

SZAKDOLGOZAT

Simon Lóránt szakdolgozat

Simon Lóránt

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszer Mérnöki alapképzés szak

Kazein és kazeinmentes címkeragasztók reológiai összehasonlító
vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Szabó-Nótin Beatrix
egyetemi docens

Belső konzulens
intézete/tanszéke: Gyümölcs és
Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Készítette: Simon Lóránt

2025

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés	1
2.	Irodalmi feldolgozás.....	3
2.1.	<i>Kazein tartalmú ragasztók</i>	3
2.2.	<i>Kazein</i>	3
2.2.1.	<i>Kazein felhasználása az élelmiszeriparba</i>	4
2.3.	<i>Reológia az élelmiszeriparban</i>	4
2.3.1.	<i>Legfontosabb reológiai fogalmak, tulajdonságok</i>	5
3.	Anyag és módszerek.....	9
3.1.	<i>Kísérletek helyszíne</i>	9
3.2.	<i>Minták kiválasztása</i>	9
3.3.	<i>Mixer bemutatása</i>	9
3.4.	<i>Aquence XP 190 ragasztó bemutatása</i>	10
3.4.1.	<i>Aquence XP 190 ragasztó előállítása</i>	10
3.4.1.1.	<i>A ragasztó gyártástechnológiája</i>	11
3.5.	<i>Az Aquence Eticol 700 ragasztó bemutatása</i>	15
3.5.1.	<i>Az Aquence Eticol 700 ragasztó előállítása</i>	15
3.5.1.1.	<i>Az Aquence Eticol 700 ragasztó gyártástechnológiája</i>	16
3.6.	<i>TA Instrument Discovery Hybrid Reométer bemutatása</i>	17
3.6.1.	<i>Alkalmazott teszt paraméterek</i>	18
3.7.	<i>Brookfield DV2T rotációs viszkoziméter bemutatása</i>	19
3.8.	<i>Mettler Toledo pH- mérő bemutatása</i>	19
4.	Eredmények.....	20
4.1.	<i>A ragasztók viszkozitásának eredményei</i>	20
4.2.	<i>Metszéspont (Cross over point: COP) meghatározás eredményei</i>	21
4.3.	<i>pH mérés eredményei</i>	23
5.	Következtetések	26
6.	Összefoglalás.....	27

1. Bevezetés és célkitűzés

A szakdolgozat bemutatja, ugyanazon vevői követelmények közt a kazeines címkeragasztók és az új típusú kazeinmentes ragasztók kevesebb ragasztó felhasználás mellett nagyobb felviteli sebességet tesz lehetővé. A bemutatást egy azon cég, két termékcsaládján keresztül történik. Kazein tartalmú ragasztó család a Henkel cég általgyártott Aquance GL700 Eticol terméke és a kazeinmentes Henkel Aquance XP 190-es terméke.

Kazeines címkeragasztók esetében sok vevői reklamáció született az elmúlt években, mind alkalmazás technikai, mind minőségben, mind mikrobiológiai eredetűek. Ennek hatására született meg egy új termékcsalád, amelynek célja a kazein tartalmú ragasztók kiváltása egy megbízhatóbb, de a vevői igényeket ugyanúgy kiszolgáló terméké.

Dolgozatomban kitérek az előállítási különbségekre, technológiai nehézségekre. Fizikai, kémiai vizsgálatokon keresztül bizonyítom a két termékcsalád helyettesíthetőségét egymással, és a kazeinmentes címkeragasztókban rejlő fejlesztési lehetőségeket.

A kazeines címkeragasztók, előállítása viszonylag egyszerű, de fajlagos költsége magas, mert függ a kazein világ piaci áráról és minőségétől. A ragasztógyártáshoz használt kazein minősége azonos beszállítótól, és azonos gyártási körülmények között is változik, ezért a felhasználás előtt /laboratóriumi körülmények között/ kazeint fel kell főzni, és ha a minta viszkozitása két hét után is megfelelő, csak akkor lehet belőle ragasztót készíteni, különben magas a nem megfelelő termék előállításának kockázata. Gyártástechnológiai hiba esetén magas kockázata van a penészgombák elszaporodásának, ami egészségügyi kockázatot rejt, mivel az elsődleges ipari felhasználók a sörgyárak, illetve más élelmiszeripari üzemek. Viszonylag alacsony szavatossági idővel rendelkeznek. Általában hat hónapig szavatolják a gyártók a minőséget, az ezt meghaladó idő után drasztikus viszkozitás esés következik be.

A kazeinmentes címkeragasztók előnyei közé tartozik, hogy nem függ a kazein áráról, nem befolyásolja a kazein minősége, az egyenletes minőség tartható, maga az anyag könnyebben lemosható a visszagyűjtött üvegről.

A végső viszkozitás beállítása vízzel történik, de felhasználás előtt még víz hozzá adásával hígítható, így a végfelhasználó a felhasználás módjához tudja igazítani a ragasztó tulajdonságait, és optimalizálhatja a felhasznált mennyiséget. Hosszabb szavatossági idővel kerül forgalomba, ami általában a gyártástól számított egy év, amely egy újra tesztelés után akár hosszabbítható is.

A kazeinmentes ragasztóknál a viszkozitás beállítása vízzel történik, míg a kazeines ragasztókat szilárd karbamiddal dolgozunk. A karbamid felhasználás is jelentős csökken, ezáltal a környezeti terhelés is.

Dolgozatom célja, hogy betekintést nyújtson az ipari címkeragasztók előállításába, és hogy összehasonlítsa a kazeines ragasztók és a kazeinmentes ragasztók fizikai tulajdonságait, gazdasági előnyeit. Feltárja a ragasztástechnikai különbségeket, fizikai mérésekkel támasztom alá a teljesítmény béli különbségeket. A technológiai lépéseknél figyelembe veszem a környezettudatosági, és gazdasági szempontokat is.

Simon Lóránt szakdolgozat

2. Irodalmi feldolgozás

2.1. Kazein tartalmú ragasztók

Mint az Egyesült államokban megjelent tanulmányból kiderül (Bye, 1990), a kazein tartalmú ragasztók általában az alábbi tulajdonságokkal és összetételekkel rendelkeznek:

Kazein tartalmuk 20-25% közt változik, ami egy jelentős felhasználás, mivel ez 1600 -2000 kg-ot jelent egy batch (tétel) gyártásánál, és itt a legjobb minőségű kazeint használják fel. Atamer (2020) is rávilágít, hogy a ragasztási tulajdonságok nagyba függenek a kazein minőségétől és a forrásától is.

Karbamid tartalma 21-23%, ammónium-hidroxidot pedig 1,0-1,6%-ban tartalmaz (Sutermeister, 1932), ezáltal felelős a reakció közeg pH-ért, és meghatározza a végtermék pH-ját is.

A karbamid az ammónium-hidroxiddal vegyítve diszpergálószerként funkcionál, de mellette a szálak közé épülve /mint egy kis kerék/ a szálak rajta el tudnak csúszni, így viszkozitásra csökkentő hatással van, ezért a végleges viszkozitás elérése miatt, szilárd karbamiddal csökkentjük a kívánt tartományba a viszkozitást a kazeines ragasztóknál, mivel ebben az esetben csak felületkezelt élelmiszeripari felhasználásra engedélyezett karbamidot lehet felhasználni.

A ragasztó cink-oxidot és cink-acetátot 0,3-0,5%-ban tartalmaz és ez felel a keresztkötések kialakulásáért, mellette hozzájárul a vízzel szembeni ellenálláshoz. A rosszul megválasztott cink ion forrás a gyártás során olyan mennyiségű keresztkötéseket alakít ki, hogy a mixerek keverői alig tudnak elforogni és karbamid igény a többszörösére nő.

2.2. Kazein

A kazein a tej egyik fontos alkotó eleme (Buzas, Szafner & Kovács, 2021). A tejfehérjék 90-95% kazein típusú fehérjék. Egy gömb alakú fehérjéből áll kifelé hidrofób, befelé hidrofíl részt tartalmaz ezeket a fehérje gömböket kazein micelláknak nevezzük (Heck et al., 2009, Holland et al.2010). A kazein foszfoprotein építik fel, vízben oldhatatlan. A kazeint négy alkotóra lehet osztani α 1- α 2-, β - és κ -kazeinre (Kunz & Lønnerdal, 1990). κ -kazein a micellák felszínét stabilizálja. Kalcium ionokat képes megkötni ezért jó kalcium források a szervezetnek, mivel a felszívódási aránya magas.

2.2.1. Kazein felhasználása az élelmiszeriparban

A kazeint az élelmiszeriparban számos területen használják fel. a sajtok fő alkotója. Az utóbbi években a kazeint használják a táplálék kiegészítők készítésénél is, a legtöbb fehérje por alapja. Ezen kívül pedig festékek, és ragasztók alapanyagául is szolgál (Gloman & Napoli, 2006).

2.3. Reológia az élelmiszeriparban

A reológia az anyagok folyási tulajdonságaival foglalkozik, a tudományterület a műanyagipar megjelenésével kulcs szerepet kapott, mert a műanyagoknak és a különböző biopolimerek jelentősége meg nőtt és e tudományággal lehet legjobban leírni a várható viselkedését, például, hogy egy festék mennyire folyik meg egy falon (Zotek, 2016), vagy, hogy a ketchupot mekkora erővel kell megnyomni, hogy a flakomból kijöjjön, de a kenyéren ne folyón szét.

Élelmiszeripari technológiákban jelentős szerepet tölt be az ismerete. Olyan alapvető dolgoknál, mint gyártósorok tervezése mert segítségével ki lehet számolni a szükséges szivattyú teljesítményt, a bepárlók kiválasztásánál is szempont a bepárolandó lé viszkozitása. A ragasztás technikában ezekkel a vizsgálatokkal tudjuk leírni, hogyan fog viselkedni a felhasználásnál. Mikor folyik meg a felületen, vagy mennyi ideig lehet még használni, mikor kezd el növekedni a viszkozitása, mikor kezd meg kötni a ragasztó. Élelmiszeripari csomagolóanyagoknál a festékek, feliratok minőségét is a festék viszkozitása határozza meg (Várza, 2024).

