,08
Id60	7530±1340_d	7230±1290_d	0,96	2840±507_b	2820±500_{bc}	0,99
Id80	3510±627 _e	3450±616 _e	0,98	1760±314 _c	1790±320 _d	1,02
Id100	976±175 _f	1230±220 _f	1,26	706±126 _d	995±178 _e	1,41

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 12. táblázat. A sütésálló lekvárok fagyasztási hőmérsékletfüggés alapján meghatározott paraméterei a 12. hónapban

	G'_0 (Pa) X±SD	G'_v (Pa) X±SD	G'_v / G'_0	G''_0 (Pa) X±SD	G''_v (Pa) X±SD	G''_v / G''_0
Kontrol	10900±2070 _a	12300±2164 _a	1,13	4310±817 _a	5070±1080 _a	1,17
Ar40	6870±1220 _b	6380±1138 _b	0,93	1730±309 _b	1660±293 _b	0,96
Ar50	1950±360 _c	1820±350 _c	0,93	703±120 _c	658±118 _c	0,94
Ar60	1280±226 _d	1270±230 _d	1,04	658±115 _c	577±98 _c	0,87
Ar80	1260±232 _d	1230±229 _d	0,96	531±109 _{cd}	525±107 _d	0,99
Ar100	269±47 _e	260±43 _e	0,97	302±85 _e	269±45 _e	0,89
Co40	6670±1180 _b	9020±1601 _{ab}	1,35	2060±365 _b	3270±580 _c	1,59
Co50	5270±830 _b	5200±821 _c	0,99	2070±368 _b	2150±383 _d	1,04
Co60	10900±267_a	12500±2204_a	1,15	5580±990_c	6160±842_{ab}	1,10
Co80	3900±696 _c	4260±802 _c	1,09	1970±352 _d	2200±411 _d	1,12
Co100	3050±402 _d	4590±859 _c	1,50	1990±354 _d	3930±702 _c	1,97
Id40	8840±1578_{ab}	9010±1600_b	1,02	3790±707_{ab}	4230±755_b	1,12
Id50	7010±1390 _b	7020±1200 _c	1,00	3240±643 _b	3650±652 _c	1,13
Id60	5580±928_c	5430±936_d	1,04	2880±360_c	3000±504_{cd}	1,04
Id80	5200±996 _c	5390±9214 _d	1,03	2570±459 _c	2780±472 _d	1,08
Id100	2190±391 _d	2790±470 _e	1,27	1870±334 _d	2880±495 _d	1,54

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 13. táblázat. A sütésálló lekvárok viszkozitás értékei a 4. hónapban

	η_0 (Pa.s) X±SD	η_{100} (Pa.s) X±SD
Kontrol	914±28 _a	94±12 _a
Ar40	627±69 _b	80±7 _{ab}
Ar50	334±58 _c	52±6 _c
Ar60	243±28 _d	31±7 _d
Ar80	222±17 _d	27±8 _e
Ar100	46±10 _e	8±2 _f
Co40	714±84_a	97±15_a
Co50	478±49 _{bc}	77±10 _b
Co60	524±59_c	83±11_b
Co80	480±49 _{bc}	77±9 _b
Co100	233±25 _d	40±4 _c
Id40	549±100_b	92±7_a
Id50	381±40 _c	82±7 _{ab}
Id60	441±49_d	69±7_b
Id80	411±42 _d	79±5 _b
Id100	167±17 _e	29±2 _c

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 14. táblázat. A sütésálló lekvárok viszkozitás értékei a 8. hónapban

	η_0 (Pa.s)	η_{100} (Pa.s)
	X \pm SD	X \pm SD
Kontrol	2000 \pm 230 _a	221 \pm 20 _a
Ar40	864 \pm 159 _b	115 \pm 13 _b
Ar50	298 \pm 75 _c	112 \pm 14 _b
Ar60	267 \pm 46 _c	170 \pm 18 _c
Ar80	247 \pm 29 _c	143 \pm 15 _d
Ar100	55 \pm 12 _d	78 \pm 8 _e
Co40	1910 \pm 201 _a	97 \pm 15 _b
Co50	1570 \pm 162 _b	77 \pm 10 _c
Co60	1955\pm205_a	83\pm11_d
Co80	1050 \pm 107 _c	77 \pm 9 _c
Co100	979 \pm 104 _c	40 \pm 4 _e
Id40	2820\pm295_b	146\pm16_b
Id50	1305 \pm 132 _d	160 \pm 17 _c
Id60	1380\pm147_d	139\pm15_b
Id80	1090 \pm 110 _e	141 \pm 15 _b
Id100	319 \pm 33 _f	31 \pm 3 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) \pm szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 15. táblázat. A sütésálló lekvárok viszkozitás értékei a 12. hónapban

	η_0 (Pa.s)	η_{100} (Pa.s)
	X \pm SD	X \pm SD
Kontrol	7460 \pm 718 _a	177 \pm 19 _a
Ar40	934 \pm 186 _b	132 \pm 14 _b
Ar50	398 \pm 47 _c	46 \pm 9 _c
Ar60	277 \pm 41 _d	28 \pm 5 _d
Ar80	278 \pm 43 _d	17 \pm 4 _e
Ar100	62 \pm 10 _e	6 \pm 2 _f
Co40	2775 \pm 201 _b	104 \pm 10 _b
Co50	1280 \pm 162 _c	137 \pm 13 _c
Co60	4995\pm205_d	153\pm16_c
Co80	1177 \pm 107 _c	97 \pm 11 _b
Co100	1010 \pm 104 _c	82 \pm 7 _d
Id40	5505\pm582_b	123\pm16_b
Id50	1800 \pm 185 _c	96 \pm 17 _b
Id60	2235\pm236_d	108\pm15_c
Id80	907 \pm 95 _e	102 \pm 15 _b
Id100	453 \pm 48 _f	36 \pm 3 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) \pm szórás (SD); homogén csoportok (a–e)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 16. táblázat. A sütésálló lekvárok állománymérés alapján meghatározott paramétereit a 4. hónapban

	keményiség (H) [g] X±SD	adhéziós erő (Af) [g] X±SD	adhézió (Ad) [gs] X±SD	kohézió (C) [-] X±SD	gumisság (G) [g] X±SD	rugalmasság (S) [mm] X±SD	rágósság (Ch) [gmm] X±SD
Kontrol	69,10±3,96 _a	7,90±0,96 _a	7,71±0,98 _a	0,34±0,01 _a	23,51±1,87 _a	3,75±0,86 _a	89,33±26,77 _a
Ar40	66,20±6,79 _{ab}	5,40±1,19 _a	4,25±0,59 _b	0,34±0,01 _a	22,32±1,84 _b	3,98±0,87 _b	89,49±25,43 _a
Ar50	25,00±2,95 _c	6,10±1,14 _a	4,21±0,60 _b	0,38±0,02 _a	9,56±1,36 _c	3,01±1,60 _b	29,11±16,26 _b
Ar60	23,00±2,06 _c	5,80±1,60 _a	4,30±0,75 _b	0,37±0,01 _a	8,40±0,73 _c	1,96±1,22 _b	16,64±10,65 _b
Ar80	28,50±1,58 _c	6,00±1,27 _a	4,79±0,60 _b	0,34±0,02 _a	9,77±0,67 _c	1,95±0,79 _b	19,12±7,96 _c
Ar100	12,50±1,46 _d	4,40±0,89 _b	2,10±0,42 _c	0,78±0,01 _b	9,75±1,21 _c	1,98±0,82 _c	28,41±9,74 _c
Co40	69,20±5,69_b	6,98±0,94_a	5,04±0,31_b	0,34±0,01_a	23,32±4,19_a	3,75±0,50_a	87,32±18,32_a
Co50	46,10±2,46 _c	6,3±0,57 _a	4,43±0,29 _b	0,33±0,01 _b	15,13±1,10 _b	2,66±0,50 _b	40,62±10,34 _b
Co60	50,60±7,63_c	7,0±0,35_a	5,07±0,60_b	0,32±0,01_b	16,13±2,62_b	2,82±0,54_b	46,34±14,97_b
Co80	36,80±2,19 _d	6,9±0,96 _a	5,41±0,38 _b	0,34±0,52 _c	12,48±0,76 _c	3,87±1,21 _b	48,90±17,44 _b
Co100	18,95±0,94 _e	8,08±0,21 _a	10,29±0,23 _c	0,52±0,03 _d	9,87±0,89 _c	3,07±0,09 _c	30,30±0,30 _c
Id40	56,40±2,10 _a	6,90±0,42 _a	5,99±0,65 _{ab}	0,32±0,02 _b	18,25±1,29 _b	3,69±0,69 _a	67,39±14,41 _{ab}
Id50	36,70±4,99 _b	6,00±1,27 _a	5,60±1,06 _{bc}	0,34±0,01 _b	12,42±1,72 _c	3,59±1,18 _b	45,74±18,76 _{ab}
Id60	47,60±5,16_b	6,70±1,15_a	6,59±1,09_{abc}	0,32±0,01_b	15,08±1,56_b	2,58±0,44_b	39,27±9,44_{ab}
Id80	32,60±3,42 _{bc}	6,30±1,04 _a	5,16±0,64 _b	0,33±0,01 _b	10,63±1,10 _c	2,30±0,68 _b	24,36±7,14 _{ab}
Id100	25,10±0,41 _c	8,00±1,27 _a	8,44±1,05 _c	0,33±0,03 _c	8,23±0,76 _d	2,38±0,51 _c	19,42±3,84 _b

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD);
homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-d} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 17. táblázat. A sütésálló lekvárok állománymérés alapján meghatározott paramétereit a 8. hónapban

	keménység (H) [g] X±SD	adhéziós erő (Af) [g] X±SD	adhézió (Ad) [gs] X±SD	kohézió (C) [-] X±SD	gumisság (G) [g] X±SD	rugalmasság (S) [mm] X±SD	rágósság (Ch) [gmm] X±SD
Kontrol	143,10±19 _a	23,21±1,49 _a	48,58±2,55	0,37±0,03 _a	52,41±6,01 _a	5,50±4,22 _a	289,59±39,20 _a
Ar40	83,23±5 _b	6,04±1,17 _b	6,14±0,63 _b	0,35±0,01 _b	29,05±1,51 _b	4,22±0,52 _b	123,16±20,38 _b
Ar50	31,25±2 _c	6,37±1,68 _b	5,38±0,44 _b	0,38±0,01 _a	11,92±0,63 _c	2,65±0,77 _{cd}	31,79±10,17 _c
Ar60	32,26±7 _c	4,85±0,75 _b	4,94±0,79 _b	0,38±0,05 _a	12,32±4,48 _c	3,56±1,32 _{bc}	43,78±20,25 _c
Ar80	28,41±2 _c	7,02±1,41 _b	5,55±0,38 _b	0,37±0,01 _a	10,41±0,69 _c	2,49±0,74 _{cd}	25,85±7,66 _c
Ar100	14,14±2 _d	5,32±1,25 _b	2,46±0,44 _c	0,76±0,04 _b	10,63±1,73 _c	1,45±0,43 _d	33,81±8,26 _c
Co40	163,17±13_a	17,93±2,33_b	36,53±6,47_b	0,35±0,04_{ab}	57,15±3,43_a	5,82±0,47_a	331,81±24,35_a
Co50	110,25±7 _b	19,13±3,58 _b	34,68±5,18 _b	0,30±0,03 _{abc}	33,14±3,25 _b	3,38±0,12 _b	145,34±44,36 _{bc}
Co60	113,46±9_b	13,17±2,31_{bc}	22,33±4,50_c	0,34±0,01_{ab}	38,37±1,76_b	4,39±0,51_c	167,611±13,98_b
Co80	83,52±5 _c	10,01±1,46 _c	14,28±1,09 _d	0,32±0,01 _{bc}	26,76±2,23 _c	4,17±0,67 _c	112,17±24,34 _{cd}
Co100	46,50±7 _d	14,20±2,79 _{bc}	30,03±8,88 _b	0,44±0,02 _c	20,40±3,64 _d	4,27±0,61 _c	87,21±19,98 _d
Id40	133,00±6 _a	21,70±3,67 _b	41,98±4,29 _b	0,36±0,01 _a	48,32±3,03 _a	5,75±0,52 _a	277,29±26,06 _a
Id50	93,06±8 _b	17,31±2,84 _{bc}	33,43±4,55 _{bc}	0,36±0,03 _a	33,22±2,45 _b	5,16±0,72 _a	172,47±32,30 _b
Id60	102,26±8_b	16,24±2,17_{bc}	33,49±5,83_{bc}	0,35±0,04_a	36,14±4,12_b	4,95±0,60_a	180,48±36,86_b
Id80	93,54±5 _b	18,37±3,17 _{bc}	35,40±5,28 _{bc}	0,37±0,01 _a	34,11±1,57 _b	4,88±1,12 _a	166,96±36,43 _b
Id100	52,12±4 _c	11,28±0,57 _c	19,54±3,17 _c	0,38±0,02 _a	19,87±1,88 _c	2,98±0,45 _b	59,03±7,42 _c

