

SZAKDOLGOZAT

Péter Nándor – Szakdolgozat

Péter Nándor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Alapképzési szak

A HOMOGENIZÁLÁS FOLYAMATÁNAK VIZSGÁLATA EMUL-
ZIÓS LIKŐRÖK ELŐÁLLÍTÁSA SORÁN

Belső konzulens:

Kiss Zsuzsanna

egyetemi adjunktus

Belső konzulens

Élelmiszertudományi és

intézete/tanszéke:

Technológiai Intézet

Biomérnök és Erjedésipari

Technológia Tanszék

Készítette:

Péter Nándor

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
1.1. Bevezetés	4
1.2. Célkitűzés	5
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1. Emulziós rendszerek áttekintése.....	6
2.1.1. Emulziók típusai	6
2.1.2. Emulziók kialakítása	7
2.1.3. Emulzió stabilitás.....	8
2.1.4. Emulziós rendszerek megszűnése.....	9
2.2. Likőrök általános ismertetése	11
2.2.1. Likőrkészítés kultúrtörténeti áttekintése	11
2.2.2. Likőrök definíciója és szabályozásuk	11
2.2.3. Likőrök gyártása	13
2.2.4. Likőrtípusok.....	14
2.3. Emulziós likőrök.....	14
2.3.1. Emulziós likőrök eredete	14
2.3.2. Emulziós likőrökkel szemben támasztott követelmények	15
2.3.3. Emulziós likőrök alkotói.....	15
2.3.4. Emulziós likőrök stabilitása az alkoholtartalom függvényében	17
2.3.5. Emulziós likőrök gyártása.....	19
2.4. Emulgeálószeres és stabilizátorok.....	21
2.4.1. Emulgeálószeres csoportosítása	21
3. Anyagok és módszerek.....	23
3.1. Felhasznált anyagok	23
3.1.1. Alkoholos tejszínkészítmény	23

3.1.2. Tojássárgája lé és teljes tojáslé	24
3.1.3. Finomszesz és lágyvíz.....	24
3.1.4. Emulgeálószeresek	25
3.1.5. Aromák és színezékek.....	25
3.2. Vizsgálati terv	25
3.2.1. Mintaemulzió összeállítás	26
3.3. Alkalmazott analitikai módszerek	27
3.3.1. Sűrűségmérés	27
3.3.2. Összes szárazanyagtartalom meghatározás.....	28
3.3.3. Oldott szárazanyagtartalom meghatározás	28
3.3.4. pH mérés	28
3.3.5. Részecskeméret és méreteloszlás meghatározása	29
3.3.6. Zéta-potenciál mérés.....	30
4. Eredmények és értékelésük	32
4.1. Modell emulziók előállításának tapasztalatai	32
4.2. Modell emulziók és alapanyagok analitikai vizsgálata	33
4.3. Részecskeméret, méreteloszlás és zéta-potenciál mérések eredményei.....	34
4.3.1. Gyári minták értékelése	35
4.3.2. Saját minták értékelése	37
4.3.3. Gyári és saját minták közös értékelése	39
5. Következtetések és javaslatok	41
6. Összefoglalás.....	42
7. Irodalomjegyzék.....	44
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	48
8.1. Ábrajegyzék.....	48
8.2. Táblázatjegyzék	48

9. Mellékletek.....	50
10. Köszönetnyilvánítás	57

Péter_Nándor_Szakdolgozat

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1. Bevezetés

Az emulziós likőrök előállításának egyik legfontosabb aspektusa a hosszútávú fizikai eltartósság, azaz a megfelelő stabilitás biztosítása. A nem kellő módon kialakított termékek tárolása során felmerülhetnek olyan fizikai elváltozások, mint a fáziselválás vagy nyakdugó kialakulása, melyek esztétikai, érzékszervi tényezők révén károsan hatnak a termék fogyasztói elfogadására.

A stabil emulzió kialakításának legfontosabb tényezője a diszpergálendő részecskék megfelelő cseppméretének elérése, valamint a megfelelő határfelületi réteg kialakítása a diszperz és a folytonos fázis között. Ebből kifolyólag az emulziós likőrkészítés technológiai alapjait sem képezi más, mint az intenzív keveréssel megvalósított cseppméret kialakítás, valamint a helyes keverési sorrend, mely hozzájárul a határfelületi rétegek kialakulásához.

Az emulziós likőrök előállításának technológiai megvalósítása történhet hagyományos módon, keveréssel, úgynevezett „rotor-stator” elvű berendezéssel, melyben az italt egy keverőelem mozgatja és így kerülnek aprózódásra a diszpergálendő részecskék. Lehetőség van azonban magasnyomású homogénező alkalmazására, melyben a folyadék szűk rések között történő intenzív mozgásának következtében fellépő nyíróerő által valósul meg a cseppméret kialakítás.

A témát övező szakirodalmi alkotások körében jól feltérképezett témakör az emulziós rendszerek leírása, valamint az emulziók stabilitását befolyásoló tényezők. Mindemellett szintén széles körben olvashatunk kutatásokról, melyek az emulziós likőrök formulációjáról, azok hosszantartó stabilitását befolyásoló tényezőiről, valamint a beltartalmi alkotók szerepéről, melyek hozzájárulnak az emulziók kialakulásához. Kevesebb alkotás olvasható azonban olyan témákról, melyben az emulziós likőrök készítése ipari környezetbe helyeződik, akár valós piaci termékeken keresztül szemléltetve az elméleti tényezők gyakorlati megvalósulását.

Az emulziós likőrök stabilitása vizsgálható vizuálisan, termosztálással végzett stabilitásvizsgálatot követően, valamint becsülhetők a kulcsfontosságú stabilitás tényezők meghatározása révén, mint a cseppméret, valamint a zéta-potenciál, melyek mérhető lézerdiffrakciós mérőberendezések révén. Ez a módszer hazánkban jelenleg ipari jelentőségének ellenére szűk körben alkalmazott a berendezések elérhetősége végett.

1.2. Célkitűzés

Szakdolgozatom tárgyát az emulziós likőrök formulációja képezi, különös tekintettel azok hosszútávon is stabilis kivitelezésének lehetőségeire, valamint arra, hogy a homogénezéssel előállított emulziós likőrök mérhető stabilitási tényezői hogyan viszonyulnak a keveréssel előállított likőrök stabilitásához. Kutatásom célja, annak feltérképezése, hogy egy piaci forgalomban fellelhető emulziós likőr stabilitási tulajdonságai javíthatók-e a keverés körülményeinek precíz, szakszerű kivitelezésével, illetve ellenkező esetben szükséges-e a homogénezés használata annak érdekében, hogy megfelelő fizikai eltarthatósággal rendelkező terméket állítsanak elő.

A kitűzött cél megvalósításához egy hazai gyártó piaci forgalomban beszerezhető likőrjeit kívánom összehasonlítani általam készített laboratóriumi léptékű modell emulziókkal. Az elkészítendő minták a szakszerű és precíz emulziós likőrök elaborációját hivatottak modellezni. A modellek egy részét hagyományos keveréssel, egy részét pedig homogénezéssel kívánom előállítani, annak érdekében, hogy összehasonlíthatók legyenek a keveréssel, valamint a homogénezéssel gyártott likőrök.

A modell emulziók előállítását követően szükségem lesz a minták, valamint a minták elkészítése szempontjából kritikus alapanyagok, mint a tejszínkészítmény, illetve a tojáslevek fontosabb analitikai jellemzőit. Ennek keretein belül sűrűségmérést, szárazanyagtartalom, illetve refrakció meghatározást, valamint pH mérést szándékozok lebonyolítani.

Mivel az emulziós rendszerek stabilitása a diszpergált fázis részecskéinek méretén és méreteloszlásán, valamint a határfelületi rétegen kialakult zéta-potenciál értékeken keresztül becsülhető meg, így a likőrök összehasonlítására ezen méréseket kívánom alapul venni. Ezen tényezők meghatározásához a Zetasizer Nano mérőberendezést kívánom felhasználni. A műszer egy lézerdiffrakciós elven működő analízáló berendezés mely kimondottan az emulziós rendszerek vizsgálatára alkalmas. Használatával a normál esetben hosszadalmas stabilitásvizsgálat egyszerűen és gyorsan végezhető el.