Az élelmiszeriparban reológiai vizsgálatokkal határozzák meg a fagyasztott -élelmiszer emulziók, mint például a fagylatok stabilitását (Zeke, 2015). De vizsgálhatjuk a növényi zsírok változó tárolási körülmények hatásait a csokoládé minőségére is (Veronika, 2011). Valamint reológiai vizsgálatokkal határozzuk meg a kenyérbélzet állomány jellemzőit is (Lambert- Meretei, 2012).

Használjuk a reológiát arra is, hogy gumicukrok állagát tanulmányozva még jobb fogyasztói élményt érjünk el (Csima, Dénes & Vozáry, 2014) és a minőséget mérhető paramétereket adjunk. Élelmiszeripari alapanyagok tulajdonságainak meghatározására is használhatjuk mint, például a búzaliszt gyúrási vizsgálatait. (Kónya, 2015)

2.3.1. Legfontosabb reológiai fogalmak, tulajdonságok

Viszkozitás:

A viszkozitás a folyadék vagy gáz, belső ellenállása. Gázok esetében nagyon alacsony mert a molekulák közti kölcsönhatások gyengék vagy teljesen hiányoznak ezért szinte alig fejtenek ki ellenállást a ráható erőkkel szemben. Folyadékok esetében ez elég széles skálán mozog, gondoljunk csak a vízre és a mézre. A viszkozitás erősen függ a hőmérséklettől, folyadékok viselkedést nagyon jó lelehet írni vele. Viszkozitás ismeretében el tudjuk dönteni, hogy folyadék, hogy fog viselkedni, milyen mérnöki megoldások kellenek a szállításhoz. De ha ismerjük a viszkozitását egy adott folyadéknak, mivel az egy adott anyagra jellemző így megállapítható, hogy tiszta-e. A viszkozitás mérést három részre bontható kinetikus viszkozitás mérésre kapilláris viszkoziméterrel, még dinamikus viszkozitást rotációs és ejtőgolyós viszkoziméterrel mérjük (Bourne, 2002):

A dinamikus viszkozitást a következő képlettel definiáljuk.

$$\eta = \sigma / \dot{\gamma}$$

η = viszkozitás {Pas}

σ = nyírófeszültség {Pa}

$\dot{\gamma}$ = deformáció sebesség {1/s}

Még a kinetikus viszkozitást a következő képen definiáljuk.

$$\nu = \eta / \rho$$

ν = kinetikus viszkozitás {mm²/s}

η = viszkozitás {Pas}

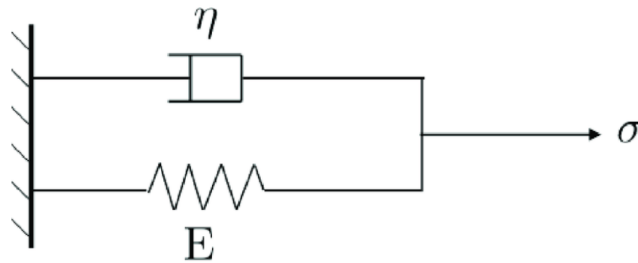
ρ = sűrűség {kg/m³}

Viszkoelasztikus modell

A viszkózus és elasztikus tulajdonságok egyidejű megjelenését hívjuk viszkoelasztikus anyagnak. Ideális elasztikus modell a *Hooke-test*, *Newton-test* az ideális viszkózus test. A viszkoelasztikus anyagokra jellemző a hiszterézis. Ez azt jelenti, hogy a terhelést leíró görbe nem esik egybe a lecsengő görbével, pedig a visszaalakulás teljes mértékű. A modell tartalmaz egy elasztikus részt (rugó; E) és egy vele párhuzamosan kapcsolt lineáris részt (dugattyú; η). Élelmiszeriparban az egyik legfontosabb tulajdonság mert a legtöbb folyékony anyag ide sorolható, mind például a méz, ketchupok, majonéz, joghurtok. A viszkoelasztikus

modellek vizsgálatra oszcilláció reométerrel történik, számszerűsíthető a folyási és rugalmasági modulusok.(Steffe, 1996)

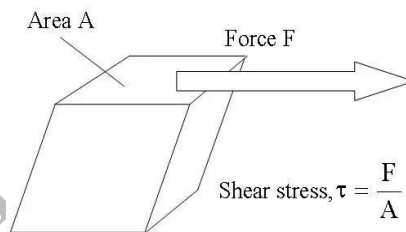
1. ábra: Kelvin -Voigt model (internet 1.)



Nyírófeszültség

A nyíró feszültség akkor jön létre, ha „F” erővel „A” felületet egy irányba elmozdítjuk (2. ábra). A nyírófeszültség függ a nyíró erőtől, és fordítottan arányos a felület nagyságától. Ha a nyomaték vagy a forgási sebesség előre beállított érték, akkor azt az áramlási ellenállás határozza meg.

2.ábra: Shear-stress modell (internet 2.)



$$\tau = F/A$$

τ = nyíró feszültség {N/m²}

F= nyíró erő {N}

A= nyíró felület {m²}

Folyási pont

Az a pont, ahol az anyag már, mint folyadék viselkedik és megfolyik. Ekkor már a polimerszálak nem tudnak tágulni, itt már szakadás, illetve darabolódás történik, ami az erőhatás megszűnésekor sem áll vissza.

Rugalmassági modulus(G')

Rugalmassági modulus vagy elasztikus nyírási modul, mérhetővé teszi az anyag elasztikus tulajdonságát. Jellemzi az anyag tárolt deformációs energiáját (Nagy, 2012).

Veszteség modulus(G'')

Veszteség modulus, vagy viszkózus modulus. Megmutatja a belső súrlódás miatt elvesztett deformációs energiát, ami a deformációs feszültség során hő formájában elvész (Biczó-Kabai, 2011). Vagyis azt mutatja meg, **mekkora az anyag belső súrlódása** vagy **energiavesztése** a rugalmas deformációs folyamat közben.

Lineáris viszkoelaszticitás

Lineáris kiterjesztése a viszkoelaszticitásnak, azaz a rugalmasságnak, amely képes előre jelezni az idő függésében a viszkoelasztikus folyást (Bergström & Brown, 2005).

Folyáshatár

Folyáshatár, azaz az a pont, ahol már a polimer láncok szétcsúsznak, törnek, nincs idejük már nyúlni. Ha a feszültség megszűnik a polimerek viszkózus anyagként viselkednek. Mint ezt taglalja, hogyan mérhető különböző reológiai módszerekkel (Accetta & Venerus, 2024).

Nyírási sebesség

Sebesség és az idő hányadosa, meg határozza a viszkozitást. Amit meg kapunk a nyírás idő deriváltjával (Kókuti, 2015).

Crossover point (COP, metszéspont)

A veszteség modulus és a rugalmassági modulus találkozási pontja, megmutatja hol ér véget a lineáris viszkoelasztikus tartomány (Mezger, 2020).

Aplitudó söprés

Az áramlási pont és a folyási pont meghatározására szolgál (internet 3).

A minták deformációs viselkedésére irányulnak a roncsolásmentességi tartományban, általában a roncsolásmentes tartomány felső határán. A módszer állandó szögsebesség mellett növeljük a kitérést, így határozzuk meg nyírófeszültséget aminek segítségével a rugalmassági és veszteség modulus (Szabó-Nótin, 2016)

Frekvencia söprés

Olyan oszcillációs teszt, ahol az amplitúdó állandó, de a frekvencia változik. Ilyen méréseket használnak az időfüggési alakváltozás vizsgálatokhoz. A maximális kitérést amplitúdó söprésrel kell meg állapítanunk, ha ezt átlépjük az anyag visszafordíthatatlan változáson megy keresztül (Mezger, 2020).

Simon Lóránt szakdolgozat

3. Anyag és módszerek

3.1. Kísérletek helyszíne

A méréseket a Henkel környei gyárának vízbázisú ragasztó gyártó gyáregységének laboratóriumában végeztem.

3.2. Minták kiválasztása

A kutatás során ragasztó típusomként 15 különböző gyártásból vett mintát hasonlítottam össze. Figyelve, hogy a gyártások egymás után követők legyenek így kiküszöböltem, hogy alapanyag sarzs váltása befolyással legyen az eredményekre.

A méréseket a gyártás után 24 órával végeztem, hogy a keverés és kiszerelés által a rendszerbe vitt erők elmúljanak és a hőmérséklete beálljon 23°C-ra.

Ezt követően a mintákat tartósági tesztnek vettem alá. Fénytől, levegőtől elzárta, állandó hőmérsékleten (22°C) és relatív páratartalom mellett tároltam a laborban. A tartósági tesztnél a gyártást követően 1,2,3,4,5,6. hónapban újra mértem.

3.3. Mixer bemutatása

A gyártás során használt mixer egy *Anker* keverővel és többsoros propeller keverővel ellátott duplafalú hűthető, és fűthető mixer (3. ábra).

3.ábra. Anker keverős mixer (forrás:saját)



Az összehasonlított termékek ugyanabban a mixerben készültek, így a gyártás során a mixerek kialakításából fakadó különbségek kizárhatóak. Maga a mixer PLC vezérléssel rendelkezik, így a keverők fordulatszámait program szabályozza. A hőmérséklet szabályzást

kettős fal biztosítja, amelyben a víz a hőközlő folyadék. A mixerbe épített kalibrált PT 100 hőmérőkön keresztül történik a hőmérséklet szabályozása. Egyes alapanyagok beadagolása a zárt csőrendszeren keresztül történik, kalibrált átfolyásmérők segítségével a program szabályozza azt. A biocid anyagok adagolása is zárt csőrendszerben történik, az emberi érintkezést elkerülve. Mivel a biocidok hőérzékenyek ezért csak 50°C alatt történik a keverés, így lehet elkerülni, hogy azok a magasabb hőmérsékleten tönkre menjenek, és a későbbiekben a hatásukat ne tudják kifejteni.