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD);

homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-d} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 18. táblázat. A sütésálló lekvárok állománymérés alapján meghatározott paramétereit a 12. hónapban

	keménység (H) [g] X±SD	adhéziós erő (Af) [g] X±SD	adhézió (Ad) [gs] X±SD	kohézió (C) [-] X±SD	gumisság (G) [g] X±SD	rugalmasság (S) [mm] X±SD	rágósság (Ch) [gmm] X±SD
Kontrol	148,20±9,04 _a	24,91±1,76 _a	58,91±1,98 _a	0,39±0,03 _a	57,28±5,28 _a	5,55±0,56 _a	318±38 _a
Ar40	76,33±4,04 _b	5,20±0,44 _b	4,65±0,59 _b	0,36±0,02 _b	27,40±2,33 _b	4,60±0,78 _b	126±21 _b
Ar50	32,68±3,40 _c	5,82±0,97 _b	5,81±0,78 _b	0,39±0,01 _a	12,62±1,18 _{cd}	2,37±0,54 _c	30±10 _c
Ar60	30,54±3,44 _c	6,85±1,72 _b	5,51±0,63 _b	0,38±0,02 _a	11,66±1,01 _c	2,44±0,59 _c	28±7 _c
Ar80	26,64±2,27 _c	6,28±0,98 _b	6,04±0,12 _b	0,39±0,01 _a	10,08±0,67 _d	4,15±1,39 _b	42±16 _c
Ar100	13,27±1,25 _d	5,07±1,0 _b	1,56±0,43 _c	0,81±0,02 _c	10,68±1,18 _d	0,85±0,69 _d	17±1 _d
Co40	192,27±16,80_a	21,84±2,17_b	48,10±2,03_b	0,34±0,01_a	65,32±4,15_b	5,91±0,49_{ab}	386,46±44,82_b
Co50	191,10±10,99 _a	35,44±2,91 _c	78,79±7,73 _c	0,38±0,02 _a	73,44±6,52 _b	4,28±0,33 _{ab}	314,35±59,08 _b
Co60	96,21±5,17 _b	9,11±0,96 _d	44,28±1,02 _d	0,33±0,01 _a	31,64±2,10 _c	4,53±0,82 _{bc}	143,53±28,10 _c
Co80	96,64±2,22 _b	13,13±1,64 _d	23,43±1,68 _e	0,32±0,01 _a	31,18±0,87 _c	4,9±0,68 _{bc}	152,89±22,76 _c
Co100	61,97±3,38 _c	10,85±0,76 _d	40,67±2,28 _d	0,32±0,02 _a	20,04±1,09 _d	4,73±0,61 _c	94,41±9,00 _d
Id40	150,48±5,15 _a	26,58±3,37 _{ab}	55,82±4,96 _a	0,38±0,01 _a	57,86±2,87 _a	5,54±0,58 _a	320,00±32,78 _a
Id50	93,08±6,53 _c	17,19±2,07 _{bcd}	38,44±5,27 _b	0,36±0,03 _a	33,26±1,97 _c	5,02±0,85 _{ab}	167,26±33,29 _c
Id60	113,27±7,45_b	26,33±4,42_{abc}	56,31±8,24_c	0,39±0,01_a	43,63±2,24_b	5,59±0,71_{ab}	243,92±31,33_b
Id80	83,53±8,65 _c	18,65±5,13 _{cd}	35,28±10,09 _b	0,36±0,02 _a	30,02±2,74 _c	4,33±0,33 _{bc}	129,99±15,10 _c
Id100	57,23±4,17 _d	18,45±2,38 _d	41,28±8,03 _{cd}	0,40±0,02 _a	23,02±2,43 _d	3,73±0,59 _c	86,77±21,97 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD);

homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-e} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 19. táblázat. A sütésálló lekvárok érzékszervi bírálati eredményei a 0. hónapban

	Illat (max.10 pont)	Íz (max.10 pont)	Szemcsézettség (max.10 pont)	Állomány (max.20 pont)
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	5,21±2,53 _a	9,40±0,44 _a	0 _a	19,45±0,55 _a
Ar40	4,95±2,28 _a	8,50±1,36 _a	2,07±1,59 _b	19,25±0,75 _a
Ar50	6,18±2,64 _b	8,84±1,30 _{ab}	4,88±2,05 _c	18,55±1,05 _b
Ar60	6,66±2,30 _b	9,02±0,96 _a	6,25±2,47 _d	18,00±1,41 _b
Ar80	8,09±3,39 _c	9,16±0,84 _a	8,67±2,50 _e	16,00±0,85 _c
Ar100	8,37±2,70 _c	7,14±2,20 _c	9,16±1,80 _e	5,65±1,23 _d
Co40	5,40±1,25 _a	9,5±0,25 _a	2,00±1,50 _a	19,42±0,75 _a
Co50	6,80±1,85 _b	9,40±0,44 _a	4,89±1,75 _b	18,56±0,84 _b
Co60	7,12±2,00 _b	9,25±0,13 _a	6,15±1,95 _c	18,02±0,66 _c
Co80	8,45±1,50 _c	9,40±0,15 _a	8,51±1,74 _d	18,13±1,02 _c
Co100	9,00±0,75 _c	7,50±1,25 _b	9,15±0,51 _d	15,15±2,75 _d
Id40	5,20±1,98 _a	8,93±1,27 _a	2,1±1,02 _a	19,16±0,83 _a
Id50	6,50±1,59 _b	9,04±0,75 _a	4,95±0,90 _b	18,84±0,74 _b
Id60	7,00±1,47 _b	9,28±0,54 _a	6,35±2,30 _c	18,50±1,20 _b
Id80	8,50±0,85 _c	8,65±0,78 _a	8,80±1,20 _d	18,00±1,10 _c
Id100	8,80±1,20 _c	7,10±1,58 _b	9,30±0,70 _d	17,25±0,68 _d

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-d} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 20. táblázat. A sütésálló lekvárok érzékszervi bírálati eredményei a 4. hónapban

	Illat (max.10 pont)	Íz (max.10 pont)	Szemcsézettség (max.10 pont)	Állomány (max.20 pont)
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	5,45±1,60 _a	9,20±0,70 _a	0 _a	19,75±0,25 _a
Ar40	5,23±1,21 _a	8,32±1,28 _b	2,21±1,83 _b	19,6±0,35 _a
Ar50	6,52±1,48 _b	8,46±0,81 _b	4,43±1,30 _c	18,42±1,62 _b
Ar60	7,06±1,57 _{bc}	9,13±0,76 _a	6,38±1,56 _d	18,25±1,38 _b
Ar80	8,33±1,45 _c	8,93±0,98 _a	8,87±1,02 _e	16,50±2,92 _c
Ar100	8,75±1,19 _c	6,96±1,17 _b	9,30±0,50 _f	7,44±3,49 _d
Co40	5,78±1,03 _a	9,40±0,52 _a	2,32±1,23 _b	19,40±0,50 _a
Co50	7,02±1,12 _b	9,25±0,66 _a	4,42±1,14 _c	18,46±1,25 _b
Co60	7,45±1,19 _{bc}	9,15±0,67 _a	6,39±1,19 _d	18,45±1,02 _b
Co80	8,67±1,27 _c	9,34±0,60 _a	8,08±1,67 _e	18,20±1,47 _b
Co100	9,73±0,90 _d	7,35±1,28 _b	9,05±0,57 _f	16,45±3,34 _c
Id40	5,49±1,23 _a	8,75±1,05 _a	2,25±1,10 _b	19,45±0,38 _a
Id50	6,85±1,10 _b	8,66±1,67 _b	4,80±2,25 _c	18,26±1,07 _b
Id60	7,42±1,37 _b	9,13±0,50 _a	6,48±2,10 _d	18,11±1,15 _b
Id80	8,75±2,01 _c	8,53±1,01 _b	9,00±0,75 _e	17,95±2,01 _b
Id100	9,20±0,79 _d	6,95±1,58 _c	9,45±0,51 _e	17,44±2,19 _b

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, $p=0,05$ szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b-f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 21. táblázat. A sütésálló lekvárok érzékszervi bírálati eredményei a 8. hónapban

	Illat (max.10 pont)	Íz (max.10 pont)	Szemcsézettség (max.10 pont)	Állomány (max.20 pont)
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	5,90±1,30 _a	9,00±0,80 _a	0 _a	19,49±0,28 _a
Ar40	5,67±1,23 _a	8,14±0,69 _b	2,36±1,26 _b	19,45±0,42 _a
Ar50	6,68±1,40 _b	8,28±1,02 _b	4,24±1,35 _c	17,13±1,15 _b
Ar60	7,48±1,47 _c	8,89±0,97 _a	6,48±1,14 _d	18,00±1,25 _c
Ar80	8,56±1,04 _d	8,74±0,80 _b	9,31±0,55 _e	17,00±3,27 _b
Ar100	9,04±0,75 _e	6,80±1,58 _c	9,40±0,40 _f	8,00±2,64 _d
Co40	6,01±1,28 _a	9,20±0,74 _a	2,34±1,02 _b	19,17±0,70 _a
Co50	7,15±1,45 _b	9,02±0,51 _a	4,20±1,05 _c	18,02±0,84 _b
Co60	7,89±1,59 _c	9,13±0,47 _a	6,29±1,57 _d	17,95±0,95 _b
Co80	8,90±1,47 _c	9,27±0,50 _a	8,04±1,69 _e	18,12±1,20 _b
Co100	9,85±0,11 _d	7,14±2,14 _b	9,08±0,51 _f	16,75±3,14 _c
Id40	5,95±1,45 _a	8,66±1,20 _b	2,40±1,10 _b	19,19±0,47 _a
Id50	7,02±1,61 _b	8,48±1,12 _b	4,53±1,85 _c	17,97±1,15 _b
Id60	7,86±2,10 _c	8,90±0,85 _a	6,58±1,24 _d	18,02±1,85 _b
Id80	9,00±0,75 _d	8,35±0,89 _b	9,25±0,70 _e	17,84±2,04 _b
Id100	9,50±0,30 _d	6,80±2,04 _c	9,58±0,21 _f	17,60±2,17 _b

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–f} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 22. táblázat. A sütésálló lekvárok érzékszervi bírálati eredményei a 12. hónapban

	Illat (max.10 pont)	Íz (max.10 pont)	Szemcsézettség (max.10 pont)	Állomány (max.20 pont)
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	5,67±1,12 _a	8,50±1,25 _a	0 _a	16,52±3,21 _a
Ar40	5,57±1,23 _a	7,67±1,37 _b	2,26±1,55 _b	16,85±3,17 _a
Ar50	6,09±1,04 _b	8,00±1,61 _b	4,12±1,15 _c	16,07±3,44 _{ab}
Ar60	6,81±1,17 _b	8,54±1,02 _a	6,72±1,55 _d	15,41±2,14 _b
Ar80	8,19±0,75 _c	8,10±1,36 _b	9,39±0,40 _e	17,05±2,62 _c
Ar100	8,81±0,90 _c	6,25±1,24 _c	9,52±0,39 _f	10,20±1,90 _d
Co40	5,85±1,02 _a	8,45±0,75 _a	2,38±1,12 _b	17,15±1,15 _b
Co50	6,90±1,32 _b	8,76±0,49 _a	4,12±1,48 _c	16,00±2,19 _c
Co60	7,08±1,57 _b	8,50±1,01 _a	6,63±1,85 _d	16,07±2,58 _c
Co80	8,75±1,25 _c	8,65±0,80 _a	8,74±1,20 _e	16,85±2,74 _d
Co100	9,61±0,35 _d	6,50±2,30 _b	9,18±0,52 _f	16,74±2,13 _d
Id40	5,85±1,04 _a	8,08±1,35 _a	2,30±1,20 _b	16,27±1,23 _a
Id50	6,40±1,23 _b	8,04±1,44 _a	4,19±1,23 _c	15,91±1,30 _b
Id60	7,16±1,29 _c	8,64±1,12 _a	6,83±1,20 _d	15,86±1,15 _b
Id80	8,60±1,27 _d	7,95±1,16 _b	9,54±0,40 _e	15,69±2,00 _b
Id100	9,26±0,54 _e	6,42±1,63 _c	9,67±0,30 _{eb}	18,00±3,12 _c

Az elemzést ANOVA módszerrel végeztem Tukey teszt alapján, p=0,05 szinten, átlag (X) ± szórás (SD); homogén csoportok (a–d)