2. Szakirodalmi áttekintés

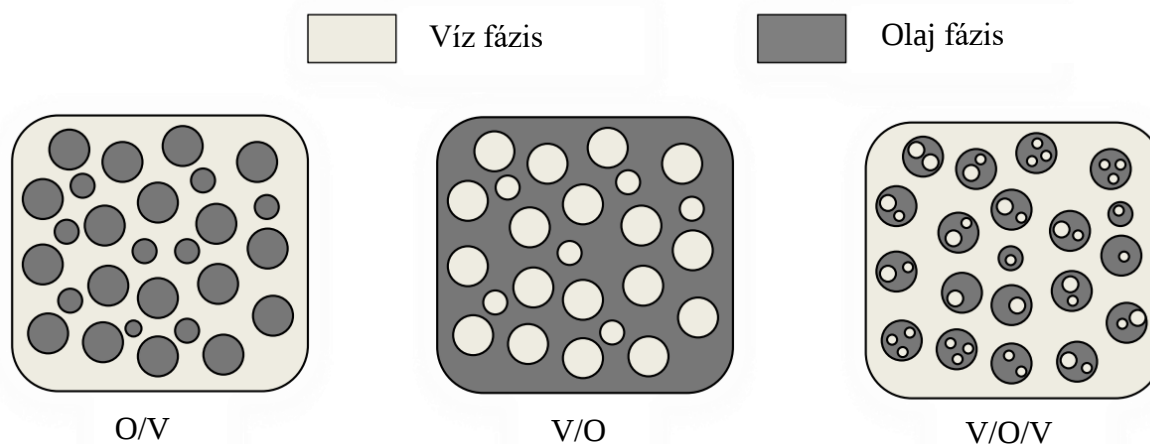
2.1. Emulziós rendszerek áttekintése

Az emulziók olyan diszperz rendszerek, melyek egymásban nem elegyedő folyadékokból állnak. Ezen rendszerek alkotói a diszpergált és a folytonos fázis, melyből a diszpergált fázis finom cseppek formájában vannak elosztatva a folytonos fázisban. (Az emulziók szerepe számos iparágban jelentős, legyen az gyógyszer-, kozmetika-, üzemanyag- vagy akár az élelmiszeripar). Az emulziók önmagukban nem mondhatók stabil rendszereknek, melynek okát a különböző nem elegyedő anyagok kapcsolata jelenti. Habár egyes emulziós rendszerek stabilak lehetnek a diszpergált fázis kis cseppmérete, valamint a határfelületi rétegek kialakulása végett, a legtöbb emulzió hosszantartó stabilitásához felületaktív anyagok hozzáadása szükséges. (Akbari and Nour, 2018)

2.1.1. Emulziók típusai

Az alapján, hogy milyen típusú anyag alkotja a diszperz és a folytonos fázist, az emulziók különböző típusait különböztetjük meg. Ezek alapján három fő típust határozhatunk meg, melyek a víz az olajban (V/O), olaj a vízben (O/V), illetve a komplex vagy többszörös emulziók. A V/O emulziók esetében a folytonos fázist hidrofób anyagok alkotják, mint az olaj, a diszpergált fázisként pedig a víz szolgál. Ezzel szemben az O/V típusú emulziókban a folytonos fázisként a víz szolgál, melyben elosztatott cseppekként van jelen az olaj, mint diszpergált fázis. Ezen emulzió típusok esetében a folytonos és a diszpergált fázis mellett jellemzően valamilyen felületaktív anyag is jelen van. A komplex emulziók esetében egy diszpergált részecske olyan folytonos közegben van elosztatva, mely önmaga is diszpergált állapotban van egy folytonos fázisban. Ilyen komplex emulziók lehetnek a víz az olajban a vízben (V/O/V), valamint az olaj a vízben az olajban (O/V/O) rendszerek. Ezek esetében azonban a stabil emulzió létrejöttéhez jellemzően két különböző felületaktív anyag jelenlétére van szükség. (Akbari and Nour, 2018)

1. ábra: Emulziók alaptípusai
Forrás: Nour, 2018



Az 1. ábra az emulziók három fő típusát szemlélteti.

Mindezen szélesebb körben tanulmányozott emulzió típus mellett beszélhetünk még olaj az olajban (O/O) emulziókról is, mely egy korlátozottabb felhasználási területtel rendelkező emulzió típus. Ebben a rendszerben két egymásban nem elegyedő, egy poláris, valamint egy apoláris tulajdonsággal bíró olaj képez a megszokott módon, folytonos és diszpergált fázisok kialakulásával emulziót. Jellemzően ezen emulziók tartós stabilitásához is szükséges felületaktív anyagok hozzáadása. Az O/O típusú emulzióknak az olyan felhasználási területeken van jelentősége, ahol problémát jelentene a víz jelenléte. (Zia et al., 2020)

Az emulziókat csoportosíthatjuk a diszperz fázisban létrejött átlagos cseppméret alapján is. Ezáltal megkülönböztethetünk makro-, valamint mikroemulziókat. Egy rendszert akkor nevezünk makroemulciónak, ha átlagos cseppmérete 0,1 és 50 μm között van, 300 nm alatt mikroemulzióról beszélünk. (Karbstein and Schubert, 1995)

2.1.2. Emulziók kialakítása

Az emulziók kialakításának alapvető feltétele a diszperz fázis kellően apró cseppméretének kialakítása, mely a cseppek elosztatása révén történik. A cseppek elosztatása során a nagyobb cseppekből több kisebb méretű csepp keletkezik, így a diszpergált részecskék egy nagy mértékű felületnövelésen mennek keresztül. E során a felületi feszültség ellenében munkát kell végezni, így az emulzió kialakításhoz nagy mértékű fajlagos energia bevitele szükséges (Bencsik, 2003).

Emulziók kialakítására alkalmas ilyen módszerek a rotor-stator típusú berendezések, mint a keverők és kolloid malmok, illetve a magasnyomású homogénezők alkalmazása (Karbstein and Schubert, 1995). Ezen berendezések alkalmazása során hőmérséklet növekedést figyelhetünk meg, mivel a rendszerbe juttatott mechanikai energia egy része hővé alakul (McClements, 2004). Fontos megjegyezni, hogy mivel az emulziók termodinamikailag instabil rendszerek, így a megfelelő cseppméret kialakítás nem elegendő a hosszútávú stabilitás eléréséhez, így az emulziók kialakítása során emulgeálószer alkalmazása szükséges (Thanasukarn et al., 2006).

2.1.3. Emulzió stabilitás

Az emulziók stabilitását számos tényező befolyásolja, ellenben alapvető tény, hogy a hosszantartó stabilitás elérése csak emulgeálószer felhasználásával érhető el (Thanasukarn et al., 2006), minden egyéb körülménnyel a stabilitás elősegíthető, illetve a szétválás lassítható.

Az emulziók stabilitása szempontjából igen jelentős a diszperz fázist alkotó részecskék határfelületén kialakuló rétegek, melyek megakadályozzák a cseppek összeolvadását. Ezen határfelületi rétegek kialakulásában jelentős szerepet játszanak a diszperz fázist alkotó makromolekulák, valamint a rendszerben jelen lévő felületaktív anyagok (Ng and Rogers, 2019). Szintén fokozott jelentőséggel bír a diszperzitás foka. Minél finomabban van eloszlatva a diszperz fázis, annál kisebb a szétválás sebessége, ezáltal nagyobb a stabilitás. A szétválás sebességét ezen felül befolyásolja a folytonos és a diszperz fázis közötti sűrűségkülönbség, valamint a rendszer viszkozitása. Minél kisebb a két fázis között a sűrűségkülönbség, valamint minél nagyobb a viszkozitás, annál kisebb a szétválás sebessége. Mivel a szétválás sebessége viszkozitás függő, így a rendszer stabilitása függ annak hőmérsékletétől is. A hőmérséklet növelésével csökken a viszkozitás, mely negatívan befolyásolja a rendszer stabilitását. A magas hőmérséklet előnytelenül befolyásolja a határfelületi réteget is, valamint a diszpergált részecskék Brown-féle mozgását is fokozzák, ezzel növelve az ütközések előfordulását, mely tovább csökkenti az emulzió stabilitását. Mindemellett jelentős továbbá a diszpergált részecskék koncentrációja, mivel magasabb koncentráció esetében nagyobb a cseppek ütközésének valószínűsége, mely felveti a cseppek összeolvadásának kockázatát. (Mák et al. 2024)

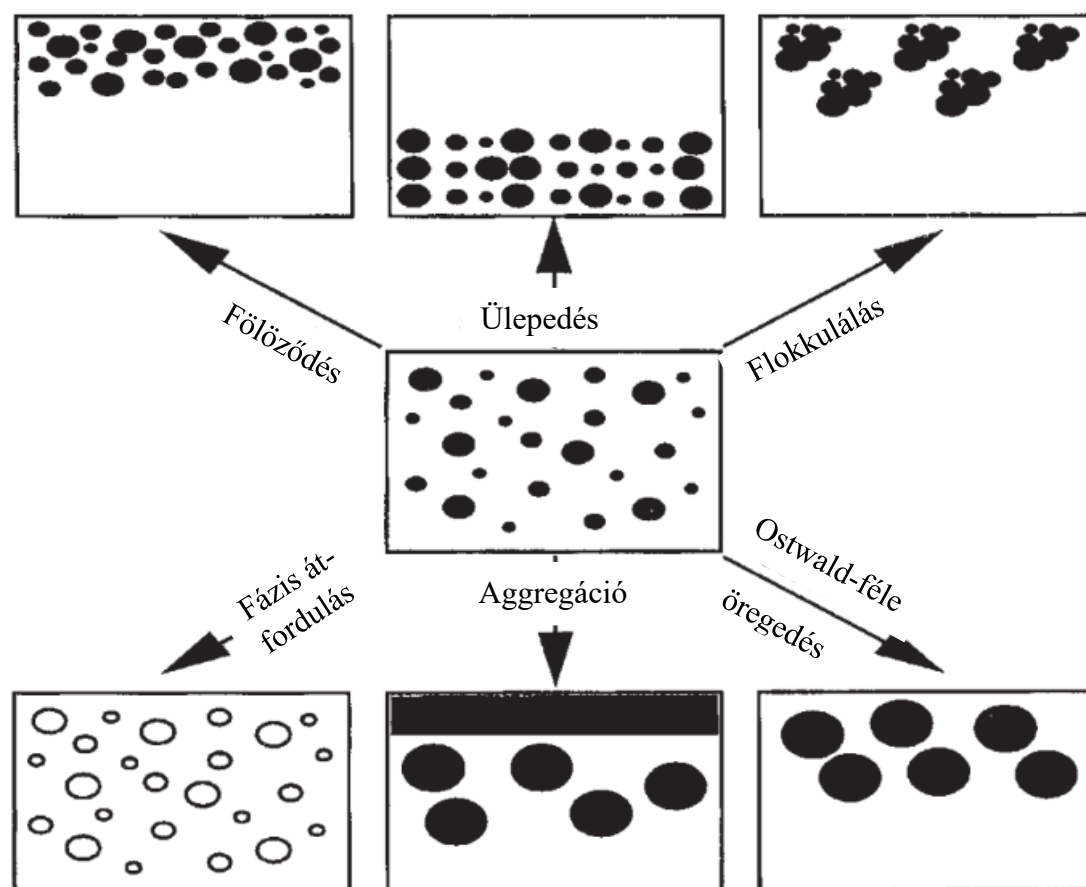
Fontos megjegyezni továbbá, hogy az alkohol jelenléte egy emulzióban, hozzávetőlegesen 20 m/m%-ig felületi feszültség csökkentő hatása révén elősegíti az emulzió kialakítását és apróbb cseppek létrehozását eredményezi, valamint növeli a kialakított emulzió stabilitását (Ng and Rogers, 2019).