3.4. *Aquence XP 190* ragasztó bemutatása

Az *Aquence XP 190* egy új típusú kazeinmentes ragasztó, ami kiválóan alkalmas az üvegekre történő papírcímke ragasztására. A ragasztó vevői között megtaláljuk a nagy nemzetközi sörgyártó cégeket, de kisebb hazai borászatok is használják. Felhasználják mind visszagyűjthető, mind a nem vissza gyűjthető üvegek címkézésére. Lemosás után nem marad vissza a ragasztóanyag. Jól bírja a hideg vizes tesztteteket, mivel kukoricakeményítő alapú, ragasztó ezért szagtalan, biológiailag lebomlanak (Yang és mtsai., 2013) hosszabb távon fentartható agyártásuk, mint a kazein alapúaknak, környezeti terhelése kisebb.

3.4.1. *Aquence XP 190* ragasztó előállítása

Az előállítás során az alábbi anyagokat használjuk fel:

- **Ipari Víz:** Élelmiszerekben felhasználható, emberi fogyasztásra alkalmas víz
- **habzásgátló:** Szagtalan habzásgátló fehér olaj alapú, nagyon fontos összetevője a ragasztóknak nem csak azért, mert a keverés folyamán a keverőben fellépő habzást kell megakadályozni, hanem a végtermék habzására is hatással van. Kezdetben szilikon alapú habzásgátlót használtak, de az a vevőnél a nagysebességű ragasztó felvitelénél már kevésnek bizonyult, és felhabzott a felvitel során. Ezzel a habzásgátlóval ez a probléma megszűnt.
- **Crosslinker:** Módosított kukorica keményítő, ez felelős a keresztkötésekért
- **Tapadássegítő:** Magas moláris tömegű maleinsav anhidrid kopolimer. Ez az anyag segíti a tapadást réz- és üvegfelületekhez. Keményítómódosítóként is használható.
- **Karbamid:** Ez az anyag felelős, a polimer láncokat zárja le és segíti, hogy a reakció ne fusson túl. Hiányában hosszú polimer szálakat kapunk, ami idővel tér habosodik és el

kezd megkötni. Természetesen csak olyan karbamidot használunk, ami élelmiszer ipari felhasználásra engedélyezett.

- **Térhálósító:** A polimetakrilát felelős a télhálós szerkezet kialakulásáért. Meghatározó szerepe van a ragasztó rugalmasságában. Hideg tőréséhez.
- **Gélesítő:** Polivinil alkohol gélszerű oldata, mivel az összes alkotó elem oldódik benne, ezért mint közeg használjuk. Nagyban segíti a gélesedést.
- **Ammónia oldat 25%:** A pH biztosításra szolgál, mellette a reakciók beindítására használjuk. Ugyanakkor a 68-70°C-os reakciók túlfutnak, ezért a hőmérséklet kritikus. Ha túllépjük ezt a hőmérsékletet, akkor az anyag becsomósodik, ami a vevőnél dugulást okozhat. A pH 8 körül van, a reakciók leállnak, ha a pH-t 7-7,2 között hagyunk, akkor nagyságrendileg nőne a víz felhasználás, és a végső viszkozitás beállítása nehézkessé válna. Megjelenhet ilyen esetben a vízkiválás problémája, ami azt eredményezné, hogy a kisserelt termék, állás közben víz jelenik meg a ragasztó tetején. Ez a jelenség rontaná a ragasztási tulajdonságokat.
- **Tapadásjavító:** Szilikon alapú tapadásjavító termék, amely képes kötéseket létrehozni szerves (papír) és szervetlen (üveg) anyagok közt. Javítja a ragasztó vízállóságát, feljavítja a mechanikai tulajdonságait is. Növeli a szakítószilárdságot. Mivel sziloxszán tartalmú, ezért javítja a vegyszerállóságot a ragasztóknak.

3.4.1.1. A ragasztó gyártástechnológiája

1. Beadagoljuk a vizet, a turbina keverőt 45 rpm-re és ankert (horgony keverőt) 10 rpm-re állítjuk.
2. Beadagoljuk a habzásgátlót, hogy az elejétől fogva elkerüljük a habzást.
3. Emeljük a turbina keverő fordulatszámát 70 rpm-re, és az anket 20 rpm-re, hogy a keményítő beadagolásánál turbulens áramlás legyen, és maximális legyen a diszpergáló hatás.
4. Elkezdjük beadagolni a térhálósítót, lassan 10-12kg/perc sebességgel működtetjük, folyamatosan figyelve, hogy ne tapadjon fel a mixer falára.
5. Beadagoljuk a tapadássegítőt, ezt is lassan adagoljuk nehogy csomós legyen az oldat. Itt is célszerű 10-12kg/perc sebességet tartani.

- 6.** Magasnyomású mosóval lemossuk a lapátokat, majd a mixer faláról a feltapadt keményítőt és tapadássegítőt is. Itt fontos megjegyezni, hogy kevés vizet használjunk mert az hígítja rendszert, és későbbiekben problémát okozhat.
- 7.** 30 percet keverjük, majd mintát veszünk belőle és szemre vételezzük. Ha csomós, akkor tovább keverjük addig, amíg csomómentes nem lesz.
- 8.** A mixert felfűtjük 65°C-ra, a kukoricakeményítő csirizesedési pontjára. A reakciók ekkor beindulnak.
- 9.** A karbamidot gyorsan hozzáöntjük. A karbamid oldódása érdekében 50°C felett kezdjük beadagolni. Azért kell gyorsan adagolni, mert ha nem így teszünk, akkor a nyitott mixer, és a szobahőmérsékletű karbamid miatt a hőmérő úgy érzékeli, hogy még nem érte el a 65°C-ot és tovább fűti a rendszert. A mixer fala 68°C fölé emelkedik, ami a termék tönkremenetelét okozhatja. 50°C alatt nem érdemes adagolni a karbamidot, mert nem fog feloldódni és csak keveregni fog az anyagban.
- 10.** 65°C-ot elérve 30 percen át folyamatosan kevertetjük az anyagot, hogy reakciók lezajlójának, és a maradék karbamid is feloldódjon.
- 11.** A hűtést elindítjuk 2 percre, hogy a mixer köpenyébe hidegvíz legyen, ne tudjon túl futni a hőmérséklet a nagy mennyiségű anyag hőtehetetlensége miatt.
- 12.** Elkezdjük a térhálósítót hozzáadagolni. Itt nagyon fontos megjegyezni, hogy menjen az anchor 10 rpm-en és a turbina 45rpm-en. Az adagolásnál nagyon oda kell figyelni, mert ha felröccsen a mixer falára, vagy folyik, akkor csomós lesz az anyag és az a vevőnek használhatatlanná válik.
- 13.** Az gélesítő adagolását a térhálósító beadagolása után azonnal el kell kezdeni. Itt is figyelni kell arra, hogy ne folyjon rá a mixer oldalára, mert akkor csomós lesz. A gélesítő magas viszkozitása, és a poli-vinil alkohol tulajdonsága miatt az adagolás közben látványosan megnő az anyag viszkozitása. Mivel mind a térhálósító mind a gélesítő szobahőmérsékletű, ezért a ragasztó hőmérséklete körülbelül 45°C-ra visszaesik.
- 14.** Felfűtjük 55°C-ra a ragasztót, majd 30 perc keverés következik úgy, hogy a turbina keverő 60 rpm-en az anchor 10 rpm-re állítjuk.
- 15.** Az ammónia beadagolása kritikus pont. 55°C-on célszerű kezdeni, mert az ammónia a beadagolás végére, a különböző reakciók és az ammónia vízben oldása közben hő

termelődik, ami körülbelül 5°C-ot emel a ragasztó hőmérsékletén. Ragasztót felfűtjük 65°C-ra, és 30 percig hőn tartjuk, hogy a reakciók vég bemenjenek.

16. Beállítjuk a hűtést 62°C-ra, megmintázzuk a ragasztót. Megmérjük a minta pH-ját, 20°C-on, ez az érték 6,9 és 7,2 közt szokott lenni a tapasztalatok alapján. Ilyenkor arányosság alapján, vagy a múltbeli adatokat figyelembe véve meghatározzuk az ammónia mennyiségét, hogy a pH 7,9-8,2 közt legyen. Mivel ilyenkor több kg ammóniát kell még hozzáadni, ezért kell előtte a ragasztót lehűteni 62°C-ra, mert az ammónia adagolása felmelegedéssel, jár így nem tudja átlépni a kritikus 65°C-ot. 30 perc keverés után újra mintázzuk és újra megmérjük a pH-t, ha megfelelő akkor tovább engedjük a gyártást. Ha alacsony, akkor újra számoljuk az adatokat, és korrekciót alkalmazunk. Majd 30 perc keverés után visszamérjük. Fontos, hogy törekedjünk arra, hogy egy lépésben beállítsuk a pH-t, mert ellenkező esetben meg fog növekedni a korrekciós vízmennyiség, és a víz kilónkénti viszkozitás csökkentő tényezője csökken. A késztermék keresztmetszeti pontja csökken a mi azt jelenti, hogy kisebb erőhatásra eléri a veszteség modulus a rugalmasági modulus értékét, ami gyakorlatban azt jelenti, hogy az anyag előbb eléri nem newtoni folyadék fázist. Ha magasabb a pH, akkor a később a korrekciós víz kevesebb, vagy egyáltalán nem szükséges, ami a végfelhasználás szempontjából nem jó, mivel nagyon kellemetlen ammónia szaga lesz a ragasztónak, továbbá a fém tartalmú címkével reakcióba lépve fekete oxid réteget hoz létre, ami a címke tapadását gátolja, azaz idővel leesik az üvegről.