^a nincs szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

^{b–d} van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M2. 23. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata az alkalmazott almafajta függvényében a 0. hónapban

	fajta	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'0	FG'v	FG'v	FG''v	F_DF0	F_DFv
fajta	1																		
H	0,095	1																	
C	-0,053	-0,572**	1																
G	-0,041	0,723**	-0,069**	1															
Ch	0,158	0,722**	-0,378**	0,604**	1														
S	0,206	0,541**	-0,144	0,441**	0,804**	1													
Af	0,264*	-0,235*	0,222*	-0,144	-0,219*	-0,112	1												
Ad	-0,055	-0,186	0,362**	0,094	-0,261*	-0,172	0,493**	1											
A_G'	0,392**	0,772**	-0,542**	0,453**	0,627**	0,474**	-0,205	-0,249*	1										
A_G''	0,423**	0,734**	-0,567**	0,375**	0,618**	0,469**	-0,208*	-0,312**	0,986**	1									
A_DF	-0,313**	-0,786**	0,474**	-0,520**	-0,596**	-0,443**	0,130	0,146	-0,947**	-0,898**	1								
A_LVE	0,352**	0,816**	-0,532**	0,514**	0,629**	0,471**	-0,141	-0,243*	0,931**	0,912**	-0,929**	1							
A_CO	0,249*	0,780**	-0,669**	0,398**	0,672**	0,457**	-0,278**	-0,365**	0,893**	0,905**	-0,833**	0,879**	1						
FG'0	0,371**	0,787**	-0,472**	0,510**	0,672**	0,533**	-0,140	-0,279**	0,874**	0,854**	-0,864**	0,876**	0,840**	1					
FG'v	0,373**	0,767**	-0,477**	0,477**	0,674**	0,539**	-0,154	-0,315**	0,859**	0,843**	-0,841**	0,851**	0,823**	0,993**	1				
FG'v	0,331**	0,722**	-0,500**	0,429**	0,639**	0,476**	-0,159	-0,328**	0,809**	0,800**	-0,778**	0,790**	0,827**	0,969**	0,975**	1			
FG''v	0,365**	0,713**	-0,437**	0,457**	0,643**	0,519**	-0,133	-0,317**	0,784**	0,769**	-0,763**	0,776**	0,758**	0,967**	0,984**	0,979**	1		
F_DF0	-0,383**	-0,780**	0,452**	-0,503**	-0,658**	-0,536**	0,144	0,261*	-0,897**	-0,873**	0,904**	-0,910**	-0,825**	-0,950**	-0,933**	-0,857**	-0,867**	1	
F_DFv	-0,371**	-0,778**	0,436**	-0,512**	-0,649**	-0,512**	0,133	0,235*	-0,879**	-0,851**	0,884**	-0,872**	-0,819**	-0,990**	-0,984**	-0,947**	-0,949**	0,961**	1

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó söprés

F: frekvencia söprés

M2. 24. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata az alkalmazott almafajta függvényében a 4. hónapban

	fajta	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'0	FG'v	FG'v	FG''v	F_DF0	F_DFv
fajta	1																		
H	0,044	1																	
C	0,216*	-0,640**	1																
G	0,150	0,912**	-0,323**	1															
Ch	0,046	0,864**	-0,429**	0,853**	1														
S	-0,025	0,606**	-0,326**	0,587**	0,888**	1													
Af	-0,147	-0,287**	0,151	-0,230*	-0,276**	-0,181	1												
Ad	0,060	-0,246*	0,131	-0,183	-0,160	-0,023	0,701**	1											
A_G'	0,060	0,927**	-0,601**	0,833**	0,784**	0,537**	-0,324**	-0,313**	1										
A_G''	0,062	0,896**	-0,629**	0,776**	0,735**	0,484**	-0,350**	-0,366**	0,985**	1									
A_DF	-0,039	-0,884**	0,603**	-0,790**	-0,741**	-0,521**	0,182	0,174	-0,932**	-0,920**	1								
A_LVE	0,043	0,943**	-0,600**	0,854**	0,794**	0,538**	-0,351**	-0,338**	0,961**	0,946**	-0,894**	1							
A_CO	0,083	0,903**	-0,592**	0,768**	0,749**	0,503**	-0,385**	-0,369**	0,952**	0,935**	-0,856**	0,913**	1						
FG'0	0,176	0,937**	-0,585**	0,842**	0,778**	0,520**	-0,255*	-0,193	0,935**	0,913**	-0,909**	0,928**	0,922**	1					
FG'v	0,182	0,931**	-0,605**	0,814**	0,764**	0,505**	-0,298**	-0,241*	0,940**	0,927**	-0,906**	0,927**	0,938**	0,995**	1				
FG'v	0,182	0,883**	-0,591**	0,763**	0,709**	0,458**	-0,274**	-0,217*	0,910**	0,901**	-0,863**	0,878**	0,915**	0,967**	0,976**	1			
FG''v	0,195	0,893**	-0,588**	0,781**	0,720**	0,462**	-0,324**	-0,242*	0,923**	0,913**	-0,863**	0,905**	0,921**	0,971**	0,979**	0,989**	1		
F_DF0	-0,138	-0,861**	0,590**	-0,737**	-0,716**	-0,502**	0,181	0,032	-0,820**	-0,794**	0,836**	-0,838**	-0,817**	-0,922**	-0,912**	-0,869**	-0,896**	1	
F_DFv	-0,181	-0,870**	0,546**	-0,804**	-0,739**	-0,522**	0,065	-0,045	-0,851**	-0,819**	0,881**	-0,843**	-0,809**	-0,947**	-0,931**	-0,917**	-0,915**	0,938**	1

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó söprés

F: frekvencia söprés

M2. 25. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata az alkalmazott almafajta függvényében a 8. hónapban

	fajta	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'₀	FG'ᵥ	FG'ᵥ	FG''ᵥ	F_DF₀	F_DFᵥ	
fajta	1																			
H	0,023	1																		
C	-0,217*	-0,513**	1																	
G	-0,032	0,904**	-0,346**	1																
Ch	-0,008	0,916**	-0,299**	0,845**	1															
S	-0,079	0,757**	-0,150	0,692**	0,845**	1														
Af	0,074	-0,820**	0,300**	-0,802**	-0,811**	-0,664**	1													
Ad	0,095	-0,837**	0,290**	-0,816**	-0,818**	-0,693**	0,974**	1												
A_G'	0,493**	0,766**	-0,458**	0,547**	0,715**	0,578**	-0,539**	-0,542**	1											
A_G''	0,125	0,954**	-0,487**	0,839**	0,885**	0,748**	-0,844**	-0,859**	0,822**	1										
A_DF	-0,161	-0,797**	0,500**	-0,596**	-0,710**	-0,603**	0,444**	0,449**	-0,813**	-0,755**	1									
A_LVE	0,148	0,956**	-0,477**	0,825**	0,898**	0,768**	-0,796**	-0,811**	0,859**	0,981**	-0,823**	1								
A_CO	0,067	0,910**	-0,355**	0,796**	0,896**	0,766**	-0,835**	-0,846**	0,805**	0,940**	-0,735**	0,953**	1							
FG'₀	0,150	0,963**	-0,487**	0,835**	0,891**	0,756**	-0,747**	-0,771**	0,853**	0,955**	-0,861**	0,973**	0,910**	1						
FG'ᵥ	0,154	0,964**	-0,473**	0,846**	0,894**	0,754**	-0,776**	-0,800**	0,841**	0,961**	-0,830**	0,972**	0,915**	0,996**	1					
FG'ᵥ	0,107	0,949**	-0,467**	0,849**	0,874**	0,754**	-0,809**	-0,835**	0,774**	0,964**	-0,764**	0,956**	0,896**	0,972**	0,980**	1				
FG''ᵥ	0,042	0,928**	-0,411**	0,873**	0,859**	0,744**	-0,846**	-0,877**	0,686**	0,938**	-0,680**	0,917**	0,868**	0,933**	0,951**	0,980**	1			
F_DF₀	-0,159	-0,763**	0,462**	-0,573**	-0,690**	-0,598**	0,357**	0,382**	-0,793**	-0,696**	0,928**	-0,770**	-0,656**	-0,831**	-0,796**	-0,710**	-0,625**	1		
F_DFᵥ	-0,229*	-0,721**	0,537**	-0,521**	-0,621**	-0,526**	0,294**	0,309**	-0,779**	-0,661**	0,900**	-0,734**	-0,589**	-0,792**	-0,755**	-0,678**	-0,568**	0,969**	1	

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó söprés

F: frekvencia söprés

M2. 26. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata az alkalmazott almafajta függvényében a 12. hónapban

	fajta	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'0	FG'v	FG'v	FG''v	F_DF0	F_DFv
fajta	1																		
H	0,093	1																	
C	-0,379**	-0,433**	1																
G	0,036	0,974**	-0,273**	1															
Ch	0,078	0,967**	-0,307**	0,956**	1														
S	0,093	0,855**	-0,398**	0,808**	0,919**	1													
Af	0,165	-0,831**	0,146	-0,856**	-0,841**	-0,715**	1												
Ad	0,168	-0,850**	0,167	-0,871**	-0,850**	-0,731**	0,986**	1											
A_G'	0,113	0,909**	-0,471**	0,863**	0,864**	0,786**	-0,615**	-0,645**	1										
A_G''	0,059	0,902**	-0,482**	0,859**	0,851**	0,783**	-0,684**	-0,720**	0,972**	1									
A_DF	-0,239*	-0,561**	0,343**	-0,491**	-0,533**	-0,493**	0,119	0,131	-0,650**	-0,472**	1								
A_LVE	0,115	0,907**	-0,481**	0,863**	0,857**	0,780**	-0,610**	-0,643**	0,991**	0,973**	-0,639**	1							
A_CO	0,063	0,892**	-0,437**	0,848**	0,856**	0,776**	-0,672**	-0,698**	0,968**	0,971**	-0,523**	0,969**	1						
FG'0	0,179	0,906**	-0,459**	0,870**	0,862**	0,768**	-0,636**	-0,655**	0,972**	0,949**	-0,600**	0,969**	0,950**	1					
FG'v	0,177	0,910**	-0,488**	0,875**	0,862**	0,775**	-0,660**	-0,681**	0,966**	0,961**	-0,545**	0,965**	0,949**	0,995**	1				
FG'v	0,156	0,892**	-0,515**	0,853**	0,837**	0,759**	-0,693**	-0,712**	0,922**	0,937**	-0,463**	0,915**	0,913**	0,958**	0,974**	1			
FG''v	0,067	0,872**	-0,510**	0,848**	0,816**	0,755**	-0,747**	-0,773**	0,866**	0,928**	-0,310**	0,873**	0,874**	0,892**	0,929**	0,965**	1		
F_DF0	-0,167	-0,555**	0,339**	-0,479**	-0,523**	-0,506**	0,126	0,142	-0,658**	-0,493**	0,952**	-0,641**	-0,525**	-0,614**	-0,565**	-0,482**	-0,341**	1	
F_DFv	-0,269*	-0,508**	0,365**	-0,415**	-0,480**	-0,454**	0,091	0,096	-0,572**	-0,397**	0,937**	-0,551**	-0,439**	-0,543**	-0,490**	-0,412**	-0,244*	0,967**	1

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó söprés

F: frekvencia söprés

M2. 27. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata a koncentráció függvényében a 0. hónapban

	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'₀	FG'ᵥ	FG'ᵥ	FG''ᵥ	F_DF₀	F_DFᵥ	konc	
H	1																			
C	-0,572**	1																		
G	0,723**	-0,069	1																	
Ch	0,722**	-0,378**	0,604**	1																
S	0,541**	-0,144	0,441**	0,804**	1															
Af	-0,235*	0,222*	-0,144	-0,219*	-0,112	1														
Ad	-0,186	0,362**	0,094	-0,261*	-0,172	0,493**														
A_G'	0,772**	-0,542**	0,453**	0,627**	0,474**	-0,205	-0,249*	1												
A_G''	0,734**	-0,567**	0,375**	0,618**	0,469**	-0,208*	-0,312**	0,986**	1											
A_DF	-0,786**	0,474**	-0,520**	-0,596**	-0,443**	0,130	0,146	-0,947**	-0,898**	1										
A_LVE	0,816**	-0,532**	0,514**	0,629**	0,471**	-0,141	-0,243*	0,931**	0,912**	-0,929**	1									
A_CO	0,780**	-0,669**	0,398**	0,672**	0,457**	-0,278**	-0,365**	0,893**	0,905**	-0,833**	0,879**	1								
FG'₀	0,787**	-0,472**	0,510**	0,672**	0,533**	-0,140	-0,279**	0,874**	0,854**	-0,864**	0,876**	0,840**	1							
FG'ᵥ	0,767**	-0,477**	0,477**	0,674**	0,539**	-0,154	-0,315**	0,859**	0,843**	-0,841**	0,851**	0,823**	0,993**	1						
FG'ᵥ	0,722**	-0,500**	0,429**	0,639**	0,476**	-0,159	-0,328**	0,809**	0,800**	-0,778**	0,790**	0,827**	0,969**	0,975**	1					
FG''ᵥ	0,713**	-0,437**	0,457**	0,643**	0,519**	-0,133	-0,317**	0,784**	0,769**	-0,763**	0,776**	0,758**	0,967**	0,984**	0,979**	1				
F_DF₀	-0,780**	0,452**	-0,503**	-0,658**	-0,536**	0,144	0,261*	-0,897**	-0,873**	0,904**	-0,910**	-0,825**	-0,950**	-0,933**	-0,857**	-0,867**	1			
F_DFᵥ	-0,778**	0,436**	-0,512**	-0,649**	-0,512**	0,133	0,235*	-0,879**	-0,851**	0,884**	-0,872**	-0,819**	-0,990**	-0,984**	-0,947**	-0,949**	0,961**	1		
konc	-0,791**	0,408**	-0,616**	-0,597**	-0,451**	0,211*	0,051	-0,636**	-0,602**	0,649**	-0,643**	-0,786**	-0,670**	-0,641**	-0,663**	-0,603**	0,622**	0,660**	1	

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó sóprés

F: frekvencia sóprés

M2. 28. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata a törköly koncentráció függvényében a 4. hónapban