Minden eddig megfogalmazott tényező mellett E. Dickinson 2019-es tanulmányában, melyben átfogóan tanulmányozza az emulziók stabilitását befolyásoló tényezőket, fontos megállapítást tesz azon emulziós rendszerekről, melyek fehérjéket is tartalmaznak. Megállapítása szerint fontos figyelembe tartani, hogy az emulzió pH értéke lehetőség szerint ne közelítse meg az emulzióban fellelhető fehérjék izoelektromos pontját. Ez a tényező különösen fontos abban az esetben, ha egy emulzió előállításához proteinek használunk stabilizálószerként.

2.1.4. Emulziós rendszerek megszűnése

Az emulziós rendszerek megszűnése különböző módokon mehet végbe, mely folyamatok lejátszódását különböző faktorok idézik elő. Az emulziós rendszerek megszűnésének lehetséges eseteit a következő ábra szemlélteti.

2. ábra: Emulziók megszűnésének típusai
Forrás: Tadros, 2009



A fölöződés és ülepedés hasonló módon, külső erők, mint a gravitáció vagy centrifugális erő hatására mennek végbe. Ezen hatások fellépése esetén koncentráció gradiens alakul ki a rendszerben, melynek hatására a nagyobb diszpergált részecskék sűrűségüknek megfelelően a folyadék felszín felé vagy az edényzet aljára mozognak. Ha a diszperz fázis sűrűsége kisebb, mint a folytonos fázisé, akkor fölöződésről, ha nagyobb, ülepedésről beszélünk.

A flokkuláció során a részecskék taszító erő hiányában összeállnak nagyobb halmazokba, oly módon, hogy a különálló cseppek mérete nem változik, így nem beszélünk összeolvadásról. Flokkuláció akkor jelentkezik, mikor a diszpergált részecskék határfelületén fellépő töltések nem biztosítanak olyan mértékű taszító erőt, mely megakadályozná a részecskék közeledését, illetve összekapcsolódását.

A fázis átfordulás során az emulziót alkotó diszperz és folytonos fázis szerepet cserél, így az a komponens, mely korábban a diszpergált fázist alkotta az emulzió folytonos fázisa lesz és ennek megfelelően a korábbi folytonos fázis részecskéi kerülnek a diszperz fázisba. A fázis átfordulás némely emulzióval megfelelő idő eltelte után végbemenő jelenség, lejátszódtaival az O/V emulzióból V/O emulzió keletkezik. A folyamat lehet egy átmeneti állapot is, mely eredményeképpen komplex emulziók alakulnak ki.

Az aggregáció során a diszpergált részecskék felületi rétegeinek elvékonyodását követően kettő vagy több részecske egybe olvad, mely hatására egy nagyobb csepp jön létre. Az aggregáció szélsőséges esetében az emulziót alkotó két folyadékfázis akár teljesen elválhat egymástól egy kétfázisú heterogén rendszert alkotva.

Az Ostwald-féle öregedés azon emulziók esetében játszódhat le, melyek esetében a két folyadék kis mértékben oldódik egymásban. Emulziós rendszerekben, melyek általában polidiszperzek a kisebb méretű cseppek jobb oldhatósággal rendelkeznek, mint a nagyobbak, így idővel ezen részecskék feloszlanak, molekuláik pedig ráakódnak a nagyobb cseppek felületére. Ezen folyamat következtében a diszpergált fázis cseppméret eloszlása eltolódik a nagyobb részecskeméret felé.

Az emulziós rendszerekben lejátszódó folyamatokkal kapcsolatban fontos megemlíteni, hogy az imént említett jelenségek ritkán játszódnak le önállóan, az emulziók öregedése esetében általában ezek szimultán fellépése jellemző.

(Tadros, 2009)

2.2. Likőrök általános ismertetése

Azon minőségi szeszitalokat, melyek finomszeszből, vagy aromás párlatokból, lágy vízből és különböző ízesítőanyagokból készültek, jellemzően nagy mennyiségű hozzáadott cukorral vagy egyéb édesítő anyagokkal likőröknek nevezzük (Heffernan, 2016). A likőripari termékeket rendkívüli változatosság jellemzi, mely kialakulásáért egyrészt a likörgyártás sok évre visszanyúló története és kulturális vonatkozásai, másrészt a likörgyártók számára rendelkezésre álló számtalan alapanyag felelős.

2.2.1. Likorkészítés kultúrtörténeti áttekintése

A modern kontextusban értendő likorkészítés történelmileg szorosan összefügg a gyógyhatású növényi kivonatok készítésével, mellyel már a negyedik századi alkimisták is foglalkoztak. Habár a gyógyítási célokra használatos alkoholos elixírek készítése már legalább a 16. század óta szerves részét képezte az európai kultúrának (Teresa Egea, 2015), ezen extraktumok fejlődéséhez elengedhetetlen volt az olyan nyugat-európai szerzetesrendek tagjainak, mint a bencés és a karthauzi rend szerzeteseinek munkája, akik révén ezek az italok élvezeti cikkeként kerültek be a köztudatba. A 17. század végére számos manufaktúra alapult, melyek célja kifejezetten az ízesített szeszitalok készítése volt, ezáltal a likorkészítés tevékenysége már nem korlátozódott kizárólag a szerzetesrendekre, így lehetőség adódott nagyobb, kereskedelmi mennyiségű előállításra (González-Sanjosé and Pérez-Magariño, 2003).

Az ipari likörgyártást első sorban a nád-, illetve Európában inkább jellemző répacukor készítés megjelenése, valamint a cukorfinomítási technológiák kifejlesztése és rendszeresítése mozdította előre. A folyamatosan fejlődő vegyipar által lehetőség nyílt a mesterséges ízesítő és színezőanyagok, valamint egyéb adalékanyagok előállítására, továbbá az ízesítésre szolgáló természetes kivonatok helyettesítésére megjelentek a szintetikus esszenciák is. Ezen alapanyagok alkalmazása hamar a likörgyártás területére is beférkőztek, ezzel bővítve a likőripari alapanyagok korábban is széles palettáját. (Sólyom Lajos, 1977)

2.2.2. Likőrök definíciója és szabályozásuk

A likőrök jogi keretek között történő definiálásában regionálisan meglehetősen nagy eltéréseket tapasztalhatunk. Példának okáért, az Európai Unió megfogalmazását összehasonlítanánk az Egyesült Államok által leírt meghatározással lényeges különbséget tapasztalnánk. Általánosságban elmondható viszont, hogy az előírások fundamentálisan meghatározzák a likőrök

jellegét, a jellemző alapanyagok leírásával, azonban a specifikumok terén nagy mozgásteret engednek, ezzel lehetővé téve a különböző likőr típus széles választékának megjelenését. (González-Sanjosé and Pérez-Magariño, 2003)

Hazánkban a likőrök pontos meghatározásában, valamint azok általános minőségi követelményeinek leírásában az Európai Unió és a Magyar Élelmiszerkönyv egyaránt szerepet játszanak. Az Európai Parlament és a Tanács 2019/787/EK rendelete, mely első melléklete a különböző szeszes ital kategóriák meghatározására szolgál, önálló pontba sorolja a likőröket, így azt különálló szeszesital kategóriaként határozza meg. A rendelet szerint a likőrök mezőgazdasági eredetű etil-alkoholból, desztillátumból, szeszes italokból, illetve ezek kombinációjából, ízesítőanyagok, mezőgazdasági eredetű termékek vagy élelmiszerek felhasználásával készült édesített termékek. A rendelet meghatározza, hogy a likőrök minimális alkoholtartalma 15 térfogatszázalék, valamint minimális cukortartalmuk 100 gramm literenként invertcukorban kifejezve. A szöveg leírást ad a likőr név, valamint különböző különleges minőségi jelzők használatáról. Mindezen felül a leírásban szerepel azon termékek jegyzéke, melyek nem készülhetnek mesterséges aromákkal vagy ízesítőkkel. A 33 kategória mellett, mely általánosságban határozza meg a likőröket, megjelenik továbbá a tojáslikőrök, illetve a tojásos likőrök, melyek a 39 és 40 számot kapták. Ezen két kategóriában meghatározzák a név használatához szükséges tojássárgája tartalmat, mely a tojásos likőrök esetében 70 g/l, tojáslikőrök esetében 140 g/l. A tojáslikőrök kategóriájában különlegességet jelent továbbá, hogy ez az egyetlen likőr kategória, mely minimális alkoholtartalma kisebb, mint 15 helyett 14 V/V% (Európai Parlament és Tanács, 2019)

A Magyar Élelmiszerkönyv az 1-3-157/89 számú előírásában írja le a likőrök meghatározását. A 2019/787/EK rendelethez hasonló alapokra fekteti a definiálást, az előírás leírja, hogy a likőrök alapanyaga mezőgazdasági eredetű etil-alkohol vagy desztillátum, vagy szeszes ital, vagy ezek keveréke, illetve előállításuk során édesítésre és mezőgazdasági eredetű termékek hozzáadásával ízesítésre kerülnek. A Magyar Élelmiszerkönyv a likőrök cukortartalmát invertcukorban kifejezve 100 g/l-ben minimálja, az alkoholtartalomról, valamint a mesterséges ízesítőanyagok felhasználhatóságáról viszont nem esik említés. (Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, 2019)

A Magyarországon piaci forgalomba hozott és értékesítésre szánt termékeknek, melyek a likőr nevet viselik természetesen az Európai Unió és a Magyar Élelmiszerkönyv által megfogalmazott előírásoknak egyaránt eleget kell tenniük. Fontos megemlíteni továbbá, hogy a likőrök előállítása során felhasználható ízesítő, színező és egyéb adalékanyagok az Európai Parlament és a Tanács élelmiszer-adalékanyagokról szóló 1333/2008/EK, valamint az élelmiszerekben és azok felületén felhasználható aromákról szóló 1334/2008/EK rendeletének is meg kell felelniük.