17. A tapadásjavítóból vízzel előoldatot készítünk, majd ezt nagyon lassan 10-15 perc alatt adagoljuk a mixerbe. Itt is a lassú adagolással az a cél, hogy a csomósodást elkerüljük. Majd 20 perc keverés következik 65°C-on, hogy a tapadásjavító eltudjon keveredni a ragasztóban, és be tudjon épülni. A tapadásjavító azért kell, hogy segítse a kötés létrejöttét a két eltérő felület között, jelen esetben az üveg és a papír között. Ez nagyon fontos mivel az üveg felületén kevés mikrobarázda van, így a ragasztók kevésbé tudnak meg tapadni.

18. Nagy mennyiségű vizet hozzáadva fellazítjuk a ragasztó szerkezetét és elősegítjük a hűtést 55°C-ra.

19. Folytatjuk a ragasztó lehűtését 55°C-ra, ha elérte az előírt hőmérsékletet, akkor karbamidot adunk hozzá, hogy a reakciókat végleg leállítsuk és megkapjuk a végleges polimer szerkezetet. 20 percet kevertetjük a karbamid beadagolása után.

20. Folytatjuk a hűtést 45°C-ig. Amikor elérjük az 50°C-ot, akkor beleengedhetjük a különböző biocidokat. Itt fontos az, hogy 50°C alatt legyen a ragasztó hőmérséklete, mert magasabb hőmérsékleten biocidok bomlásnak indulnak, és nem fogják kifejteni sem a baktériumölő, sem a gombaölő hatásukat. Volt már rá példa, hogy sajnos emberi hiba miatt ezt nem vették figyelembe, és 60°C körül beadagolták a biocidokat. Ez sajnos vevői visszajelzésből derült ki, mert a szavatossági idő lejárta előtt penész jelent meg a ragasztó tetején. Azonnali termékcserevel reagáltunk, illetve a PLC-ben rögzítettük, hogy 50°C felett le legyen tiltva a biocid adagolása. Először az Actacide MV adagoljuk bele, ez egy vízben oldódó baktérium- és gombaölő szer. Ezt követi Proxel GXL, ami kimondottan vízbázisú ragasztókhöz ajánl a gyártó, baktériumok, gombák, élesztőgombák által okozott romlás elleni szer.

21. A biocidok beadagolása után hozzáadjuk a Parfume oil citrodor-t, hogy a vissza maradt ammónia szagát elnyomjuk, és kellemes citrom illata legyen a ragasztónak. Így növelve a felhasználó elégedettségét.

22. Újra habzágátlót adunk. Habzágátló beadagolása itt azért fontos, hogy a habzást megakadályozzuk. Majd 30 perc keverés következik.

23. Miután lejárt a keverési idő, mintát veszünk a ragasztóból, 20°C-on pH-t és viszkozitást mérünk. Itt a ragasztó viszkozitása 100 000 mPas körül alakul, ezt kell víz hozzáadásával 62 000-68 000 mPas közzé beállítani. Ez az egyik legfontosabb lépés, mert itt fogja a ragasztó a végleges viszkozitását felvenni, ez a lépés fogja meghatározni a COP tartományt is. Ha a beállításnál több vizet adunk hozzá akkor a ragasztó kihígul, ami a végfelhasználónál úgy fog jelentkezni, hogy a ragasztó megfolyik, a száradási idő megnő. Beállításnál használhatjuk az előző gyártások adatait, de aránypárral is számolhatunk. Minden esetben figyelembe kell venni a gyártott mennyiséget, mert a különböző batch méretek miatt kihígíthatjuk a ragasztót. A kiszámolt víz mennyiséget PLC vezérlés segítségével beadagoljuk. 30 perc keverés után újra mintázzuk. Ha kell, akkor újra korrekciót használunk, de itt figyelembe kell venni, hogy az újabb adag vizet már lassabban és nehezebben veszi be. Itt is törekedni kell arra, hogy az első korrekció sikeres legyen. Minden korrekciós lépés után 30 perc keverés következik.

24. Ha a viszkozitás eredmény megfelelő akkor 250µm zsákos szűrőn sűrített levegővel működő membrán szivattyú segítségével 30 kg-os vödrökbe kiszerezzük.

3.5. Az Aquence Eticol 700 ragasztó bemutatása

Kazein tartalmú ragasztó, kiválóan alkalmas üvegfelületekre történő címke rögzítésére. Az élelmiszeriparban azért használják mert, hidegen is felvihető, így nem fog a terméken, vagy a csomagolásán hőmérséklet emelkedést okozni, jól ellenáll a hideg víznek, tehát a termék hűtése és a címke felületén kiváló párának ellenáll. Lemosható a vissza gyűjtött göngyölegekről. Csak természetes anyagokat tartalmaz, így élelmiszerbiztonsági szempontból nem jelent kockázatot. Hátránya a rövid szavatossági idő, a címke lemosás utáni anyag maradványok, a korlátozott felviteli módok, de ide sorolható a penészedésre való hajlam is.

3.5.1. Az Aquence Eticol 700 ragasztó előállítása

Az előállítás főbb lépései között szerepel a kazein vízzel való felfőzése, adalék anyagok hozzáadása, majd karbamiddal történő viszkozitás beállítása, lehűtés, különböző biocidok hozzá adása 45°C alatt, és a kiszerezés. Mivel a karbamid oldódása hőmérsékletfüggő, ezért adagolása 50°C felett történik. Gyártási szempontból nagyon nehézkes, mert ha túlzott ideig 50°C felett van a ragasztó, a kazein olyan változásokat szenved, aminek következtében megbarnul, úgy mond megég. Ekkor részben elveszíti a ragasztó tulajdonságait, az így felragasztott címke lepereg az üvegről. Mivel egyszerre 8t gyártása történik, ezért itt a fűtésnek igen nagy szerep jut, mert ekkora tömegnek a hőtehetetlensége nagy, így a folyamatos hűtést és keverést a kiszerezés végéig fent kell tartani.

Az előállítás során azalábbi anyagokat használjuk fel:

- **Ipari Vízzel:** Élelmiszerekben felhasználható, emberi fogyasztásra alkalmas víz
- **Habzágátló:** Habzágátló, módosított sziloxszán emulzió, ami nem tartalmaz szilikon olajat.
- **Crosslinker:** Tápióka keményítő, a keresztaszalak ebből épülnek fel.
- **Alumínium-szulfát:** Ugyanazt a szerepet tölti be, mint a cink-oxidok, növelik a ragasztó vízzel szembeni ellenállását, és keresztkötések kialakulásáért felel.
- **Kazein:** Ez a ragasztó fő összetevője.

3.5.1.1. Az Aquence Eticol 700 ragasztó gyártástechnológiája

1. Beadagoljuk a mixerbe a megfelelő mennyiségű vizet a PLC segítségével, majd 30°C-ra felfűtjük. A keverőt 55rpm-re az anker-t 15rpm-re állítjuk.
2. Beadagoljuk a habzágatlót, ami egy szilikon alapú habzágatló, hogy a elkerüljük a gyártás közben esetleges habképződést.
3. Majd 6-10 kg/perc sebességgel hozzáadjuk az alumínium-szulfátot, lassan adagolva, hogy elkerüljük a csomó képződést.
4. 15-20 kg/perc sebességgel hozzá adagoljuk a térhálósítót, vigyázva a csomósodásra. A beadagolás után lapát és palást mosás szükséges a magasnyomású mosóval, oda figyelve, hogy ez kevés vízzel történjen.
5. 10 perc keverés után be adagoljuk a kazeint. Ez a művelet eltarthat akár egy órát is. Minél lassabban kell adagolni, mert annál kisebb annak az esélye, hogy letapad a kazein a mixer aljára. Beadagolás után, lapát és a palást mosását végezzük el, a feltapadt kazeint belemossuk a mixerbe.
6. 10 perc keverés után, felfűtjük a mixert 38°C-ra és a keverőt 45 rpm-re az anchor 15 rpm-re állítjuk. Majd megkezdjük a karbamid beadagolását.
7. Elindítjuk a fűtést 45°C-ra, az ankert változatlanul hagyjuk, de a keverőt 40 rpm-re visszavesszük.
8. 45°C-ot elérve elkezdjük a borax beadagolását 5-8 kg/perc sebességgel, figyelve a hőmérsékletre, mert az itt kritikus, ha felfut a hőmérséklet. Ekkor borax-peptid kötés létrehozó képessége megnő és ez viszkozitás megemelkedésével jár, mert a polimer szálak rövidülnek. Borax adagolása csak teljes álarcban és vegyszerálló ruhában történhet, mert mind bőrrel érintkezve, mind a port belélegezve káros az emberi egészségre.
9. A lapát és palást mosás után, a keverő sebességét 55 rpm-re és anchor 15 rpm-re állítjuk. Majd felfűtést elkezdjük 82°C-ra.
10. 30 percig hőntartjuk a ragasztót, ez kritikus hőmérséklet, mivel 85°C-on a kazein micellák már károsodnak. Ha az időt túllépi, szintén sérül a szerkezete, barnulni kezd, és a ragasztó elveszti a ragasztási tulajdonságát.
11. Ha lejárt a 30 perc hőntartás, azonnal elkezdjük a hűtést, 65°C-ra lehűtjük.
12. Mintát veszünk a ragasztóból, pH-t és viszkozitást mérünk belőle. Mérés előtt laborban 23°C-ra hűtjük a mintát. Viskozitás beállítása karbamiddal történik, mivel a karbamid nagyon jó viszkózitást csökkentő anyag, így a viszkozitáshoz használt karbamid mennyisége jól számítható. A korrekciós karbamid beadagolása után 20 perc

keverés következik. A keverés lejárta után ismételt mintavétel következik, ekkor érdemes ráadni a hűtést 44°C-ra. Mert ha ismételten korrekciós karbamidot kell hozzáadni, addigra már olyan sok idő telik el, hogy a ragasztó úgymond megég, barna színe lesz, és a funkció tulajdonságát elveszíti. Ezért törekedni kell az egylépcsős viszkozitás beállításra, ha ez mégsem sikerül, a második lépésnél már kevesebb karbamid is nagyobb viszkozitás esést produkál, ezért ilyenkor érdemes a korábbi adatokra támaszkodni. Ha a karbamid hozzáadása után alsó határérték alá csökken a viszkozitás, akkor érdemes tovább haladni a folyamatban, mert a kiszerezés után 24 órával még emelkedhet a viszkozitás. PH nem megfelelőség esetén ammónia oldat hozzáadásával javítható a pH.