	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'₀	FG'ᵥ	FG'ᵥ	FG''ᵥ	F_DF₀	F_DFᵥ	konc	
H	1																			
C	-0,640**	1																		
G	0,912**	-0,323**	1																	
Ch	0,864**	-0,429**	0,853**	1																
S	0,606**	-0,326**	0,587**	0,888**	1															
Af	-0,287**	0,151	-0,230*	-0,276**	-0,181	1														
Ad	-0,246*	0,131	-0,183	-0,160	-0,023	0,701**	1													
A_G'	0,927**	-0,601**	0,833**	0,784**	0,537**	-0,324**	-0,313**	1												
A_G''	0,896**	-0,629**	0,776**	0,735**	0,484**	-0,350**	-0,366**	0,985**	1											
A_DF	-0,884**	0,603**	-0,790**	-0,741**	-0,521**	0,182	0,174	-0,932**	-0,920**	1										
A_LVE	0,943**	-0,600**	0,854**	0,794**	0,538**	-0,351**	-0,338**	0,961**	0,946**	-0,894**	1									
A_CO	0,903**	-0,592**	0,768**	0,749**	0,503**	-0,385**	-0,369**	0,952**	0,935**	-0,856**	0,913**	1								
FG'₀	0,937**	-0,585**	0,842**	0,778**	0,520**	-0,255*	-0,193	0,935**	0,913**	-0,909**	0,928**	0,922**	1							
FG'ᵥ	0,931**	-0,605**	0,814**	0,764**	0,505**	-0,298**	-0,241*	0,940**	0,927**	-0,906**	0,927**	0,938**	0,995**	1						
FG'ᵥ	0,883**	-0,591**	0,763**	0,709**	0,458**	-0,274**	-0,217*	0,910**	0,901**	-0,863**	0,878**	0,915**	0,967**	0,976**	1					
FG''ᵥ	0,893**	-0,588**	0,781**	0,720**	0,462**	-0,324**	-0,242*	0,923**	0,913**	-0,863**	0,905**	0,921**	0,971**	0,979**	0,989**	1				
F_DF₀	-0,861**	0,590**	-0,737**	-0,716**	-0,502**	0,181	0,032	-0,820**	-0,794**	0,836**	-0,838**	-0,817**	-0,922**	-0,912**	-0,869**	-0,896**	1			
F_DFᵥ	-0,870**	0,546**	-0,804**	-0,739**	-0,522**	0,065	-0,045	-0,851**	-0,819**	0,881**	-0,843**	-0,809**	-0,947**	-0,931**	-0,917**	-0,915**	0,938**	1		
konc	-0,809**	0,334**	-0,799**	-0,736**	-0,520**	0,196	0,168	-0,803**	-0,740**	0,739**	-0,786**	-0,820**	-0,783**	-0,764**	-0,709**	-0,697**	0,652**	0,695**	1	

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó sóprés

F: frekvencia sóprés

M2. 29. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata a törköly koncentráció függvényében a 8. hónapban

	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'₀	FG'ᵥ	FG'ᵥ	FG''ᵥ	F_DF₀	F_DFᵥ	konc	
H	1																			
C	-0,513**	1																		
G	0,904**	-0,346**	1																	
Ch	0,916**	-0,299**	0,845**	1																
S	0,757**	-0,150	0,692**	0,845**	1															
Af	-0,820**	0,300**	-0,802**	-0,811**	-0,664**	1														
Ad	-0,837**	0,290**	-0,816**	-0,818**	-0,693**	0,974**	1													
A_G'	0,766**	-0,458**	0,547**	0,715**	0,578**	-0,539**	-0,542**	1												
A_G''	0,954**	-0,487**	0,839**	0,885**	0,748**	-0,844**	-0,859**	0,822**	1											
A_DF	-0,797**	0,500**	-0,596**	-0,710**	-0,603**	0,444**	0,449**	-0,813**	-0,755**	1										
A_LVE	0,956**	-0,477**	0,825**	0,898**	0,768**	-0,796**	-0,811**	0,859**	0,981**	-0,823**	1									
A_CO	0,910**	-0,355**	0,796**	0,896**	0,766**	-0,835**	-0,846**	0,805**	0,940**	-0,735**	0,953**	1								
FG'₀	0,963**	-0,487**	0,835**	0,891**	0,756**	-0,747**	-0,771**	0,853**	0,955**	-0,861**	0,973**	0,910**	1							
FG'ᵥ	0,964**	-0,473**	0,846**	0,894**	0,754**	-0,776**	-0,800**	0,841**	0,961**	-0,830**	0,972**	0,915**	0,996**	1						
FG'ᵥ	0,949**	-0,467**	0,849**	0,874**	0,754**	-0,809**	-0,835**	0,774**	0,964**	-0,764**	0,956**	0,896**	0,972**	0,980**	1					
FG''ᵥ	0,928**	-0,411**	0,873**	0,859**	0,744**	-0,846**	-0,877**	0,686**	0,938**	-0,680**	0,917**	0,868**	0,933**	0,951**	0,980**	1				
F_DF₀	-0,763**	0,462**	-0,573**	-0,690**	-0,598**	0,357**	0,382**	-0,793**	-0,696**	0,928**	-0,770**	-0,656**	-0,831**	-0,796**	-0,710**	-0,625**	1			
F_DFᵥ	-0,721**	0,537**	-0,521**	-0,621**	-0,526**	0,294**	0,309**	-0,779**	-0,661**	0,900**	-0,734**	-0,589**	-0,792**	-0,755**	-0,678**	-0,568**	0,969**	1		
konc	-0,658**	0,255*	-0,454**	-0,653**	-0,546**	0,463**	0,486**	-0,733**	-0,620**	0,730**	-0,673**	-0,710**	-0,671**	-0,647**	-0,555**	-0,487**	0,725**	0,640**	1	

*p < 0,05; **p < 0,01

A: amplitudó sóprés

F: frekvencia sóprés

M2. 30. táblázat. A sütésálló lekvárok korrelációs táblázata a törköly koncentráció függvényében a 12. hónapban

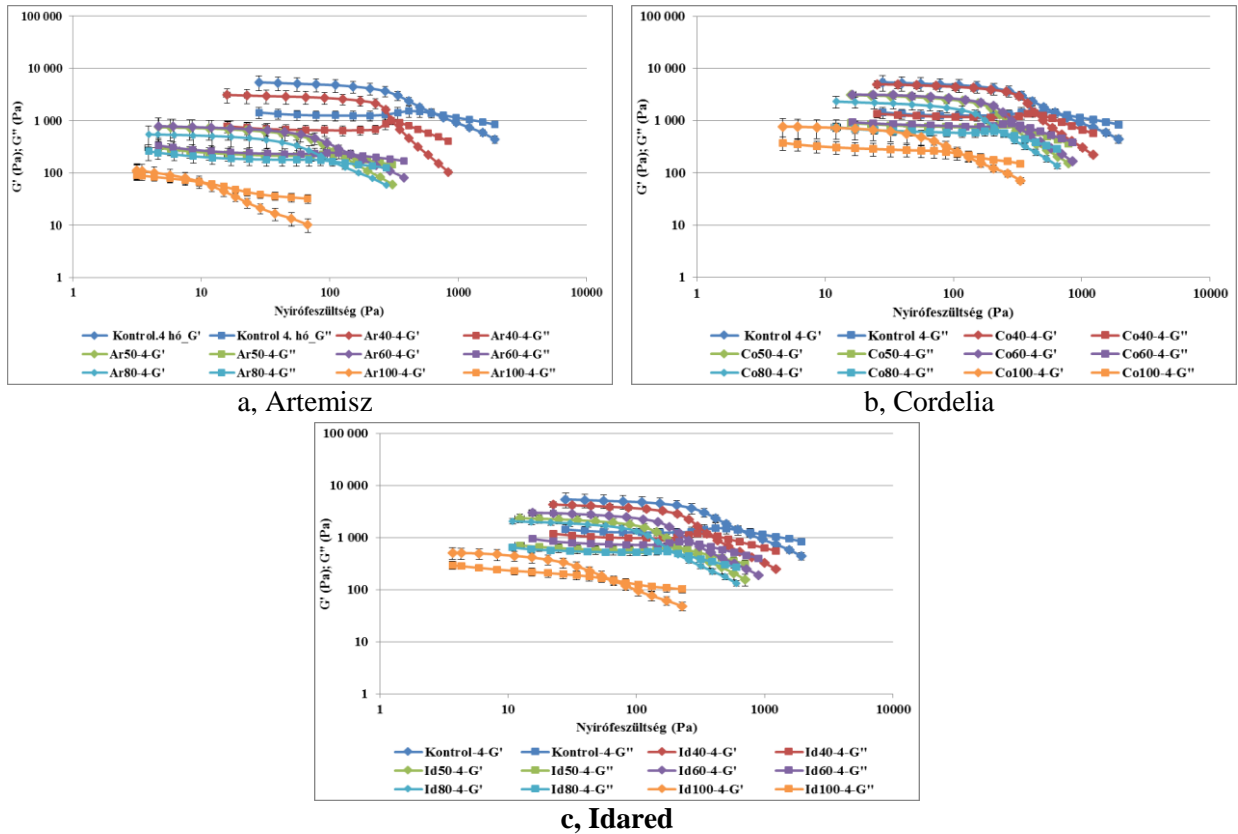
	H	C	G	Ch	S	Af	Ad	A_G'	A_G''	A_DF	A_LVE	A_CO	FG'₀	FG'v	FG'v	FG''v	F_DF₀	F_DFv	konc	
H	1																			
C	-0,433**																			
G	0,974**	-0,273**	1																	
Ch	0,967**	-0,307**	0,956**	1																
S	0,855**	-0,398**	0,808**	0,919**	1															
Af	-0,831**	0,146	-0,856**	-0,841**	-0,715**	1														
Ad	-0,850**	0,167	-0,871**	-0,850**	-0,731**	0,986**	1													
A_G'	0,909**	-0,471**	0,863**	0,864**	0,786**	-0,615**	-0,645**	1												
A_G''	0,902**	-0,482**	0,859**	0,851**	0,783**	-0,684**	-0,720**	0,972**	1											
A_DF	-0,561**	0,343**	-0,491**	-0,533**	-0,493**	0,119	0,131	-0,650**	-0,472**	1										
A_LVE	0,907**	-0,481**	0,863**	0,857**	0,780**	-0,610**	-0,643**	0,991**	0,973**	-0,639**	1									
A_CO	0,892**	-0,437**	0,848**	0,856**	0,776**	-0,672**	-0,698**	0,968**	0,971**	-0,523**	0,969**	1								
FG'₀	0,906**	-0,459**	0,870**	0,862**	0,768**	-0,636**	-0,655**	0,972**	0,949**	-0,600**	0,969**	0,950**	1							
FG'v	0,910**	-0,488**	0,875**	0,862**	0,775**	-0,660**	-0,681**	0,966**	0,961**	-0,545**	0,965**	0,949**	0,995**	1						
FG'v	0,892**	-0,515**	0,853**	0,837**	0,759**	-0,693**	-0,712**	0,922**	0,937**	-0,463**	0,915**	0,913**	0,958**	0,974**	1					
FG''v	0,872**	-0,510**	0,848**	0,816**	0,755**	-0,747**	-0,773**	0,866**	0,928**	-0,310**	0,873**	0,874**	0,892**	0,929**	0,965**	1				
F_DF₀	-0,555**	0,339**	-0,479**	-0,523**	-0,506**	0,126	0,142	-0,658**	-0,493**	0,952**	-0,641**	-0,525**	-0,614**	-0,565**	-0,482**	-0,341**	1			
F_DFv	-0,508**	0,365**	-0,415**	-0,480**	-0,454**	0,091	0,096	-0,572**	-0,397**	0,937**	-0,551**	-0,439**	-0,543**	-0,490**	-0,412**	-0,244**	0,967**	1		
konc	-0,613**	0,003	-0,611**	-0,620**	-0,477**	0,415**	0,434**	-0,701**	-0,644**	0,522**	-0,710**	-0,754**	-0,682**	-0,634**	-0,523**	-0,424**	0,472**	0,416**	1	