2.2.3. Likőrök gyártása

A likörgyártás a felhasználandó alapanyagok előkészítésével, az úgynevezett féltermékek előállításával kezdődik. Ezen féltermékek olyan alapanyagok, melyek a likörgyártás későbbi szakaszában további feldolgozásra kerülnek. Az ilyen előkészítő műveletekhez tartozik a vízkezelés, illetve vízlágyítás, a drogvivonatok és desztillátumok előállítása, gyümölcs alapú anyagok előkezelése, a gyümölcslé készítés, az édesítő anyagok előkészítése, cukorszirup készítés, esetlegesen a színező anyagok előkészítése és a kulórkészítés. Ezen műveleteknek nincsen előre meghatározott sorrendje, minden az adott likőrhöz szükséges alap és adalékanyag a keverést megelőzően egyidejűleg előállítható. Az előkészítő műveleteket az összeállítás követi. Az előzőektől eltérően ennek a műveletnek a legfontosabb aspektusa az alapanyagok megfelelő sorrendben, valamint megfelelő arányban történő összekeverése. A keverés alapelve, hogy elkülönítjük az alkoholban, illetve a vízben jobban oldódó komponenseket. Hagyományos, azaz nem emulziós likőrök esetében a sorrendet a sűrűség határozza meg a jobb keveredés és a rétegződés elkerülése végett. Ennek okán először a finomszesz, majd az alkoholban oldódó komponensek, illóolajok, esszenciák és egyéb párlatok kerülnek bemérésre, ezt követi a lágyvíz egy része, majd az édesítő anyagok, cukorszirupok és a többi vízbe oldódó komponens, gyümölcslevek, színyanyagok, karamell. A magas fehérje és dextrin tartalmú alapanyagokat célszerű a folyamat végén adagolni, mivel ezen alkotók magas alkohol koncentráció mellett hajlamosak kicsapódásra, ami a termékben pelyhesedés formájában jelenik meg, mely szűrési problémákhoz vezethet. Az alapanyagok adagolása során fontos az intenzív keverés alkalmazása, ideális esetben az elegy folyamatos keverésben van az előállítás során. A folyamatos keverés és a gondosan kivitelezett adagolás jól oldott, egyenletes elegyet eredményez. A keverést szűrés és pihentetés követi. A tükroesen tiszta megjelenés érdekében a leszűrt likőröket derítik és csak ezután kerül sor a palackozásra.

(Sólyom, 1977)

2.2.4. Likőrtípusok

A likőrök csoportosítását tekintve több szempontból is kiindulhatunk. Lehetőség van az alkohol és a cukortartalom szerint történő csoportosításra, így elkülöníthetünk alacsony, közepes vagy magas alkohol vagy cukortartalommal rendelkező likőröket.

Egy egyéb csoportosítási elv a likőrök minősége alapján történő megkülönböztetésük, ezen elv alapján beszélhetünk kereskedelmi és minőségi likőrökről. A kereskedelmi likőrök előállítása jellemzően nagyobb mennyiségben mesterséges ízesítő és színezőanyagok felhasználásával történik, míg a különleges likőrök kizárólag természetes eredetű íz és színanyagokból készülnek, valamint számos esetben hosszabb ideig tartó érlelésnek vetik alá őket. A különleges likőrök íz jellegük alapján tovább csoportosíthatók, így hat alapvető likőrtípust határozhatunk meg. Ezek a keserűlikőrök, fűszerlikőrök, növényi likőrök gyümölcslikőrök, emulziós likőrök, valamint az egyéb ízesítéssel készült likőrök. (Molnár, 2017)

2.3. Emulziós likőrök

Az emulziós likőrök a likőrök egy olyan típusa, melyek jellemzően magas zsírtartalmú anyagok felhasználásával készültek, mint a tejszín, tojás vagy kakaó, aminek hatására a kész termék sűrűn folyós állagú, jellemzően alacsonyabb alkoholtartalmúak, valamint a likőrökre általánosan jellemző magas cukortartalomnál is fokozottan nagy mennyiségű cukor felhasználásával kerülnek előállításra (Buzás, 2017).

Az emulziós likőrök technikai értelemben véve olyan olaj a vízben típusú (O/V) élelmiszer emulziók, melyben a folytonos fázisban a víz mellett alkohol is található (Ng and Rogers, 2019).

2.3.1. Emulziós likőrök eredete

Ezen likőrtípusok előállítása századokkal ezelőtt kezdődhetett és feltételezhetően a háztartásbeli likőrkészítés alapozta meg a tejszín alkoholos italokban történő felhasználását. A Skóciában gyártott tradicionális ital, az Atholl Brose-t skót whiskybe áztatott zabpehely felhasználásával készítették, méz és tejszín keverékének elegyítésével. A tejszínnel készített likőrök előállítása sokáig kizárólag háztartási keretek között folytatódott, azonban a 20. század második felétől törekvések indultak a nagy mennyiségű gyártás lehetőségeinek feltárására. Az első termék, mely sikeresen kereskedelmi gyártásra kerülhetett, a Baileys Irish Cream colt, melyet 1974-ben állítottak forgalomba. (Deosarkar et al., 2016)

2.3.2. Emulziós likőrökkel szemben támasztott követelmények

A piaci forgalomba kerülő emulziós likőrök esetében általános elvárás, hogy a termék akár több évig is eltartható legyen. Emulziós likőrök esetében az eltarthatóság alatt egyaránt fontos figyelembe venni a mikrobiológiai, valamint a fizikai stabilitást. A likőrök minimális alkohol-tartalmának, valamint cukortartalmának együttes hatása révén egyéb intézkedés nélkül is elérhető a mikrobiológiai stabilitás, mely biztosítja a termék hosszútávú fogyaszthatóságát (Hoffmann, 2016). A termék fizikai stabilitását az előállítás során kialakított emulzió határozza meg. Az elégtelen homogenizálás eredménye az emulziós rendszer megszűnése, mely során az eloszlatott zsírcseppek összeállnak és fáziselválást, főlözödést vagy nyakdugó kialakulását okozzák, melyek kritikus érzékszervi hibának számítanak a fogyasztói megítélés szempontjából (Hoffmann, 2002).

Az emulziós likőrök viszkozitása egy fontos szempontját képezi a termékek tulajdonságainak, mivel azon felül, hogy befolyással van a fizikai stabilitásra önmagában is hatással van a fogyasztói megítélésre (McClements, 2004). A túl nagy viszkozitás összességében negatívan hat a fogyasztók elfogadására. Tárolás során a termékek viszkozitása nő, így e paraméter vizsgálata alkalmas a likőrök öregedésének nyomonkövetésére (O'Sullivan, 2012).

2.3.3. Emulziós likőrök alkotói

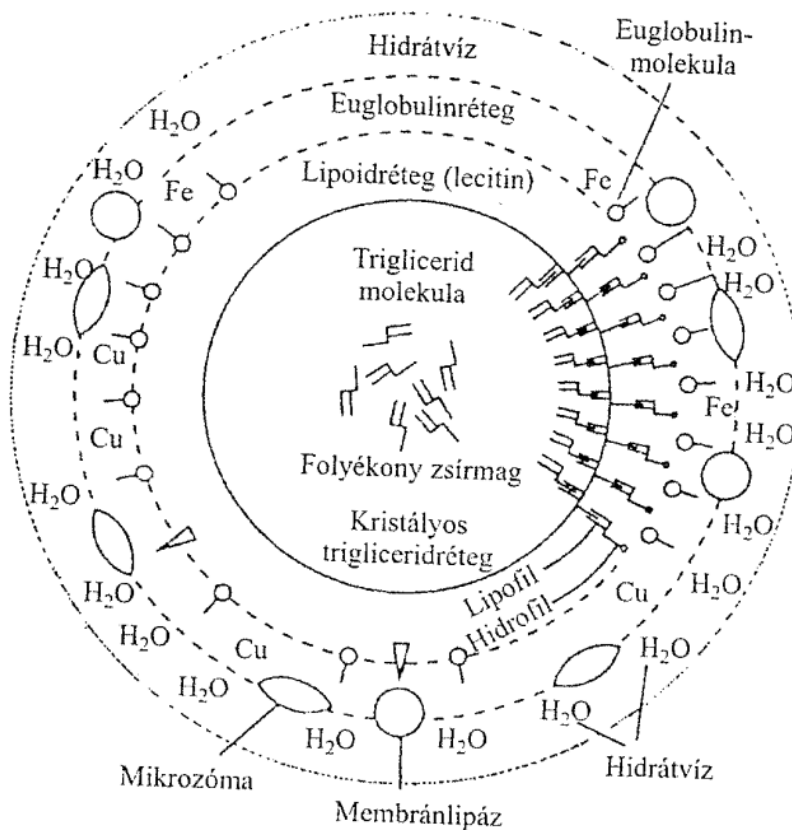
Habár a kereskedelmi gyakorlatot tekintve nem beszélhetünk szabványos összetételről a krémlikőrök előállítását tekintve (Deosarkar et al., 2016), számos összetevő ismert, melyekkel ezen termékek csoportja általánosságban jellemezhető. A termékek jellemzően vízből, alkoholból és valamely olajos alkotóból állnak, mely utóbbi az esetek legnagyobb részében tejszín. Emellett édesítő és színező anyagok és emulgeálószer is felhasználásra kerülnek, melyek általában nátrium-kazeinát és trinátrium-citrát, valamint alacsony molekulatömegű felületaktív anyagokat is tartalmazhatnak (Banks and Muir, 1985; Lynch and Mulvihill, 1997).