13. 44°C-ot elérve hozzáadjuk a biocidokat. Itt fontos megjegyezni, hogy ennél magas hőmérsékleten a biocidok egyből elkezdnek bomlani és nem fogják tudni kifejteni védő hatásukat. Először Proxel GXL adagol a rendszer, majd Actacide IPS 15-t és leg végén belekerül az Acticide L 30. Így a termék védett lesz a baktériumok és penészgombákkal szemben is.
14. Kiszerezés meg kezdése előtt még Citrus terpene illatosítót adunk, mert a főt kazeinnek kellemetlen illata van, ezért ezt el kell fedni mert, ha ez nem történik meg, mind a vevőnél, mind a végfelhasználónál kellemetlenséget okozhat.
15. 200 µm szűrővel kiszerezjük, itt előfordulhat, hogy gyakran kell szűrőzsákokat cserélni mert a felnem oldódott kazein csomók eltömítik a szűrőzsákokat. Itt a szivattyú levegő nyomását tilos megemelni, mert akkor a kazein csomók átpréselődnek a szűrőn, és széttesnek, ami a termék kiszerezése után viszkozitás emelkedést fog okozni.

3.6. TA Instrument Discovery Hybrid Reométer bemutatása

TA Instrument által gyártott Discovery HR1 reométert használtam a mérések elvégzéséhez. Mérésnél fontos szempont volt, hogy oszcillációs reométer szükséges. Az eredmény kiértékelése egyszerűen kezelhető legyen, mert termékre vonatkozó méréseket, három műszakban dolgozó labortechnikusoknak is el kell tudniuk végezni, és ki is kell értékelni az adatokat.

A reométer szoftvere, több olyan funkcióval rendelkezik, ami gyors eredménymeghatározást tesz lehetővé. A reométer kis mennyiségű minták mérésére alkalmas, mert nagyon nagy a nyomaték érzékenysége (minimum nyomaték: 5 nNm). A gyártó számos geometriát és

pertier lemezt kínál hozzá, így nem csak viszkozitás mérésére alkalmas, hanem a szilárdsági és konzisztenciai vizsgálatokra is.

4.ábra. TA Instrument Discovery Hybrid Reométer (forrás: saját)



Kúp-lap mérőrendszert használtam a mérésekhez.

- Lap átmérő: 40 mm
- Kúp szög: 1°
- Réstávolság: $30\mu\text{m}$
- Minimum mintamennyiség: 0,2924 m

3.6.1. Alkalmazott teszt paraméterek

Az alábbi programmal határoztam meg a metszéspontot.

3.6.2. Amplitúdó söprés

- hőmérséklet: 20°C
- frekvencia: 1 Hz
- Stressz söprés: 0,01 Pa-tól 1000 Pa-ig

3.6.3. Minta kondicionálás

- hőmérséklet: 20°C
- időtartam: 120s

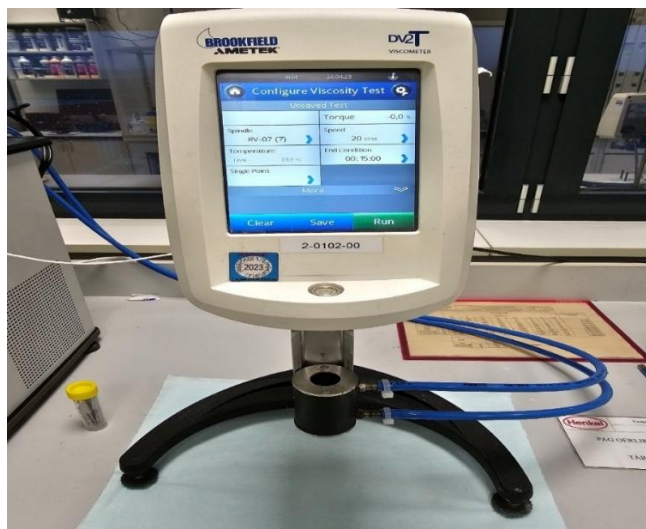
3.6.4. Frekvencia söprés

- hőmérséklet: 20°C
- deformáció: $5 \cdot 10^{-3}$
- frekvencia söprés: 100 Hz-től 0,05 Hz-ig

3.7. Brookfield DV2T rotációs viszkoziméter bemutatása

Ez a viszkoziméter érintőképernyővel ellátott, ami megkönnyíti a beállításokat, és rendelkezik termosztátra köthető mintatartóval (3. fénykép). A mérés során a hőmérséklet az adott ponton tartható, így a mérések pontosságát és összehasonlíthatóságát megkönnyíti. Rotációs elven működik, ami azt jelenti, hogy a mérőfej a mintába merül és körbeforog. A mérőfejet egy beállított sebességgel egy motor forgatja, és közben méri a fékező nyomatékot, ebből számol dinamikusan viszkozitást.

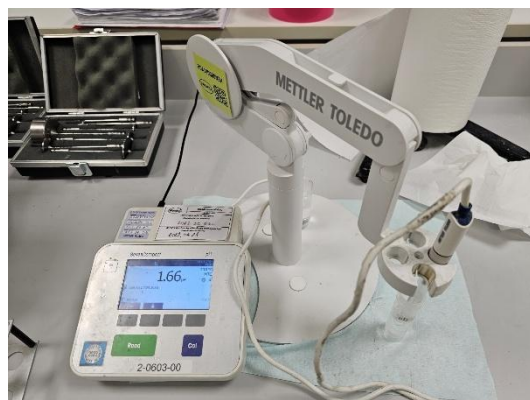
5.ábra. Brookfield DV2T rotációs viszkoziméter (forrás: saját)



3.8. Mettler Toledo pH-mérő bemutatása

A méréshez használt pH-mérőt, napi használat előtt négy pontra kalibráljuk (1,69;4,01;7,00;10,01), kombinált üveg elektródával (4. fénykép).

6.ábra Mettler Toledo pH- mérő (forrás: saját)



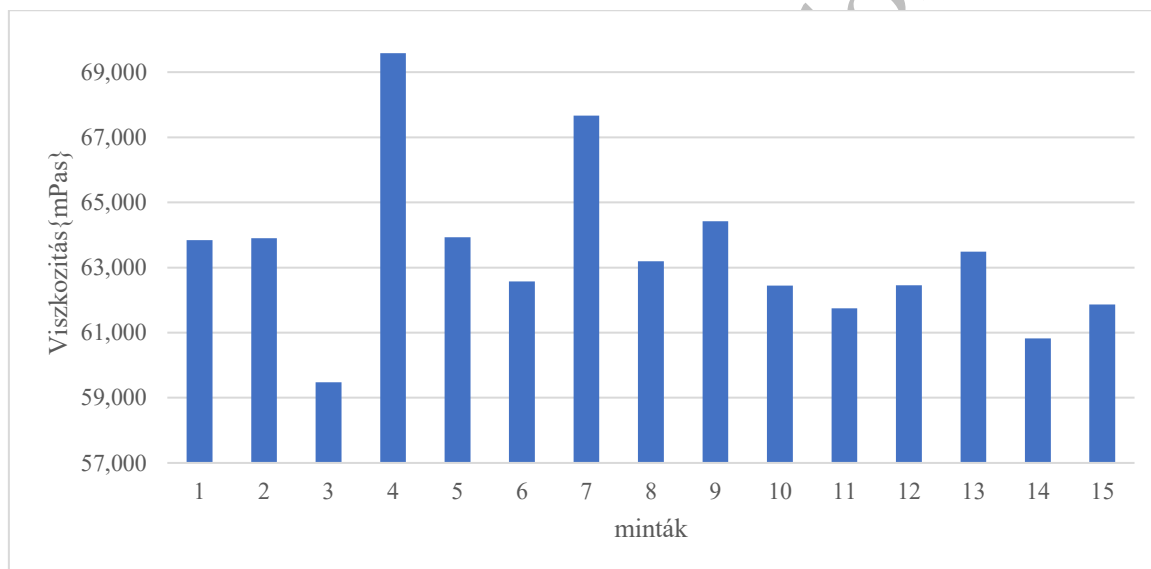
4. Eredmények

4.1. A ragasztók viszkozitásának eredményei

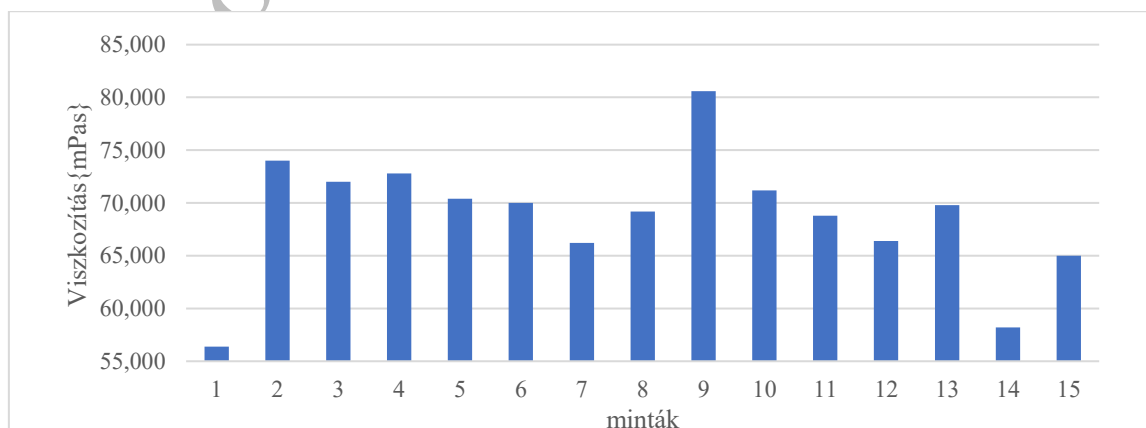
A ragasztók viszkozitásának eredményeit a 7-8. ábra mutatja be, a készítést követő 24 óra múlva.