*p < 0,05; **p < 0,01

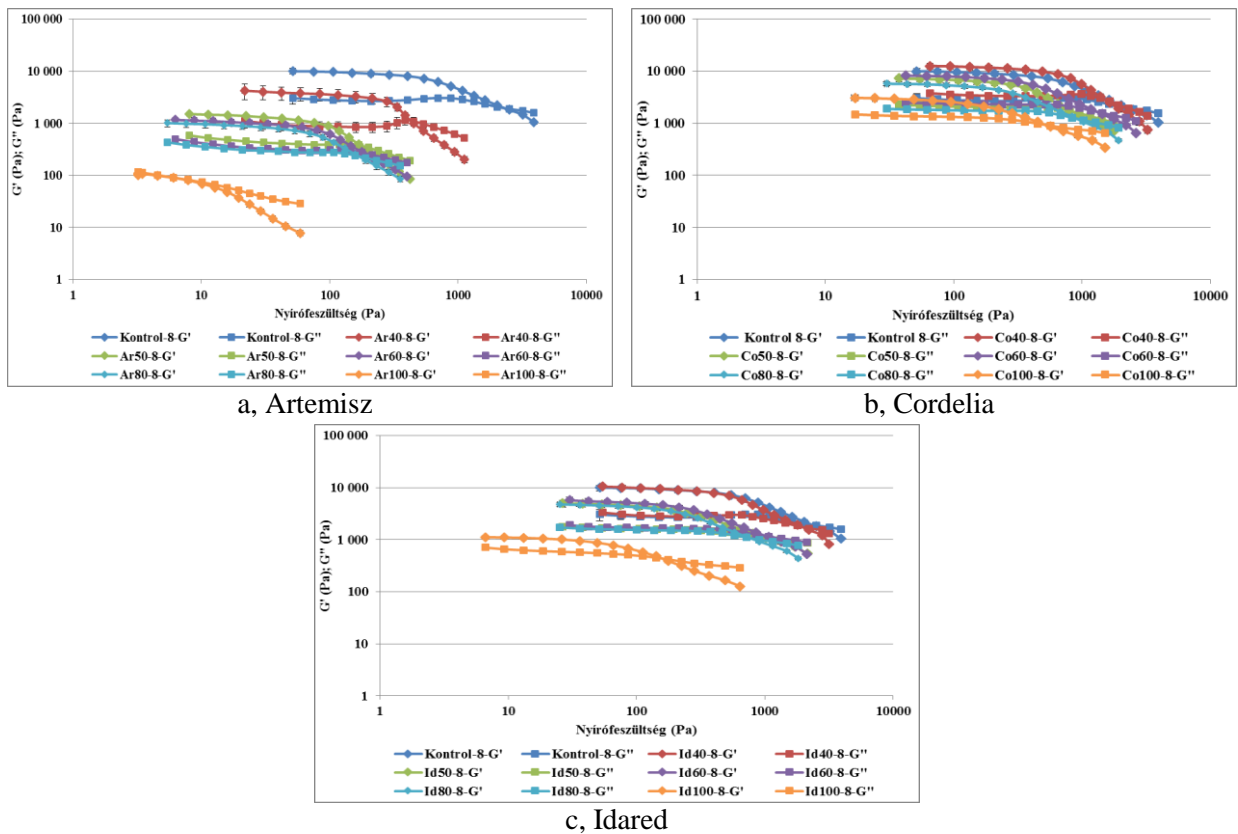
A: amplitudó sóprés

F: frekvencia sóprés

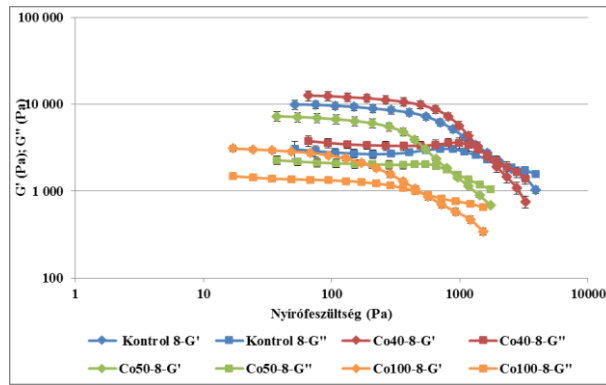
M3. ÁBRÁK



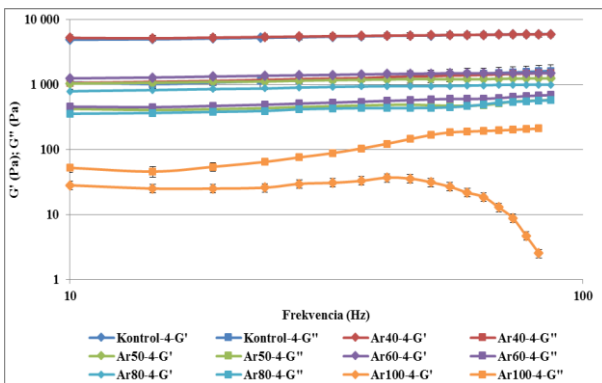
M3. 1. ábra. A sütésálló lekvárok 4. hónapban mért amplitúdó söprés reogramjai



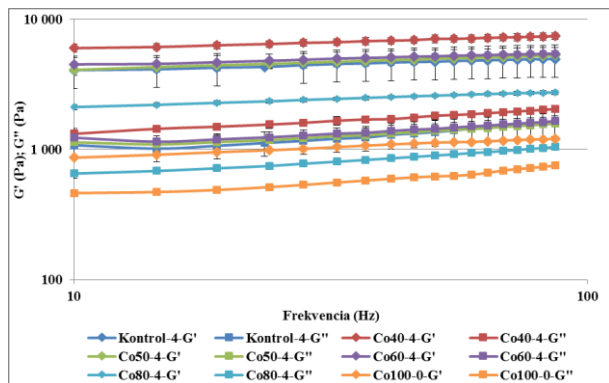
M3. 2. ábra. A sütésálló lekvárok 8. hónapban mért amplitúdó söprés reogramjai



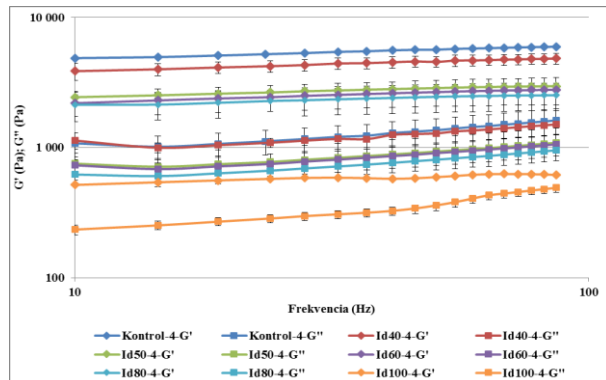
M3. 3. ábra. Cordelia törkölyvel készített sütésálló lekvárok reogramjai a 8. tárolási hónapban, a 0, 40, 50, 100% törkölyt tartalmazó minták esetében



a, Artemisz

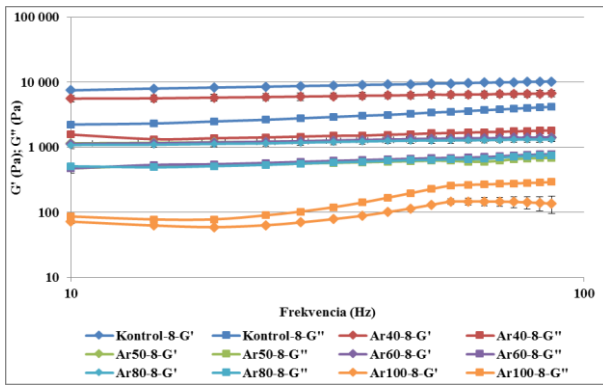


b, Cordelia

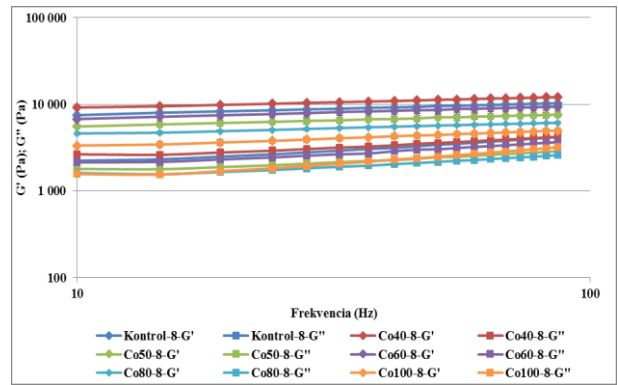


c, Idared

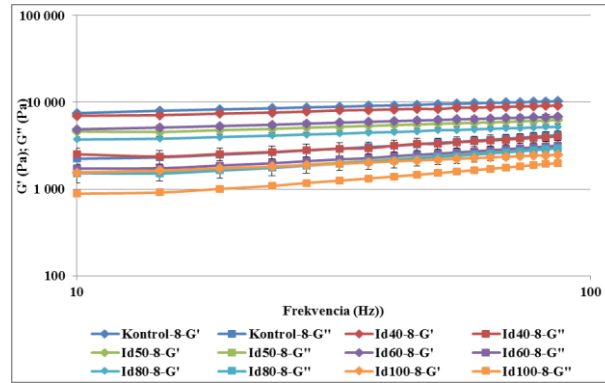
M3. 4. ábra. A sütésálló lekvárok 4. hónapban mért frekvencia söprés reogramjai



a, Artemisz

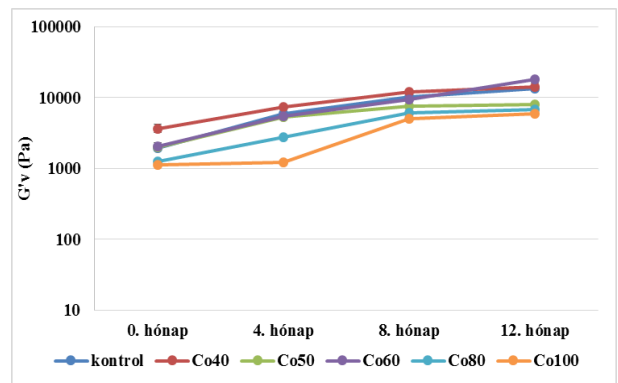
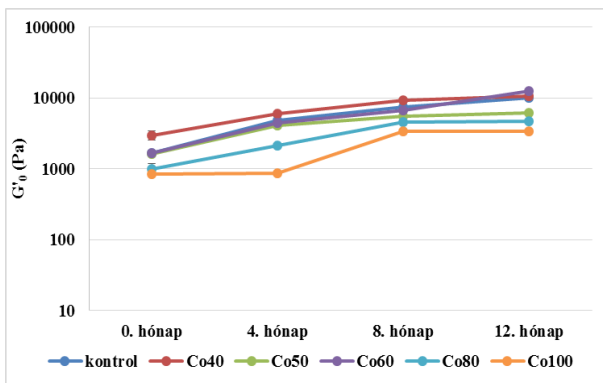


b, Cordelia

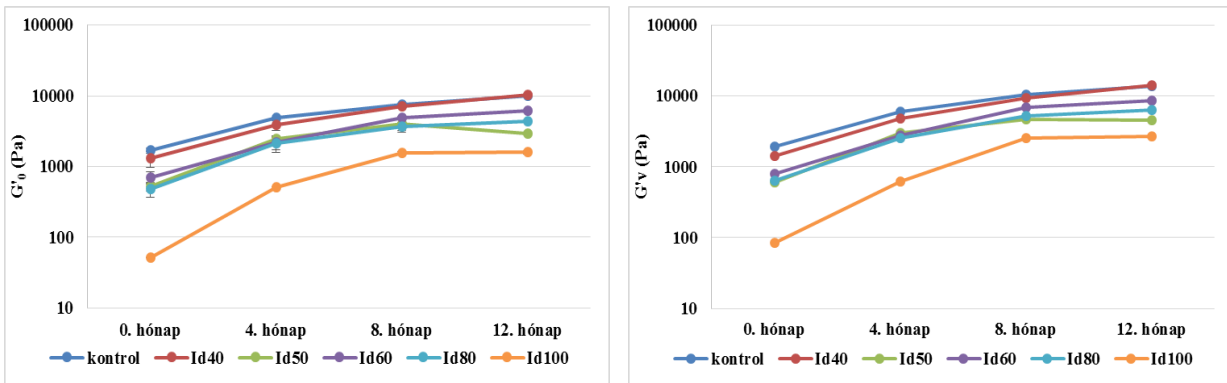


c, Idared

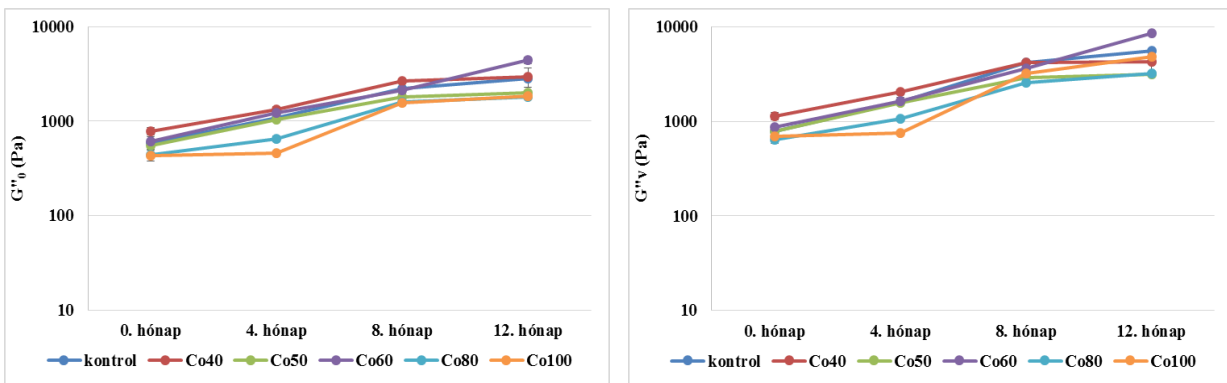
M3. 5. ábra. A sütésálló lekvárok 8. hónapban mért frekvencia söprés reogramjai



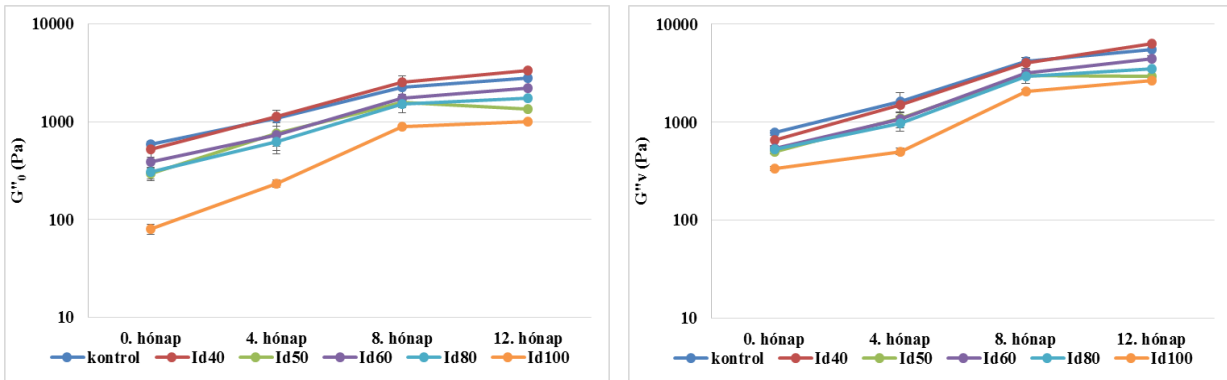
M3. 6. ábra. Kezdeti és végső rugalmassági modulus (G') változása a tárolás alatt Cordelia almatörkölyvel készült sütésálló lekvárok esetében