Mindezen szokványos összetevőn felül egyéb olyan adalékanyagok is alkalmazhatók, melyek hozzájárulnak a kívánt minőségi paraméterekkel rendelkező termék előállításához. A fogyasztói megítélés számára kedvező kellemes szájérzet elérése érdekében élelmiszer sűrítőanyagok is adagolható a likőrökhöz (Banks and Muir, 1985).

Az emulziós likőrök előállításához érdemes magas zsírtartalmú tejszínt felhasználni, mely önmagában is egy O/V típusú emulzióként van jelen, folytonos fázisában a diszpergált zsír-

cseppeken felül fehérjét, laktózt, ásványi sókat, vitaminokat és enzimeket is tartalmaz (Hefernan et al., 2016). A diszpergált zsírcseppek stabil diszperz fázisként vannak jelen a tejszínben, mely a zsírcseppek többszörös rétegből álló szerkezeti felépítéséből adódik. A cseppekben legbelül a hidrofób trigliceridek találhatók, melyeket egy kb. 2,5 nm vastagságú foszfolipid réteg vesz körül. A foszfolipidek hidrofób farki része a triglicerid mag felé, míg a hidrofil feji része a kifelé orientálódik és ez teszi lehetővé a zsírcseppek kapcsolódását hidrofil karakterű részecskékkel. A foszfolipid rétegre kívül egy fehérjeréteg kapcsolódik, mely felületén negatív töltések találhatók. Végül egy külső hidratburok zárja le a zsírgolyócska szerkezeti felépülését, mely a fehérjeréteghez kapcsolódik. A tejszínben jelen lévő diszpergált zsírcseppek stabilitását tovább növeli a diszperziós fázisban jelen lévő savófehérjék, melyek ráépülnek a zsírcseppek külső hidratburkára átmenetet képezve a folytonos és a diszpergált fázis között ezzel egyfajta védőkolloid jelleget kialakítva. (Gasztonyi, 1979)

3. ábra: Tejsír csepp szerkezeti felépítése
Forrás: Gasztonyi, 1979



A harmadik ábra a tejben, illetve tejszínben fellelhető natív zsírcsepp szerkezeti felépítését szemlélteti.

Egy másik összetevő, mely jellemzően használatos emulziós likőrök kialakítására nem más, mint a tojássárgája. A tojássárgája önmagában szintén egy természetesen előforduló olaj a vízben emulzió, melyet a sárgája magas lipidtartalma tesz lehetővé. Összetételének 32,6%-át lipidek alkotják, mely 66%-ban trigliceridekből, 28%-ban foszfolipidekből és 6%-ban koleszterinből, illetve koleszterin észterekből áll. A tojássárgája lipidtartalmának nagy része lipoproteinek formájában van jelen, mely a tojássárgája emulziós rendszerében változó méretű sárgájacseppeket alkot. Ezen sárgájacseppek átmérője a 20-40 µm tartományba esnek és javarészt fehérjemembránnal vannak körülhatárolva. Az emulziós likőrök előállítása szempontjából jelentős tényező a tojás emulzióképző képessége, melyet legnagyobb mértékben a tojásban fellelhető foszfolipid molekulák tesznek lehetővé. Ilyen például a lecitin, mely természetes emulgeátorként lehetővé teszi, hogy a víz és zsírfázisok a likőrökben ne váljanak szét. Ezen molekulák felületaktív anyagok, melyek vizes közegben micella-szerkezet kialakítására képesek, ezzel biztosítva a kialakított emulziók stabilitását. A tojássárgája emulgeáló képességéhez a foszfolipideken felül az alacsony sűrűségű lipoproteinek járulnak hozzá. (Hajós, 2008)

2.3.4. Emulziós likőrök stabilitása az alkoholtartalom függvényében

Emulziós likőrök összeállítása szempontjából előnyt jelent az a tényező, hogy az etanol jelenléte egy rendszerben elősegíti az emulzió kialakítását a felületi feszültség csökkentése révén, valamint stabilizálja a kialakult emulziót a határfelületi rétegben való elhelyezkedéssel (Ng and Rogers, 2019). Ehhez a tényezőhöz kapcsolatosan azonban nem szabad elhanyagolnunk azt a tényt, hogy az etanol jelenléte az emulziós likőrökben csak egy bizonyos koncentráció alatt jelent előnyt. W. Bank és D. Muir 1985-ben írt tanulmányuk keretein belül az emulziós likőrök stabilitását vizsgálták az etanol koncentráció függvényében. Kutatásuk célja annak a feltérképezése volt, hogy lehetséges-e stabil emulziós likőr kialakítása az iparban szokványos, hozzávetőlegesen 15%-nál magasabb, 24%-os alkoholtartalom esetében. A kutatás lebonyolításához modell emulziókat állítottak elő, és magas hőmérsékleten végzett felgyorsított stabilitásvizsgálat után elemezték a likőrökben végbement változásokat. Tanulmányukban leírták, hogy magasabb alkohol koncentráció mellett az etanol destabilizáló hatást fejt ki a tejszín szérum-fehérjéire, mely önmagában is kellemetlen kiválásokat okozhat, ellenben a módosult térszerkezetű fehérjék nem képesek védő hatást kifejteni a kialakult emulzióra, ezzel negatívan befolyásolva az emulzió stabilitását. Banks és Muir kihangsúlyozza továbbá, hogy az alkoholtartalom növelése a szárazanyagtartalom csökkentésével jár, mely nem csökkenhet 40% alá, mivel ez lényegesen befolyásolná a likőr szájérzetét, illetve egyéb érzékszervi tulajdonságait, ezzel negatívan hatva

a fogyasztói megítélésre. Kutatásuk konklúziójaként megállapították, hogy abban az esetben lehetséges az alkoholtartalom növelése, ha a felhasznált tejszín csökkentett szérumfehérje-tartalommal rendelkezik, illetve ha az alkohol először csak alacsonyabb koncentrációban kerül hozzáadásra, majd a homogénezéssel előkészített előemulzió alkoholtartalmát finomszesszel, vagy szesz-víz eleggyel növelik.

S. Erxleben, E. Pelan és B. Wolf, 2021-es tanulmányukban Banks-hez és Muir-hoz hasonlóan emulziók stabilitását vizsgálták az alkoholtartalom függvényében, különös tekintettel azonban arra az esetre, ha az emulzió nátrium-kazeinát felhasználásával kerül kialakításra. Kutatásukban az emulzió előállítás során az oldószer adagolását követő cseppméret meghatározással és zéta-potenciál méréssel következtettek az összetétel és a stabilitás kapcsolatára.

Az 1. táblázat az emulziós rendszerben mért cseppméret átmérőt szemlélteti a feltüntetett oldószer hozzáadását követően. A négy sor a négy különböző minta adatait tartalmazza, végleges etanol koncentráció fentről lefelé 15,25,40,50 m/m%.

1. táblázat: Modell emulzió cseppmérete oldószer hozzáadást követően
Forrás: Erxleben et al., 2021

Oldószer hozzáadás előtt		Oldószer hozzáadás után		
Olaj koncentráció (m/m%)	Cseppméret (nm)	Olaj koncentráció (m/m%)	Víz	Etanol
			Cseppméret (nm)	Cseppméret (nm)
11,8	601 ± 19	10	492 ± 14	353 ± 3
13,3	712 ± 33	10	549 ± 13	369 ± 4
16,7	1468 ± 37	10	476 ± 16	652 ± 12
20	3429 ± 53	10	456 ± 10	2766 ± 97

A vizsgálat alapján megállapították, hogy a víz hozzáadása után a koncentráció csökkenés és a dezaggregálódás hatása végett csökkent a rendszerek cseppmérete. Az etanol adagolása esetében 25 m/m%-ig csökkent a cseppméret a felületi feszültség csökkenése miatt, 25 m/m% fölött azonban növekvő cseppméret értékeket figyeltek meg, mely oka a kazeinát-oldhatóság csökkenése lehetett.

Az 2 táblázat az emulziós rendszerben mért zéta-potenciál értékeket szemlélteti a feltüntetett oldószer hozzáadását követően. A négy sor a négy különböző minta adatait tartalmazza, végleges etanol koncentráció fentről lefelé 15,25,40,50 m/m%.