Az eredményekből látszik, hogy a kazeinmentes ragasztók viszkozitását egyenletesebben lehet tartani, mint a kazein tartalmúakét. Brookfield DV2T viszkoziméteren mért viszkozitásokon látszik, hogy a kazein tartalmú (Eticol 700) viszkozitása magasabb, mint a hasonló tulajdonságokkal rendelkező kazeinmentes (aquence XP 190) ragasztó viszkozitása.

7. ábra. Aquence XP 190-el mért minták viszkozitása (forrás: saját)



8. ábra. Eticol 700 műszerrel mért minták viszkozitása (Forrás: saját)



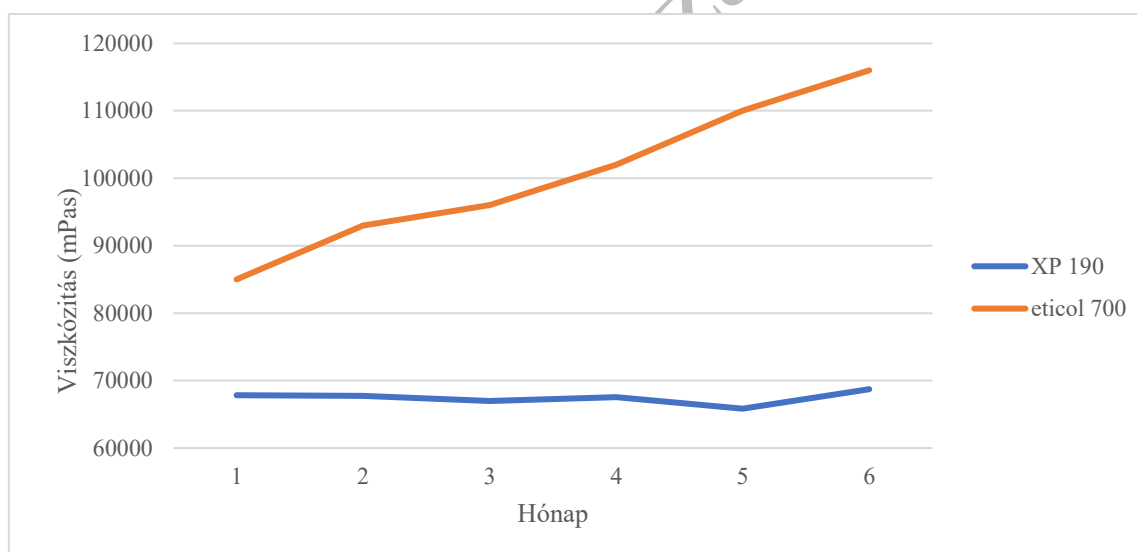
Ez annak köszönhető, hogy a polimerizáció az XP 190-nél jobban szabályozható, a pH beállítása után polimergátló kerül hozzáadásra, ami a polimerizációt megállítja. Így stabilizálja a szerkezetet és a víz hozzáadása után csak a polimer szálak távolodnak el egymástól, a térhálósodás a száradás közben alakul ki. Ugyanakkor az Aquence eticol 700-nál a kazein folyamatosan térhálósodik, ezért a viszkozitása folyamatosan emelkedik.

A 9. ábrán látható, hogy 6 hónapos tárolás alatt az Aquence X190 ragasztó viszkozitása alig változott.

Aquence Eticol 700 ragasztó viszkozitása folyamatosan nő. Ezért a felhasználhatósági idő a Aquence Eticol 700 esetében hat hónapban lett maximalizálva.

Még a Aquence XP 190 esetében egy év után is tartják a viszkozitásukat, sőt akár kérésre a felhasználhatóság bizonyos mértékig meghosszabbítható.

9. ábra. A minták viszkozitásának változása 6 hónapos tárolás során (forrás: saját)



4.2. Metszéspont (Cross over point: COP) meghatározás eredményei

A COP mérés oszcillációs teszten alapul. Ami azt jelenti, hogy az (A) felületet egy irányba (h) hosszan meghatározott idő (t) alatt eltoljuk, majd a felületet visszahúzzuk az eredeti állapotba, majd eltoljuk ugyanolyan hosszan a másik irányba. A mérőfej oszcillációs mozgást végez. Ennek azért van jelentősége, mert így a méréseket nagyon kis mintamennyiséggel is el tudjuk végezni, mivel a mérőfej és a fix pertier lemez közti 1ml

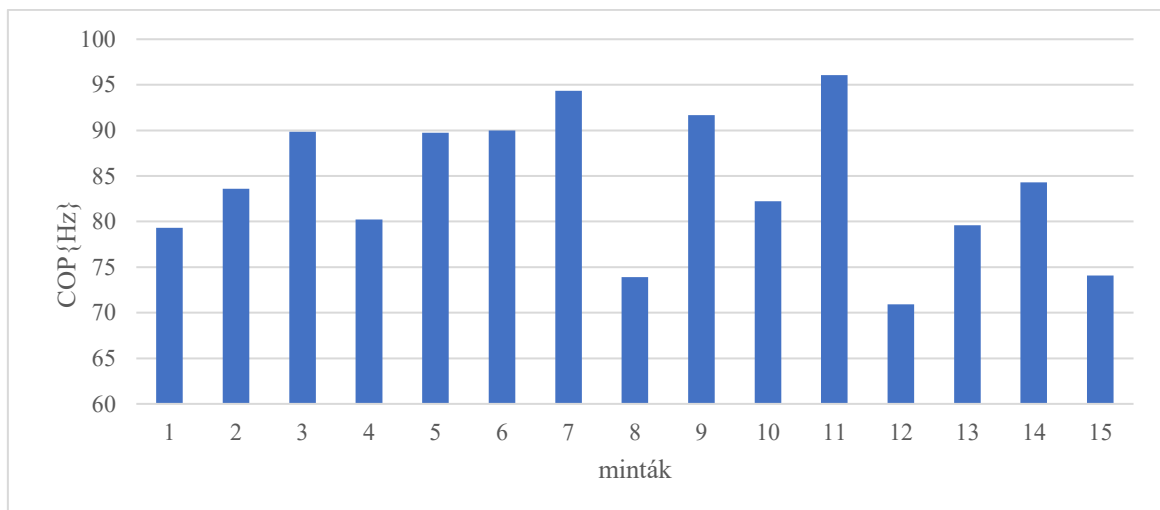
távolság elég. A kúp lap mérőfej a geometriai kialakítása következtében nagyon kicsi felületen mér. Ha az elmozdulást ábrázoljuk, akkor egy szinuszos függvényt kapunk. Ha az elmozdulás hosszát növeljük, az úgy nevezett amplitúdó söprés (*amplitude sweep*). Ha az időt változtatjuk akkor a kapjuk az úgy nevezett frekvencia söprés (*frequency sweep*).

Azt a pontot nevezzük *crossover (metszéspont)* pontnak amikor a $G' = G''$. Ha a $G'' > G'$, akkor a vizsgált anyag folyadékként viselkedik. Amikor a felületen szétfolyik vagy lefolyik, a ragasztó esetében nem lesz egyenletes a felületen, vagy olyan helyen is megjelenik a ragasztó, ahol nem takarja a címke. Ha a $G' > G''$, akkor a ragasztó géliként viselkedik, tartja a formát, rugalmassági tényező miatt ellenáll a kisebb deformációknak. Ha $G' = G''$, az a pont, amikor az anyag viselkedése megváltozik, ez a folyáspont, ahol már minta megfolyik, az erőhatás megszűnése után már végleges deformációt szenved.