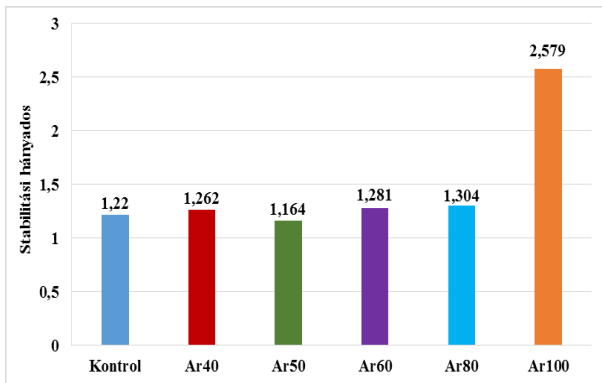
M3. 7. ábra. Kezdeti és végső rugalmassági modulus (G') változása a tárolás alatt Idared almatörkölyvel készült sűtésálló lekvárok esetében



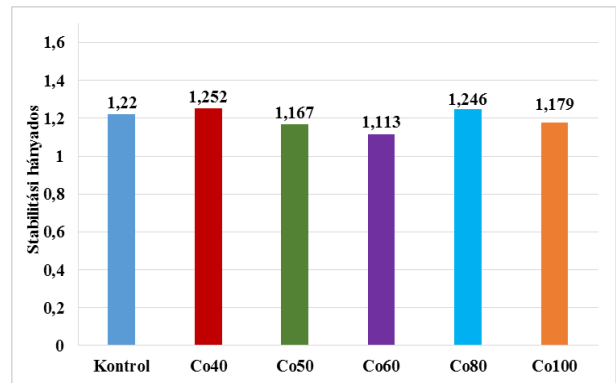
M3. 8. ábra. Kezdeti és végső veszteségi modulus (G'') változása a tárolás alatt Cordelia almatörkölyvel készült sűtésálló lekvárok esetében



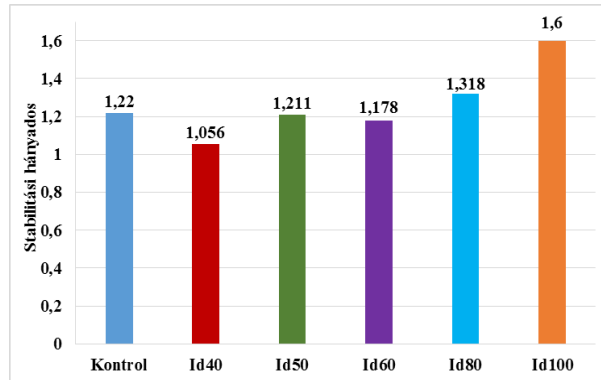
M3. 9. ábra. Kezdeti és végső veszteségi modulus (G'') változása a tárolás alatt Idared almatörkölyvel készült lekvárok esetében



a, Artemisz

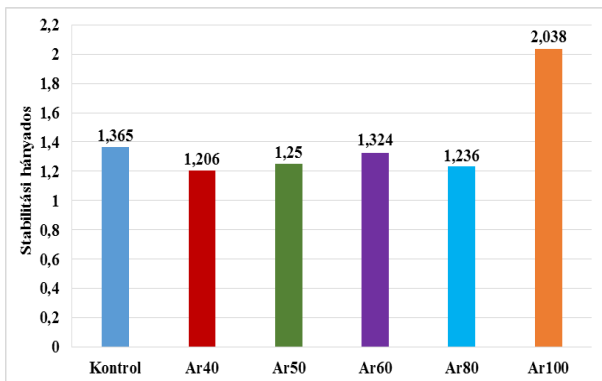


b, Cordelia

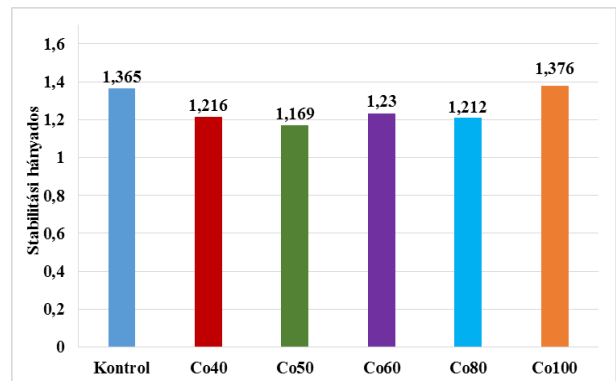


c, Idared

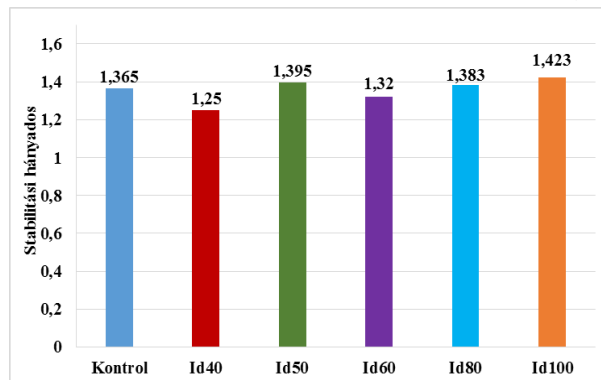
M3. 10. ábra. A sütésálló lekvárok stabilitási hányados értékei a 4. hónapban



a, Artemisz

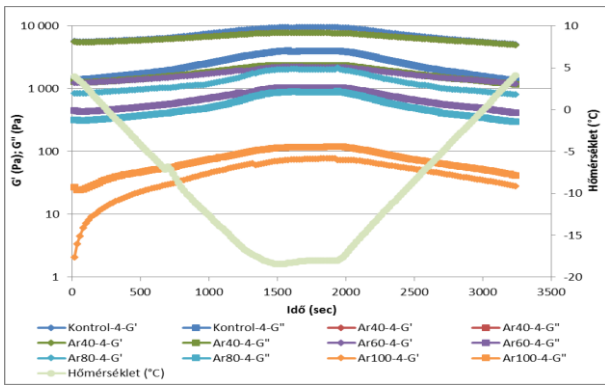


b, Cordelia

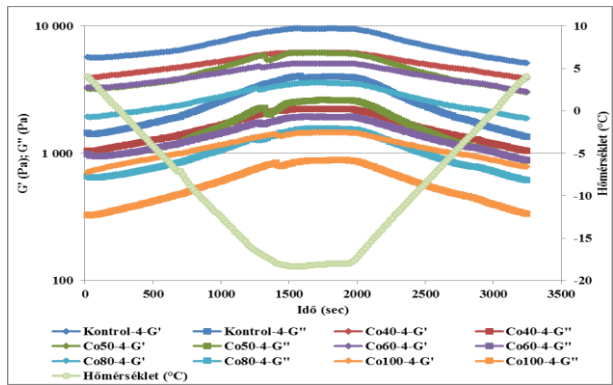


c, Idared

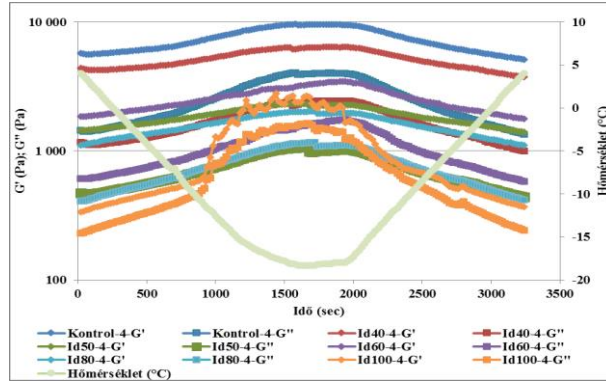
M3. 11. ábra. A sütésálló lekvárok stabilitási hányados értékei a 8. hónapban



a, Artemiz

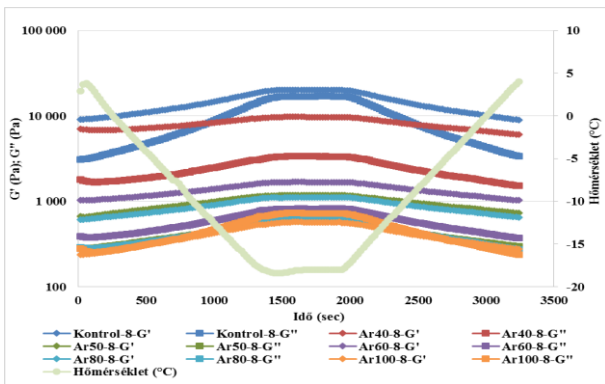


b, Cordelia

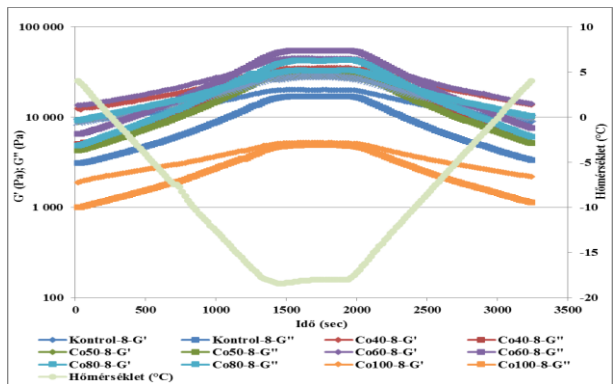


c, Idared

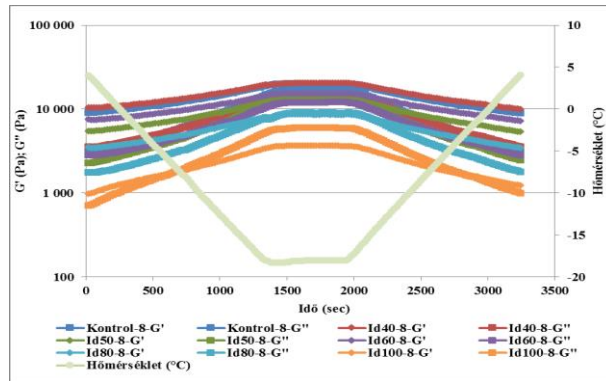
M3. 12. ábra. A sütésálló lekvárok 4. hónapban mért hőmérsékletfüggés (fagyasztás) reogramjai



a, Artemiz

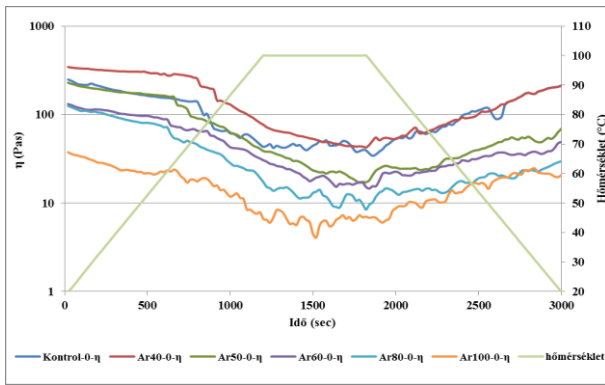


b, Cordelia

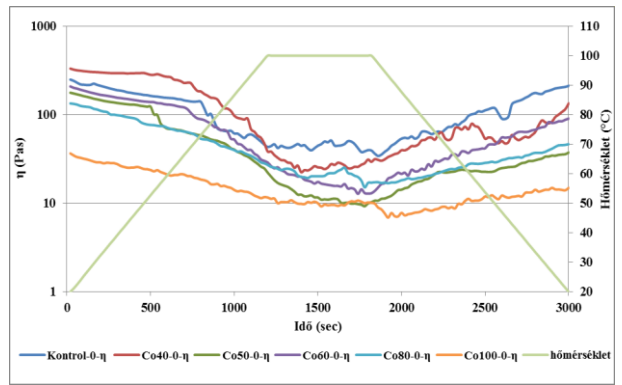


c, Idared

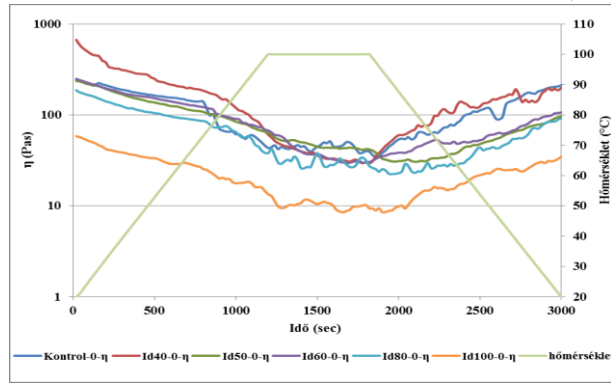
M3. 13. ábra. A sütésálló lekvárok 8. hónapban mért hőmérsékletfüggés (fagyasztás) reogramjai