2. táblázat: Modell emulzió zéta-potenciál értéke oldószer hozzáadást követően
 Forrás: Erxleben et al., 2021

Oldószer hozzáadás előtt		Oldószer hozzáadás után		
		Víz		Etanol
Olaj koncentráció (m/m%)	Zéta-potenciál (mV)	Olaj koncentráció (m/m%)	Zéta-potenciál (mV)	Zéta-potenciál (mV)
11,8	-58,2 ± 0,9	10	-61,1 ± 3,6	-65,6 ± 1,7
13,3	-59,0 ± 0,7	10	-54,6 ± 0,1	-58,4 ± 0,8
16,7	-58,0 ± 1,3	10	-54,1 ± 1,1	-40,9 ± 2,2
20	-58,5 ± 0,2	10	-52,1 ± 2,8	-29,3 ± 3,2

A vizsgálat eredményeképpen megállapították, hogy a víz hozzáadását követően a zéta-potenciál értékekben nem figyelhető meg szignifikáns változás. Az etanol hozzáadása után 25 m/m%-ig a zéta-potenciál értékek csökkentek, így bizonyítható, hogy az etanol kis koncentrációban pozitívan befolyásolja a diszpergált részecskék határfelületi tulajdonságait. 25 m/m% felett a kazeinát oldhatóságának megváltozása miatt romlott a határfelületi rétegben való megkötődés, így a zéta-potenciál értékek növekedtek.

Vizsgálataik során megállapították, hogy a magas etanol koncentráció negatívan hat a kazeinát oldhatóságára, így előnytelen a magas alkohol tartalmú emulziós likőrök gyártása. Abban az esetben, ha szükséges magas alkohol tartalmú kazeinát stabilizált emulzió kialakítása, előnyös a nátrium-kazeinát vizes elegyének kialakítása felhasználás előtt.

2.3.5. Emulziós likőrök gyártása

Az emulziós likőrök gyártása valamelyest eltér a normál likőrök előállításától, esetükben az adagolás során kisebb hangsúly kerül a sűrűsége és az oldhatóságra, mivel a fő szempont a zsírban gazdag komponens megfelelően apró cseppméretének kialakítása (Sólyom, 1977).

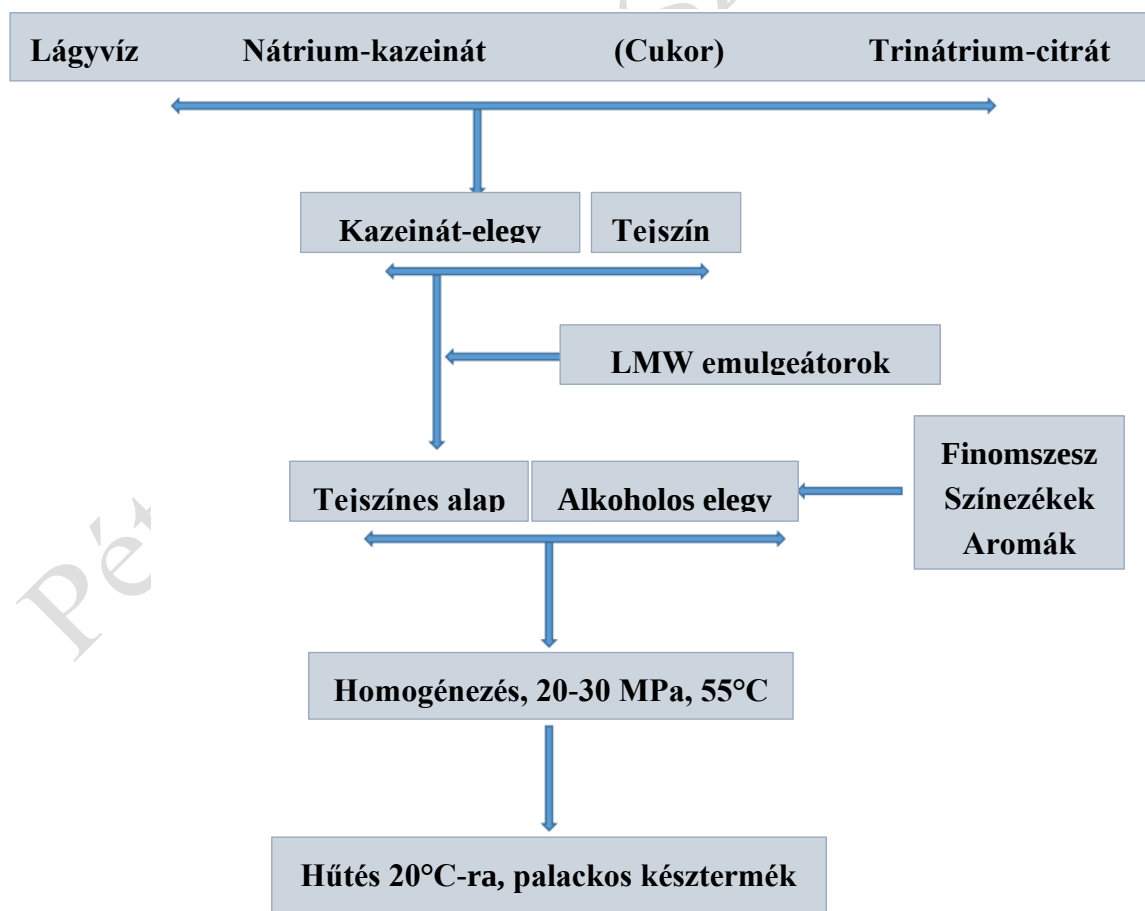
Az emulziós likőrök ipari körülmények között történő előállítása során a jelenleg is működő likörgyártók természetesen rendkívül nagy hangsúlyt fektetnek a stabil és tartós emulzió kialakításra, így a keverés mellett általában magas nyomású homogenizációt is alkalmaznak. A folyamat egy kazeinát-trinátrium-citrát elegy előkészítésével kezdődik. Ez a lépés jellemzően magasabb hőmérsékleten, hozzávetőlegesen 85°C történik, valamint lehetőség van a cukor egy részének hozzáadására is, ellenben ez nem minden esetben történik meg ebben a lépésben. Az elkészült emulgeáló elegybe folyamatos, magas fokozatú keverés mellett megtörténik a tejszín bekeverése, valamint az alacsony molekulatömegű felületaktív anyagok is ebben a lépésben

kerülnek hozzáadásra. A tejszínes alap elkészülte után az alkohol bekeverése következik, mely több módon is megtörténhet (Heffernan et al., 2016).

Az egylépcsős előállításban az alkohol, a színezékek és az ízesítők a homogenizálás előtt kerül bekeverésre és az elegy együtt kerül homogenizálásra, jellemzően kétszer, 55°C-on és 20-30 MPa nyomáson, majd a terméket palackozás előtt 20°C-ra hűtik. A kétlépcsős előállítás során, az előzőektől eltérően a tejszínes alap először homogenizálásra kerül és ezt követi az alkohol bekeverése (Heffernan et al., 2016).

Az előállítás végezhető továbbá az egylépcsős és a kétlépcsős módszer keverékével is, ahol a homogenizált alaphoz kerül hozzáadásra az alkohol, majd az összeállított keveréket együtt is homogenizálják. Az alkohol jelenlétében történő homogenizálás általában stabilabb terméket eredményez, mivel az alkohol jelenléte csökkenti a viszkozitást és a határfelületi feszültséget, mely általa homogenizáció során kisebb zsírcsepp átmérő elérése lehetséges. (Heffernan et al., 2016)

4. ábra: Egylépcsős emulziós likőr előállítás folyamatábrája
Forrás: (Heffernan et al., 2016)



2.4. Emulgeálószeres és stabilizátorok

Azokat az amfipatikus anyagokat, melyek egyszerre rendelkeznek poláris és apoláris részekkel és az élelmiszer előállításban emulziós rendszerek stabilizálására használatosak emulgeálószereseknek nevezzük. Az emulgeálószer, felületaktív szer, valamint a felületi feszültség csökkentő szer kifejezéseket gyakran egymással felcserélhető viszonyban használják azon anyagok leírására, melyek amfipatikus tulajdonságuknak köszönhetően az olaj-víz határfelületi rétegen megkötődve csökkentik a diszpergált cseppek felületi feszültségét (Lauridsen, 1976). Mivel az emulziók hosszantartó stabilitásának elérése kizárólag ezen anyagok alkalmazásával érhető el (Thanasukarn et al., 2006), így az emulzió kialakítás szerves részét képezi a cseppek felaprózása és a határfelületi rétegek kialakulása mellett a felületaktív anyagok megkötődése a kialakult határfelületi rétegen (Ng and Rogers, 2019). Ezen célra felhasznált anyagok oly módon fejtik ki hatásukat, hogy a határfelületi rétegen való megkötődés révén csökkentik a felületi feszültséget, ezzel megkönnyítve az apró cseppméret kialakítását, valamint a kialakult emulziós rendszert stabilizálja a cseppek összeállásának megakadályozásával (Walstra, 1993).

Az emulgeáló szeres mellett fontos megjegyezni a stabilizálószeres alkalmazását, melyek szintén használatosak emulziós rendszerek élelmiszeripari kialakítása során. A stabilizátorok az emulgeálószeresekkel ellentétben nem minden esetben amfipatikus molekulák, így hatásukat rend szerint eltérő mechanizmus alapján fejtik ki. Az élelmiszeriparban gyakran használt stabilizátorok a poliszacharidok, valamint a fehérjék. A poliszacharidok gélesedés útján történő viszkozitásnövelés révén stabilizálják az emulziós rendszert. A fehérjék a legtöbb esetben egyszerre használatosak emulgeáló, valamint stabilizáló szerként is, mivel amfipatikus tulajdonságuk révén képesek a határfelületi rétegen adszorbeálódni, valamint a folytonos fázisban hidratálódva védőkolloid hatást fejt ki a diszpergált fázisra. (Sahin and Sumnu, 2006)

2.4.1. Emulgeálószeres csoportosítása

Az emulgeálószeres több szempont alapján csoportosíthatók. Az élelmiszeriparban egyaránt használatosak a természetes felületaktív anyagok, valamint a szintetikus emulgeálószeres is. A természetes emulgeálószeres közül a legáltalánosabb a lecitin, mely többek között a tojássárgájában is nagy mennyiségben van jelen, így önmagában is elősegíti az emulzió kialakítást. Az élelmiszeriparban felhasznált lecitint azonban tojás helyett széleskörű elérhetősége miatt szójababból állítják elő. Az szintetikus emulgeálószeres attól függően, hogy feji részük milyen töltöttséggel rendelkezik poláris és apoláris csoportokba sorolhatjuk. (Sahin and Sumnu, 2006).