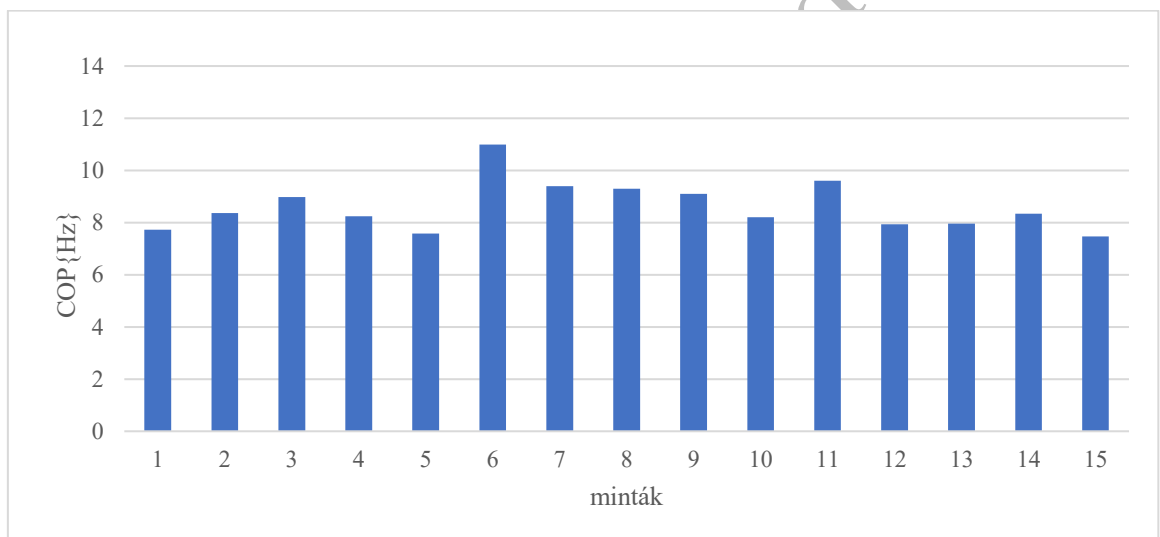
Az ideális ragasztásnál COP -pontot ezért nem érdemes túllépni. Minél magasabb ez a pont, annál nagyobb az a tartomány, amíg a ragasztó rugalmasan viselkedik, azaz nem folyik meg. Ezt a címkézősoron úgy látszik, hogy nagyobb sebeséggel is lehet ragasztót felvinni, és nem csak hengeres megoldással, hanem pumpálni, porlasztani is lehet, ami a fajlagos ragasztó felhasználást csökkenti.

A keresztmetszés pontot a frekvencia söprés Hz-vel értékeltem (10-11. ábra), mert a vevőinknek az számít, hogy milyen frekvenciánál változik meg a ragasztó tulajdonsága. Az eredményekből azt a következtetést vontam le, hogy a kazeines ragasztó (eticol 700) már kis frekvenciás erő behatásnál megváltozik a viselkedése, még a kazein mentes ragasztó (aquence XP 190) jobban türi az erőhatásokat és nehezebben változik meg a viselkedése.

10. ábra. Az Aquence XP 190 ragasztóminták COP eredményei (forrás: saját)



11. ábra. Az Eticol 700 ragasztóminták COP eredményei



4.3. pH mérés eredményei

A pH fontos szempont a ragasztók készítésénél, mert nem csak a baktériumok és a gombák elszaporodására van hatással, de mivel hűtjük az üvegeket, ezért páralecsapódás alakul ki. A rajtuk a kicsapódott pára pH-ja sem okozhat bőrpírt vagy bőrráást. A másik szempont, hogy egyre elterjedtebb a címkék anyagában a cink, amit a magas pH-n visszamaradó ammónia komplexet képez, és nem csak a tapadást csökkenti, de a fekete színe miatt a jelölésekben is kárt tesz. Ezért ezeket a ragasztókat pH: 9-ig hozzák forgalomba. A technológiából adódóan ezek a reakciók alacsonyabb pH-n csak részben mennek végbe. Ha

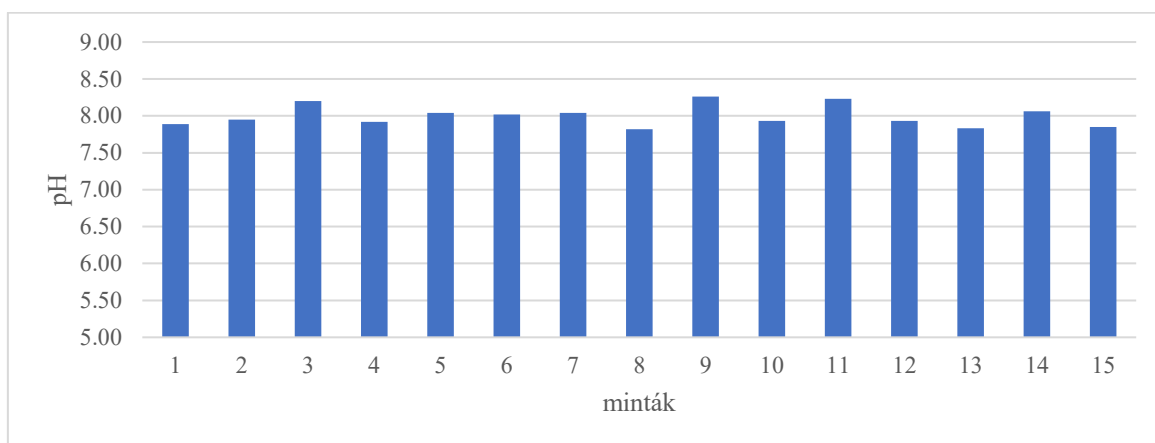
nem állítanánk pH-t az XP 190 -nél akkor a polimerizációnál rövid polimer láncokat kapunk, ami a termék viszkozitását megnöveli. Megnöveli a hozzáadott vízmennyiséget, ami a vevőnél egy nehezen pumpálható, hosszabb száradási idővel rendelkező terméket eredményez. Ha a pH-t magasabbra állítjuk, akkor hosszabb polimer láncokat kapunk, amihez alig kell vizet adni. Mivel az ammónia jellegzetes szagú, ez a szag megmarad a termékben is, és a száradás során ez felszabadul. A ragasztó bőrirritációt okozhat, és mellékhatásként ammónia szag is jelentkezik, ami a végfogyasztóra káros és kellemetlen. A címkét is elkezdi erodálni, és megfeketedik, ami megint csak a vevő termékén problémát okoz, és akár termék visszahíváshoz is vezethet.

A kazein tartalmú ragasztóknál az alacsony pH szintén polimer láncok rövidülését eredményezi, mivel a viszkozitást szilárd karbamid hozzáadásával lehet változtatni, ezért jelentősen megnöveli a karbamidfelhasználást.

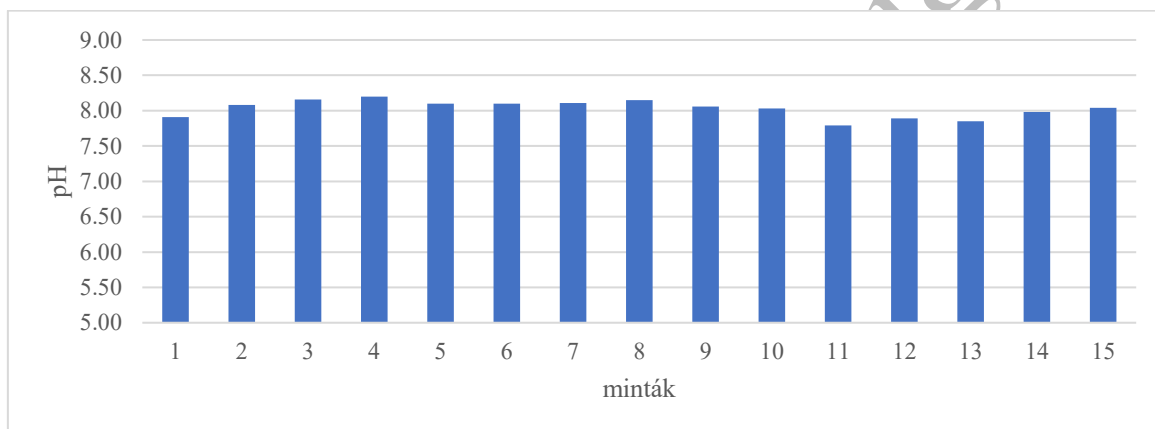
Ezzel egyidőben nőnek a fajlagos költségek. A vevőnél ez az alábbi formákban jelentkezhet. A ragasztónak géles állaga van, ami a felvivő hengerre nem tapad, vagy könnyen nagy mennyiségben felépítmények keletkeznek a hengeren, azaz nem tudja vagy hiányosan viszi át a ragasztót a címkére. Címke idővel leesik az üvegről, a hideg vízzel szembeni ellenállása alacsony. Magas pH mellett a kazeines ragasztók, átláthatósága megváltozik. Kevésbé áttetsző a kicsapódott kazein micellák miatt, és mellette megjelenik a jellegzetes ammónia szag is. A polimer láncok hosszabbodnak, a viszkozitás drasztikusan esik. A sörgyárakban ez azt okozza, hogy a felvivőhengernél fröcsög a ragasztó, esetleg habzik. A felvitt részen szétfolyik, kifolyik a ragasztó a címke alól, lassabban szárad. A fogyasztónál elcsúszott címke, a címke anyagát megkezdte a ragasztó, esetleg a magas pH miatt bőrirritáció léphet fel, ami akár egy termék visszahívásához is vezethet.

A két típusú ragasztónak az előirt pH tartománya (pH 7-9) megegyezik, de a 12 és 13. ábrákon látszik, hogy kazeines ragasztó (Eticol 700) egyenletesebb a pH-ja, mert a gyártási folyamat során nem kell pH korrekciót használni, még a kazeinmentes ragasztó esetén igen, és ez a gyártási folyamat rész.

12. ábra. Aquence XP 190 minták pH-ja (forrás: saját)



13. ábra. Eticol 700 minták pH-ja (forrás: saját)



Simon Lórá

5. Következtetések

Az eredeti célhoz képest nem csak a kazein alapanyagot sikerült lecserélni stabilabb és megbízhatóbb alapanyagra, hanem a különböző mérésekkel sikerült alátámasztani, hogy a magasabb teljesítményű gyártósorokon is használható.