a, Artemisz

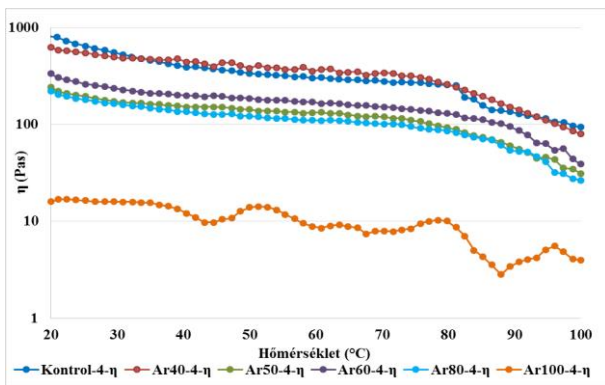


b, Cordelia

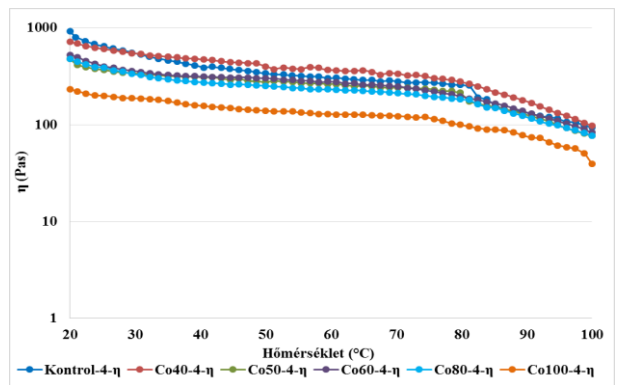


c, Idared

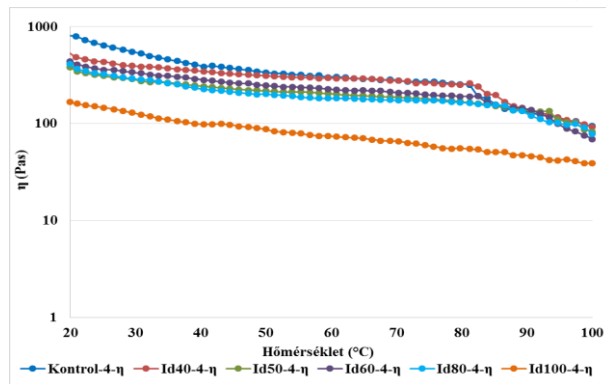
M3. 14. ábra. A sütésálló lekvárok 0. hónapban mért hőmérsékletfüggés (sütés) reogramjai



a, Artemisz

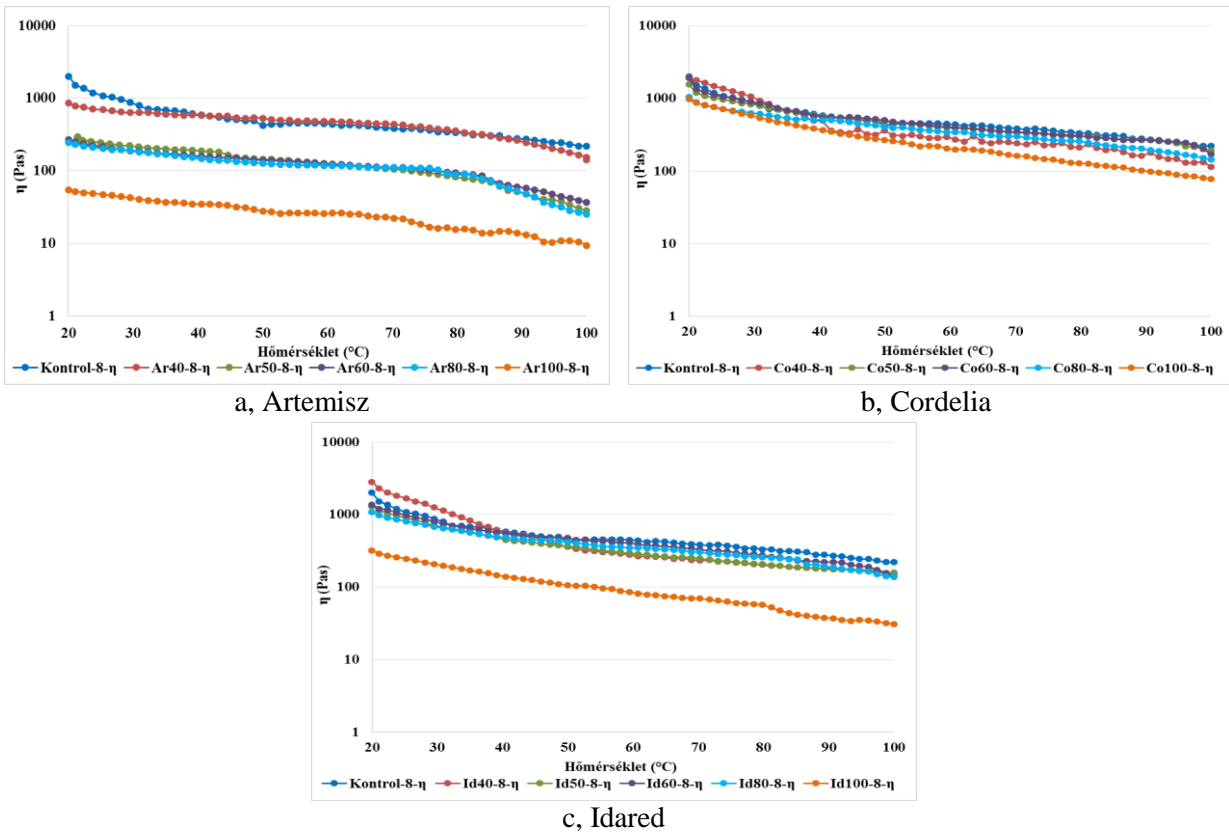


b, Cordelia

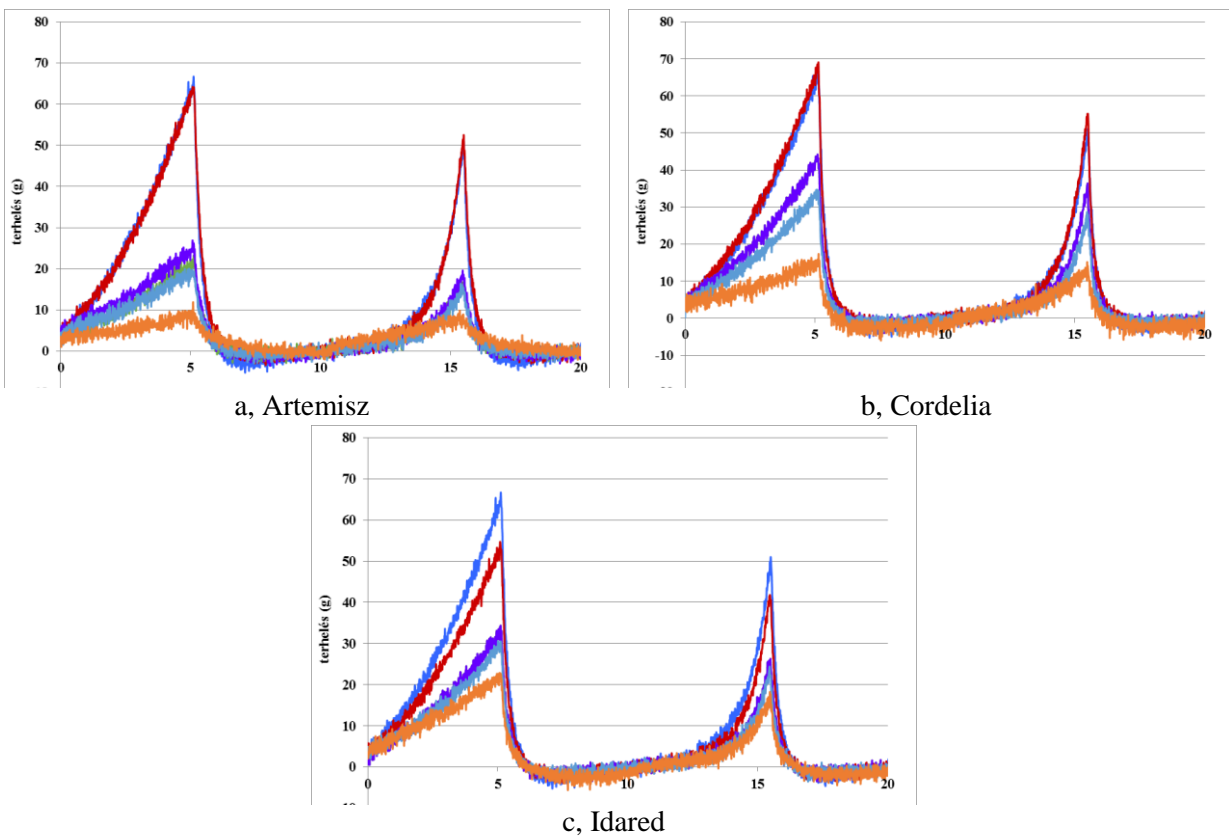


c, Idared

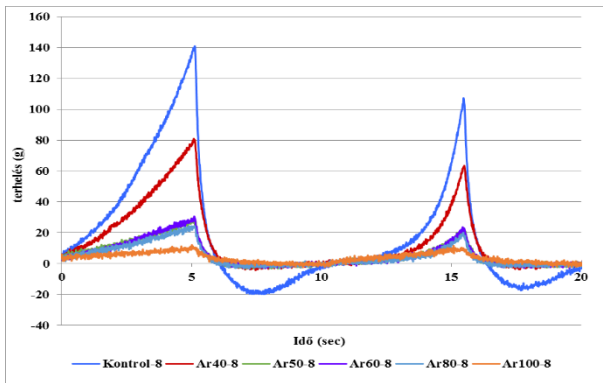
M3. 15. ábra. A sütésálló lekvárok viszkozitás görbéi a 4. hónapban



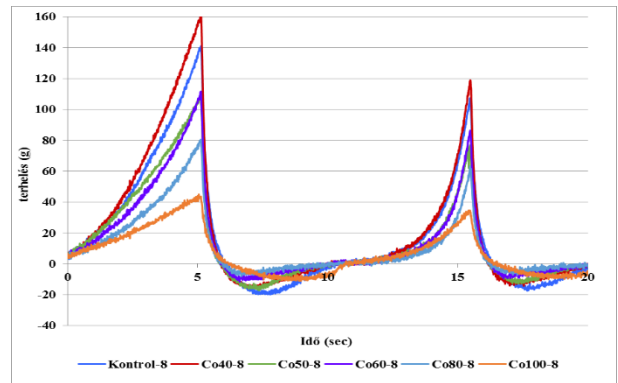
M3. 16. ábra. A sütésálló lekvárok viszkozitás görbéi a 8. hónapban



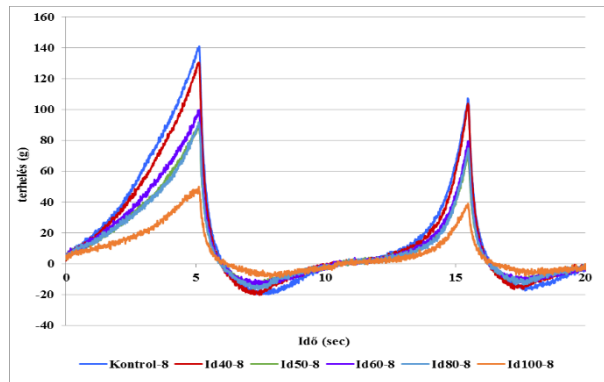
M3. 17. ábra. A sütésálló lekvárok állományprofiljai a 4. hónapban



a, Artemisz

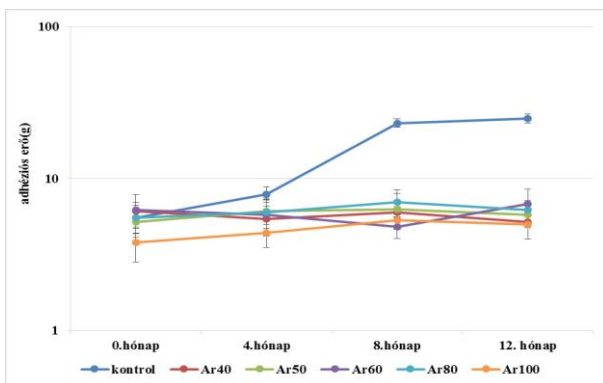


b, Cordelia

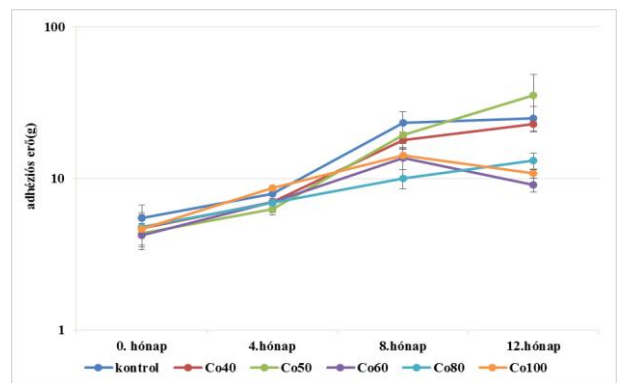


c, Idared

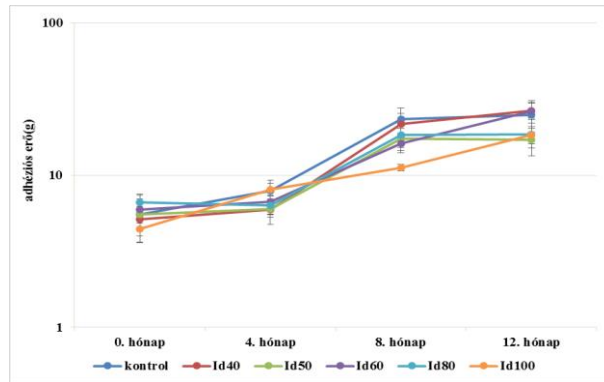
M3. 18. ábra. A sütésálló lekvárok állományprofiljai a 8. hónapban