Mivel a hagyományos emulgeálószer mellett a stabilizáló funkciót ellátó fehérjék is használhatók emulgeálószerként, így ezeket az anyagokat is két külön csoportba sorolják. A proteinek mellett a hagyományos emulgeálószerként így alacsony molekulatömegű felületaktív anyagoknak (Low Molecular Weight, LMW) nevezik. Az LMW emulgeálószer szerkezeti tulajdonságukból kifolyólag igen mobilak az emulziós rendszerek határfelületi részein, így hatékonyak a felületi feszültség csökkentésében. A proteinekkel ellentétben a rendszer viszkozitását nem befolyásolják. Élelmiszeriparban szokványosan használt LMW emulgeálószer a glicerín észterek, szorbitán-zsír-sav-észterek, valamint a lecitin. (Ng and Rogers, 2019)

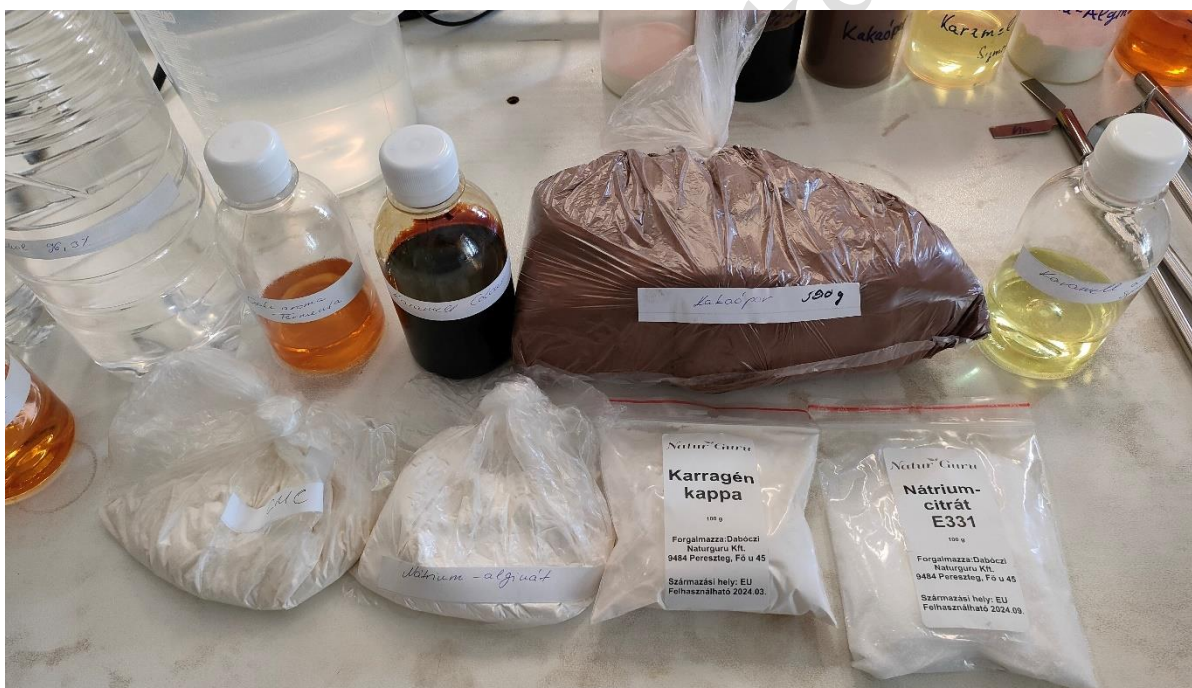
Egy igen fontos aspektusa az emulgeálószer csoportosításának a hidrofíli-lipofíli egyensúly (Hydrophilic-Lipophilic Balance), azaz a HLB érték. A HLB érték egy olyan dimenziómentes mérőszám, melyek az emulgeálószer tulajdonságait jellemzik, meghatározásuk a molekulában megtalálható hidrofíli és a lipofíli csoportok teljes molekulatömegre vetített aránya alapján történik. A HLB érték alapján meg lehet állapítani, hogy egy emulgeálószer V/O vagy O/V emulzió kialakítására alkalmas. Alacsony HLB érték esetén az apoláros csoportok vannak többségben, így az emulgeálószer V/O emulziók kialakítására használatos, míg a magasabb HLB értékű szerek esetében a poláris csoportok vannak túlsúlyban, így O/V emulziók kialakítására használatosak. A szokványos V/O emulgeálószer HLB értéke 3-6, míg, az O/V szereké 8-18, 7-9 között nedvesítőszernek, 13-15 között detergensnek, 15-18 között pedig szolubilizálószereknek nevezzük őket. (Sahin and Sumnu, 2006)

3. Anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált anyagok

A kutatás során modell emulziók kerültek előállításra, melyek alapanyagát a likőriparban emulziós likőrök előállításához szokványosan használt összetevők alkották. A modell emulziók receptúrája valódi emulziós likőrök alapján kerültek megalkotásra, így nem csupán az emulzió előállításához szükséges alap és adalékanyagokat, hanem az íz, szín és aroma kialakításához szükséges anyagokat is tartalmazzák. Fontos megjegyezni azonban, hogy a vizsgálatokhoz előállított modellemulziók nem élvezeti termékek, az érzékszervi minősítésük nem képezte ezen vizsgálatok tárgyát.

5. ábra: Modellemulzió készítéshez használt alapanyagok
Forrás: saját kép



3.1.1. Alkoholos tejszínkészítmény

A tejszínes krémlikőröket modellező mintákban a tejszín alkoholos tejszínkészítmény formájában került felhasználásra. A minták elkészítéséhez a Döhler 17 V/V%-os alkoholtartalmú „Cream Liqueur Base” névre hallgató termékét használtam. Az ilyen készítmények felhasználása emulziós likőrök előállítása során a likőriparban bevett szokás, a termék előállítása során alkalmazott homogénezés elősegíti a zsírcseppek megfelelő méretének kialakítását, valamint az alkoholtartalom javítja az emulzió kialakítását és növeli az eltarthatóságot is.

A következő táblázat a felhasznált tejszínkészítmény gyártó által biztosított adatait tartalmazza.

3. táblázat: Döhler tejszínkészítmény adatai
Forrás: Döhler

Gyártó	Terméknév	Gyártói összetétel	Beltartalmi adatok		
			Zsírtartalom m/m%	Etanol V/V%	Szacharóz g/l
Döhler	Cream Liqueur Base	Tejszín (40% zsír), víz, cukor, etanol, tej-fehérje	15,1	16,7-17,3	203

3.1.2. Tojássárgája lé és teljes tojáslé

A tojásos krémlikőröket modellező mintákban a Capriovus által forgalmazott tojássárgája-levet, valamint teljes tojáslevet használtam fel. A tojássárgájában lévő zsírcseppek is alkalmasak emulzió kialakítására, így szintén használatosak krémlikőr alapanyagként. Az iparban előállított tojás alapú likőrökben szinte kizárólag tojáslé formájában kerülnek felhasználásra egyszerű felhasználhatóságuk miatt. Ezen termékek előállítása során is magas fokú homogénezés alkalmazandó, így felhasználásuk szintén előnyös a likőriparban. A tojássárgája lében lévő magas zsírtartalom elegendő lenne a likőr előállításához szükséges emulzió kialakítására, azonban előnyös teljes tojáslével egyszerre, megfelelő arányú keverékben alkalmazni, mivel a likőrök összeállítását követően a fehérjében fellelhető proteinek hidratálódnak és térhálós szerkezetet alakítanak ki a termékben, ezzel stabilizáló hatást fejtve ki rá.

3.1.3. Finomszesz és lágyvíz

A modellek alkoholtartalmának beállítására szesz-víz elegy adagolása szolgált. A szesz víz elegy Hungrana 96 V/V%-os I. osztályú étkezési finomszesz, valamint a hazai emulziós likőr előállító cég által előállított lágyvíz felhasználásával készült. Likőrök előállítása során előnyös előre elkészített szesz-víz elegy alkalmazása, mivel a tiszta szesz a likőr többi alkotójával reakcióba léphet, magas fehérjetartalmú összetevők esetében, mint a tejszín vagy a tojáslé oldhatatlan csapadékok képződhetnek. Fontos továbbá a lágyvíz használata, mivel a vízkeménységet okozó fém-ionok jelenléte is vezethet csapadékképződéshez.

3.1.4. Emulgeálószer

Az emulziók kialakításához a modell emulziókhoz emulgeálószeret használtunk. A tejszínes alapú likőrökben nátrium-alginát, a tojás alapú likőrökben pedig karboximetil-cellulóz, valamint kappa-karragén kerültek felhasználásra.