Mint a viszkozitás mérésekből látszik, hogy gyártástechnológiai szempontból könnyebben beállítható a kívánt viszkozitás a kazeinmentes ragasztónál, mint a hagyományos kazeines ragasztónál. Minőségbiztosítási szempontból amíg a kazeines ragasztó viszkozitás állításra használt karbamidot kézi erővel zsákokból mérték bele, addig a kazeinmentes ragasztónál felhasznált vizet egy PLC vezérelt kalibrált automata rendszer adagolja. Ezért is sokkal stabilabban tartható a gyártás során keletkező viszkozitás határok. Mivel a kukoricakeményítő gyártása is sokkal egyenletesebb, ezért a beállítási viszkozítások sokkal kevésbé szórnak. Addig a kazein esetében úgy is meg lehet érezni a beszállítói batch-váltást, hogy a beszállítás előtt laboratóriumi körülmények között lemodelleztük. A viszkozitás a hosszabbtávú vizsgálatok alatt is stabilabb maradt a kazeinmentes ragasztóknál, így a felhasználhatósági időt egy évre lehetett növelni a kazeinmentes ragasztóknál. A kazein tartalmú ragasztóknál féléven túl instabilitás jelentkezett, a viszkozitás hirtelen megnőtt.

COP vizsgálatokkal sikerült bizonyítani, hogy a kazeinmentes ragasztók sokkal tágabb környezetben használhatók, mint a kazeinesek. A vizsgálatok eredményéből látszik, hogy nagyságrendileg nagyobb nyíró feszültséget bír az Aquence XP 190, mint azonos alkalmazási körülmények közt használt Aquence Eticol 700.

6. Összefoglalás

Dolgozat célja, hogy kazeines ragasztó össze hasonlítsam az új típusú kazein mentes ragasztókkal. Bemutattam a gyártási folyamat főbb lépéseit. A dolgozatba több mérési módszert is bemutatok. Ezt 15-15 gyártásból vet mintából mértem pH ahol a kazeines ragasztó jobbnak bizonyult, de ez nem meglepő mert az ott a pH korrekció nem a gyártás része, hanem benne van a receptben. Még a kazeinmentes ragasztónál pH, mint polimerizáció blokkoló jelenik meg.

Viszkozitás méréseknél a kezdeti gyártás utáni 24 órás viszkozitásoknál a kazein mentes ragasztó bizonyult stabilabbnak, mert a kazein alapanyag egyenetlenebb minőségű, mint a kukorica keményítő. A tartósági teszteknel látszik, hogy a kazeines mintáknál a folyamat nem áll meg csak le lassul ezért a felhasználási idő csak 6.hónap. még a kazeinmentes ragasztók szinte semmilyen viszkozitás változáson nem mentek keresztül ezért ott a felhasználhatóság 1 év, ami még kérésre akár hosszabbítható. A reológiai mérések során meghatározott metszéspontból következtetni lehet, hogy a felhasználásnál mennyire túri az igénybevételt, itt egyértelműen látszik, hogy a kazein mentes ragasztó sokkal nagyobb mértékbe túri a külső behatásokat, mint például a pumpál hatóságot. Az erőhatásoknak jobban ellenál és a Newtoni folyadék fázisból sokkal később megy át a nem Newtoni fázisba. Bizonyítottam, hogy nem csak stabilabb a kazeinmentes ragasztó, de jobb felhasználói tulajdonságokkal bír.

Irodalomjegyzék

1. Accetta, F. és Venerus, D.C. (2024): The complex rheological behavior of a simple yield stress fluid. *Rheologica Acta*, 63(9–10), p719–730. doi.org/10.1007/s00397-024-01468-6.
2. Internet 3. Amplitude sweeps :: Anton Paar Wiki (évszám nélkül) Anton Paar. Elérhető: <https://wiki.anton-paar.com/en/amplitude-sweeps/> (Elérés: 2021. december 10.).
3. Atamer, Z. (2022) Production and Physicochemical Properties of Casein-Based Adhesives *Akademik Gida*, 20(1), p.12–19. doi.org/10.24323/akademik-gida.1097805. Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/359705927_Production_and_Physicochemical_Properties_of_Casein-Based_Adhesives
4. Bergström, J.S. & Brown, S. (2005) Modeling and Mechanical Analysis of Fluoropolymer Components, in Fluoropolymers Applications in the Chemical Processing Industries. Elsevier, pp. 359–380. doi.org/10.1016/B978-081551502-9.50014-4.
5. Biczó-Kabai, V. (2011) Kakaóvaj-egyenértékű növényi zsírok és a tárolási körülmények hatása csokoládé modellrendszerek reológiai és érzékszervi jellemzőire. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem. Elérhető: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/572/2/Biczo_Kabai_Veronika_thu.pdf
6. Bourne, M.C. (2002) Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd ed. San Diego: Academic Press (Food science and technology international series). ISBN: 978-0-12-119060-6.
7. Buzás, H., Szafner, G., Kovács, A.J. (2021) A tehéntej fő kazein és savófehérje frakcióinak kvalitatív és kvantitatív meghatározásának lehetőségei elektroforetikus módszerekkel és nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával. *Acta Agronomica Óváriensis*, Vol. 62. No. 1. , 98-124.
8. Bye, C.N. (1990). Casein and Mixed Protein Adhesives, in I. Skeist (szerk.) Handbook of Adhesives. Boston, MA: Springer US, pp. 135–152. doi.org/10.1007/978-1-4613-0671-9_7.
9. Csima, Gy., Dénes, L. & Vozáry, E. (2014). A possible rheological model of gum candies, *Acta Alimentaria*, 43(Supplement 1), p. 36–44. doi.org/10.1556/AAlim.43.2014.Suppl.6.
10. Gloman, C.B., Napoli, R. (2006). Scenic Design and Lighting Techniques: A Basic Guide for Theatre. Taylor & Francis Kiadó. pp. 281-282., ISBN: 9780240808062
11. Heck, J. M. L., Schennink, A., van Valenberg, H. J. F., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. W., Arendonk, J. A. M. van Hooijdonk, A. C. M. (2009): Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 92, (3) p. 1192-1202.
12. Holland, B., Rahimi, Yazdi S., Ion Titapiccolo, G., Corredig, M. (2010): Short communication: separation and quantification of caseins and casein macropeptide using ion-exchange chromatography. *Journal of Dairy Science*. 93, (3) 893-900.

13. Kónya, É. (2015). Közeli infravörös spektroszkópia alkalmazása búza minták reológiai tulajdonságainak vizsgálatára. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem. Elérhető: <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/5e02c3cf-75a7-4e9b-9630-3e24e9c10bdb/content>
14. Kókuti, Z. (2015). Szilikonolaj nemlineáris viszkoelasztikus tulajdonságainak mérése és modellezése. Doktori értekezés, Szegedi Tudomány Egyetem. Elérhető: https://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/2672/1/Kokuti_Zoltan_PhD_Ertekezés.pdf
15. Kunz C. & Lönnerdal, B. (1990). Human-milk proteins: analysis of casein and casein subunits by anion-exchange chromatography, gel electrophoresis, and specific staining methods. *Am J Clin Nutr.*, 51(1):37-46. doi: 10.1093/ajcn/51.1.37. PMID: 1688683.
16. Lambertné Meretei Anikó (2012) „Módszer kenyérbélzet állományjellemzőinek meghatározása
17. Mezger, T. (2020). *The Rheology Handbook_ For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers* (5th Revised ed.). eBook ISBN: 9783748603702
18. Nagy R., (2012). Reológia. Pannon Egyetem, Elérhető: https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/3172/2010-0012_reologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Steffe, J.F. (1996) *Rheological Methods in Food Process Engineering*. 2nd Edition, Freeman Press, East Lansing.
20. Sutermeister, E., Brühl, E. (1932). *Das Kasein: Chemie und technische Verwertung*, Aichstetten, Kremer Reprint.
21. Szabó-Nótin, B. (2016) Almatörköly, mint természetes állománykialakító alkalmazási lehetőségei gyümölcsstermékekben. Doktori értekezés, Szent István Egyetem. Elérhető: https://real-phd.mtak.hu/1405/1/Szabo-Notin_Beatrice_ertekezés_DOI.pdf
22. Várza, F. (2024) Flexo nyomtatással készült hajlékony falú csomagolóanyagok gyártási folyamatában a kritikus pontok feltárása, kutatások a lehetséges fejlesztési területeken. Doktori értekezés, Soproni Egyetem. Elérhető: http://doktori.uni-sopron.hu/id/eprint/911/2/PhD_Varza_Ferenc_2024_SOE.pdf
23. Yang, L., Liu, J., Du, C., Qiang, Y. (2013). Preparation and Properties of Cornstarch Adhesives, *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(8), p. 1068–1072. <https://doi.org/10.19026/ajfst.5.3207>. Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/287367723_Preparation_and_Properties_of_Cornstarch_Adhesives
24. Zeke I. (2015) Fagyasztott élelmiszer-emulziók stabilitásának vizsgálata. PhD. Corvinus University of Budapest. doi.org/10.14267/phd.2015016.
25. Zolek- Tryznowska, Z. (2016). *Rheology of Printing Inks*, In.: Izdebska, J., Thomas, S. (ed.): *Printing on Polimers*, ELSEVIER Inc. Amsterdam, pp.: 87-88, ISBN: 978-0-323- 37468-2

Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Simon Lóránt
A Hallgató Neptun kódja:	WPU034
A dolgozat címe:	Kazein és kazeinmentes címkeragasztók reológiai összehasonlító vizsgálata
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Gyümölcs és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szövegenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

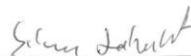
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: Oroszlány 2025 november 10.


Hallgató aláírása

SI

NYILATKOZAT

Simon Lóránt hallgató, (Neptun azonosítója: WPU034) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2025. év november hó 10. nap

Saló. Nóra Beatrix

belső konzulens

Simon Lóránt szakdolgozó

**Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI)
alkalmazásáról**

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Simon Lóránt
Neptun-kódja:	WPU034
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	
A munka címe:	Kazein és kazeinmentes cimkeragasztók reológiai összehasonlító vizsgálata

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Oroszlány, 2025. november 10.

.....
Sima László

Hallgató aláírása

.....
Sali-Nóra Deatix

Konzulens/Témavezető aláírása