a, Artemisz

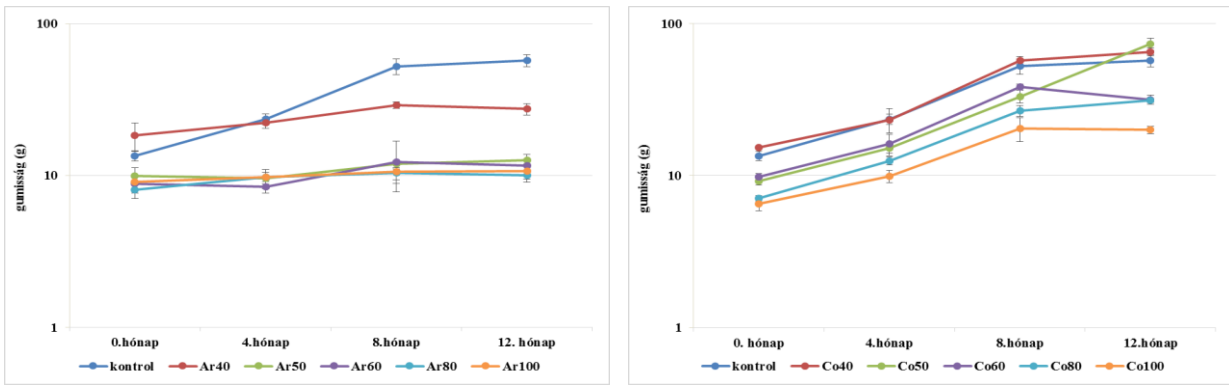


b, Cordelia



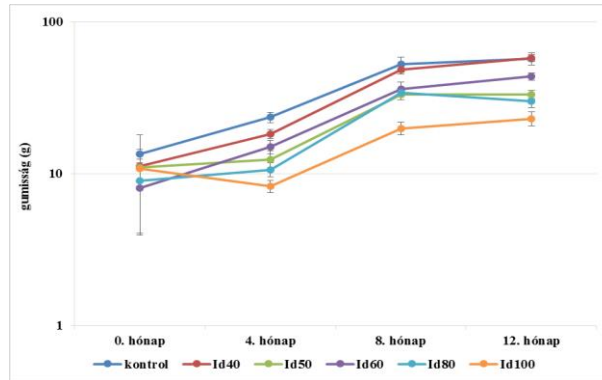
c, Idared

M3. 19. ábra. A sütésálló lekvárok adhéziós erőinek változása a tárolás alatt



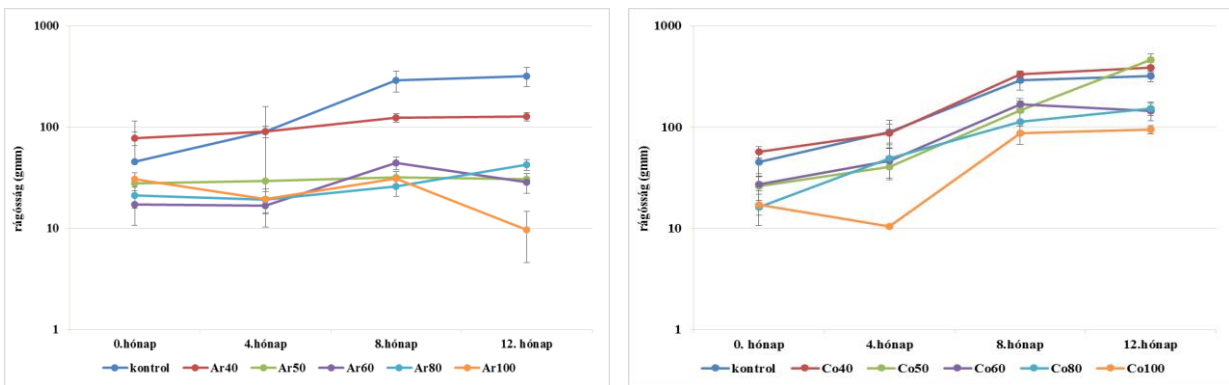
a, Artemisz

b, Cordelia



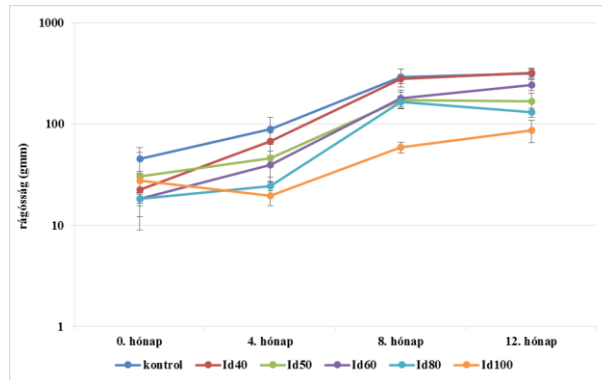
c, Idared

M3. 20. ábra. A sütésálló lekvárok gumisság értékeinek változása a tárolás alatt



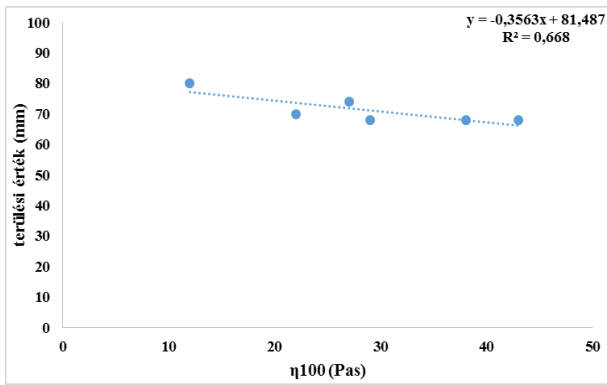
a, Artemisz

b, Cordelia

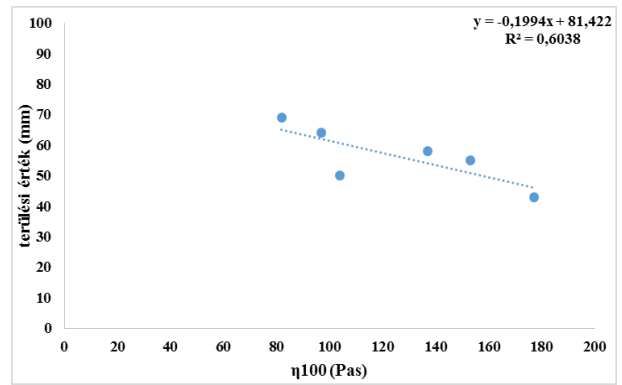


c, Idared

M3. 21. ábra. A sütésálló lekvárok rágósság értékeinek változása a tárolás alatt

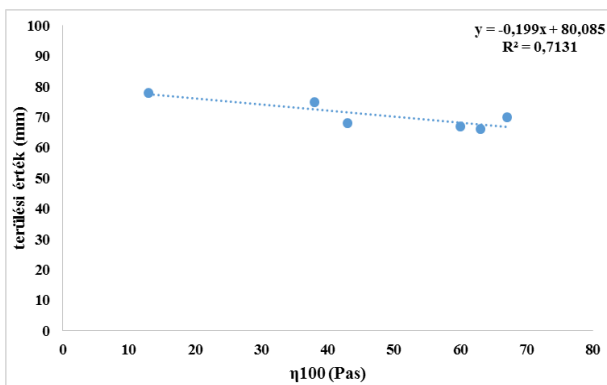


a. tárolás kezdete (0. hónap)

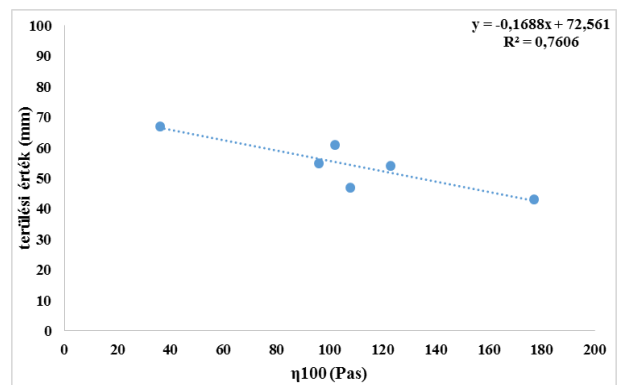


b. tárolás vége (0. hónap)

M3. 22. ábra. Cordelia törkölyt tartalmazó lekvárok η_{100} és a terülesi értékek közötti korreláció a tárolás kezdetén és végén



a. tárolás kezdete (0. hónap)



b. tárolás vége (0. hónap)

M3. 23. ábra. Idared törkölyt tartalmazó lekvárok η_{100} és a terülesi értékek közötti korreláció a tárolás kezdetén és végén

M4. FÉNYKÉPEK



M4. 1. fénykép. Almatörkölyvel dúsított lisztkeverékek (Papp, 2009)



Kontrol cipó



10% almatorköly liszt keverék
tartalmú cipó



20% almatorköly liszt keverék
tartalmú cipó



30% almatorköly liszt keverék
tartalmú cipó

M4. 2. fénykép. Almatörkölyvel dúsított lisztkeverékekből készült cipók (Papp, 2009)



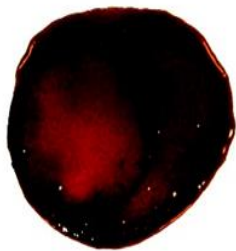
Kontrol minta sütés előtt



Kontrol minta sütés után



Ar100 sütés előtt



Ar100 sütés után



Co100 sütés előtt



Co100 sütés után



Id100 sütés előtt



Id100 sütés után



M4. 3. fénykép. A sütésálló lekvárok sütési teszt előtt a 0. hónapban

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném kifejezni köszönetemet témavezetőmnek, **Stégerné dr. Máté Mónikának**, aki kutatási témámat arra érdemesnek találta, tisztelte önállóságomat, ugyanakkor kutatási tevékenységemet javaslataival és útmutatásaival mindvégig segítette.

Szeretném megköszönni a Konzervtechnológiai Tanszék volt tanszékvezetőjének, **Dr. Barta Józsefnek**, hogy számomra a doktori munkámhoz szükséges feltételeket biztosította.

Köszönettel és hálával tartozom szakmai konzulensemnek, **Dr. Juhász Rékának**, aki doktori tevékenységemet mindvégig segítette. Szeretnék köszönetet mondani a mérésekhez, a kiértékeléshez nyújtott önzetlen szakmai segítségért, valamint a sok biztató szóért, és azért, mert végig hitt bennem.

A **Gyümölcsstermő Növények Tanszékének** szeretném megköszönni, hogy kísérleteimhez biztosították az almafajtákat. A **Sió-Eckes valamint a Pacific Óceán Kft-nek** köszönöm a lekvárhoz szükséges alapanyagokat.

Dolgozatom végleges eredményei közé nem került be, de szeretnék köszönetet mondani a Sör-és Szeszipari Tanszék tanszékvezető asszonyának, **Hegyesné dr. Vecseri Beátának**, hogy számomra lehetőséget biztosított az almatörköly antimikrobás teszteléseinek elvégzéséhez. Hálás köszönetem **Dr. Kun Szilárdnak**, aki a mikrobiológiai vizsgálatokban nyújtott számomra segítséget. Szeretném megköszönni a Hűtő-és Állatitermék Technológia Tanszék volt tanszékvezetőjének, **Dr. Balla Csabának**, hogy lehetővé tette számomra a DSC használatát. A mérésekben nyújtott segítségét hálásan köszönöm **Dr. Zeke Ildikó Csillának**.

A statisztikai értékelésben **Dr. Gere Attila** volt segítségemre, munkáját ez úton is köszönöm.

Köszönöm a Konzervtechnológiai Tanszék minden volt és jelenlegi dolgozójának, hogy segítették munkámat. Hálával tartozom **Komlós Gábornak**, akire mindig számíthattam a laboratóriumi méréseimben. Szeretnék köszönetet mondani **Ráczné Virágh Andrea** tanszéki ügyintézőnek, aki e dolgot a formai követelményeknek megfelelően nagy gondossággal végleges formátumra alakította.

Külön köszönettel tartozom **Édesanyámnak**, aki tanulmányaim során mindig támogatott, biztatott és bátorított.

Nem utolsósorban köszönettel és hálával tartozom **Kislányomnak és Férjemnek**, hogy áldozatkész segítségükkel és szeretetükkel lehetővé tették a dolgozat elkészítését, a dolgozat írása, valamint a felkészülés ideje alatt végtelen türelmesek és megértőek voltak.