3.1.5. Aromák és színezékek

A modellemulziók fajtajellegének kialakítására aromák és színezékek kerültek felhasználásra. Ezen anyagok az emulzió kialakítását, valamint a stabilitás alakulását nagy mértékben nem befolyásolják, ellenben a modellek kialakítása során a helyes keverési sorrendet figyelembe kell venni.

4. táblázat: Modellemulzió készítéshez használt aromák jegyzéke
Forrás: saját szerkesztés gyártói/forgalmazói adatok alapján

Gyártó/Forgalmazó	Adalékanyag megnevezése
Szerencsi Bon-bon	Karamell Colour
Szerencsi Bon-bon	Karamell Colour 108
Aromacentrum	Karamell aroma
Flavor west	Salted caramell aroma
Symarom	Karamell aroma 950565
Fermenta	Irish aroma
Fermenta	Csoki aroma
Flavorchem	Mogyoró aroma 4.90190.431

3.2. Vizsgálati terv

A kutatás során mintaemulziók kerültek előállításra, melyek emulziós likőrök tulajdonságainak modellezésére szolgáltak. A modellek receptúrái egy hazai gyártó keverési naplóját alapul véve kerültek összeállításra. A mintasorozatban jelen van a cég Sós-karamellás krémlikőr receptúrájának 2021-es és 2024-es receptúrája, a Mogyoró és a Whisky krémlikőr 2021-es receptúrája, valamint a Csokoládé krémlikőr 2021-es receptúrájának karboximetil-cellulózzal, valamint kappa-karragénnel készült változata is.

A kutatás keretein belül a kapott receptúrák alapján előállított modell emulziókon felül az előállító cég piaci forgalomban kapható termékei is vizsgálat alá kerültek. Ezek a minták a gyári Sós-karamellás krémlikőr, Mogyoró krémlikőr, valamint a Csokoládé krémlikőr.

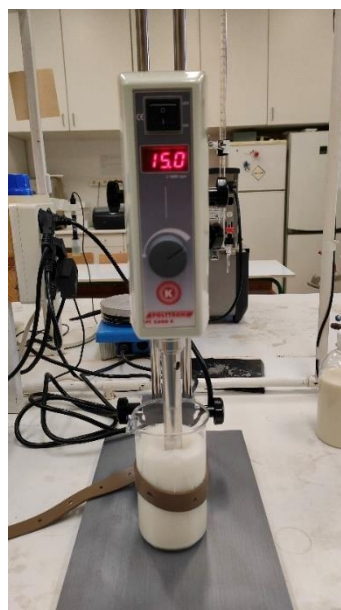
3.2.1. Mintaemulzió összeállítás

A mintaemulziók összeállítása a cégtől kapott receptúrák alapján történt. Az arányokat betartva a mennyiségek átszámolásra kerültek, oly módon, hogy az előállított mennyiség 400 ml legyen. A mintaemulziók receptúráit az 1. melléklet tartalmazza. Az összekeverés a likőrkészítés szabályainak megfelelően történt. Az emulziók összeállítása során hat mintát fordulatszám szabályozóval ellátott laboratóriumi keverőberendezéssel állítottam elő, valamint további két minta készült laboratóriumi homogénező berendezéssel.

A keveréssel előállított minták esetében a fordulatszám a Csokoládé krémlikőröket leszámítva 250 RPM, a Csokoládé krémlikőrök esetében pedig 300 RPM volt. A homogénezett minták 15000 RPM fordulatszámon kerültek előállításra. Az előállítási idők tekintetében a kevert mintáknál a folyamatok hosszát a komponensek határozták meg, a teljes keverési idők 55-65 perc között alakultak, Csokoládé krémlikőrök esetében 90 perc. A homogénezéssel előállított minták esetében 10 perc elegendőnek bizonyult. A mintaemulziók összeállításának teljes keverési naplóját a 2. melléklet tartalmazza.

A keverés során a keverő berendezésekbe épített hőmérő szonda segítségével rögzítésre kerültek a fellépő hőmérséklet adatok.

6. ábra: Laboratóriumi keverő és homogénező
Forrás: saját képek



A következő táblázat a gyári minták, valamint az előállított modell emulziók mintakódolását szemlélteti.

5. táblázat: Mintakódolás

Forrás: saját adatok

Sóskaramellás krémlikőr 2021	SK21_1
Sóskaramellás krémlikőr 2024	SK24_1
Mogyoró krémlikőr 2021	M21_1
Whisky krémlikőr 2021	W21_1
Csokoládé krémlikőr 2021 (CMC)	CS21_1
Csokoládé krémlikőr 2021 (k-karragén)	CS21_2
Sóskaramellás krémlikőr 2024 (homogénezve)	SK24_2
Csokoládé krémlikőr 2021 (CMC, homogénezve)	CS21_3
Sóskaramellás krémlikőr 2021 (gyári)	SK21_Gy
Mogyoró krémlikőr 2021 (gyári)	M21_Gy
Csokoládé krémlikőr 2021 (CMC, gyári)	CS21_Gy

3.3. Alkalmazott analitikai módszerek

3.3.1. Sűrűségmérés

A minták sűrűsége a Gibertini féle analóg úszós sűrűségmérő berendezéssel kerültek meghatározásra. A mérés alapelvét Arkhimédész törvénye képezi. A berendezésen elhelyezett felfüggesztésre egy meghatározott tömegű súlyt helyezünk, mely a mérés során a mérendő folyadékba merül. A felfüggesztést húzó erő arányos a folyadék sűrűségével.

A mérés elvégzéséhez a mérendő mintát 20°C-ra temperáljuk, majd a berendezéshez tartozó mérőhengert feltöltjük és elhelyezzük a felfüggesztés alatt, majd felhelyezzük a súlyt és belemerítjük a folyadékba. A kapott értéket a műszer skáláján olvashatjuk le g/cm^3 egységben.

3.3.2. Összes szárazanyagtartalom meghatározás

A minták szárazanyagtartalmát AND MX 50 típusú automata nedvességtartalom meghatározó műszerrel határoztam meg. A műszer működési elve a minták tömegének mérésén alapul. A műszer mérőcellája egy mérleg, mely méri a felvitt minta mennyiségét, majd infravörös sugárzással a megadott program szerint tömegállandóságig szárítja az. A kiinduló és a végső tömegből a műszer automatikusan meghatározza a nedvességtartalmat.

A mérés kivitelezéséhez a műszer mérőcellájára ráhelyezünk egy alumínium tálcát, valamint egy szárítópapírt, tárazzuk a mérleget, majd Pasteur-pipettával felviszünk 2 g mintát, lezárjuk a műszer fedelét és elindítjuk a programot. A használt program folyamatos felfűtés 105°C-ig, majd szárítás tömegállandóságig. A program végén a műszer kijelzőjén leolvashatjuk a nedvességtartalmat g/100g egységben. A kapott értéket kivonva 100-ból megkapjuk az összes szárazanyagtartalom értékét.

3.3.3. Oldott szárazanyagtartalom meghatározás

A minták oldott szárazanyagtartalmát HANNA HI96801 digitális refraktométerrel határoztam meg. A mérés törésmutató meghatározásán keresztül valósul meg. A műszer megvilágítja a mintát, majd meghatározza a fénytörés szögét, majd ebből a törésmutatót. A törésmutató arányos a mérendő folyadék koncentrációjával.

A mérés során 20°C-ra temperált desztillált vizet csepegtetünk a műszer prizmájára, majd a zéró gomb megnyomásával beállítjuk a 0 pontot. A kalibrálás után eltávolítjuk a desztillált vizet, szárazra töröljük a prizmát, majd felcsepegtetjük a mintánkat. A Read gomb megnyomásával elindítjuk a mérést, a mérés befejeztével leolvashatjuk az oldott szárazanyagtartalmat Refr%-ban.

3.3.4. pH mérés

A pH értékek meghatározása Mettler Toledo típusú digitális pH-mérővel történt. A műszer egy kettős pH-mérő elektródból és egy digitális kijelzőből áll. A pH-mérő két elektródja között kémiai potenciálkülönbség lép fel, ezt érzékeli a műszer. A mért potenciálkülönbség arányos a minta pH értékével.

A mérés megkezdéséhez a műszeren kalibrálást végzünk a műszerhez tartozó semleges és savas pufferoldattal. A kalibrálás után leöblítjük a mérőfejet desztillált vízzel és szárazra töröljük, belemerítjük a mérendő mintánkba, majd a digitális kijelzőn leolvassuk az állandó értékre beállt pH értéket.

3.3.5. Részecskeméret és méreteloszlás meghatározása

Emulziók stabilitásának vizsgálata során kiemelkedő fontossággal bír az emulzióban jelen lévő diszpergált részecskék méretének vizsgálata. A részecskeméret meghatározás a Malvern típusú Zetasizer Nano ZS műszer révén valósult meg. A műszer lényegében egy lézerdiffrakciós analízáló berendezés, mely a mérendő mintákat lézerfényvel világít meg és a szóródó fény detektálásával méri a vizsgált minta paramétereit. A Berendezés segítségével részecske méret, tömeg, valamint zétapotenciál mérés is megvalósítható.

A részecskeméret meghatározás dinamikus fényszódás alapján történik, mely a diszpergált részecskék által végzett Brown-mozgáshoz köthető. A berendezés lézerfényvel világítja meg a mintát, melyben a diszpergált részecskék szétszórják a beérkező sugarakat és ezt egy detektor érzékeli. Mivel a diszpergált részecskék folyamatosan mozgásban vannak, a detektorra érkező sugarak intenzitása is folyamatosan változik, a műszer az intenzitás fluktuációjából határozza meg a részecskék méretét. A részecskék sebessége és mérete közötti összefüggést a Stokes-Einstein egyenlet írja le.

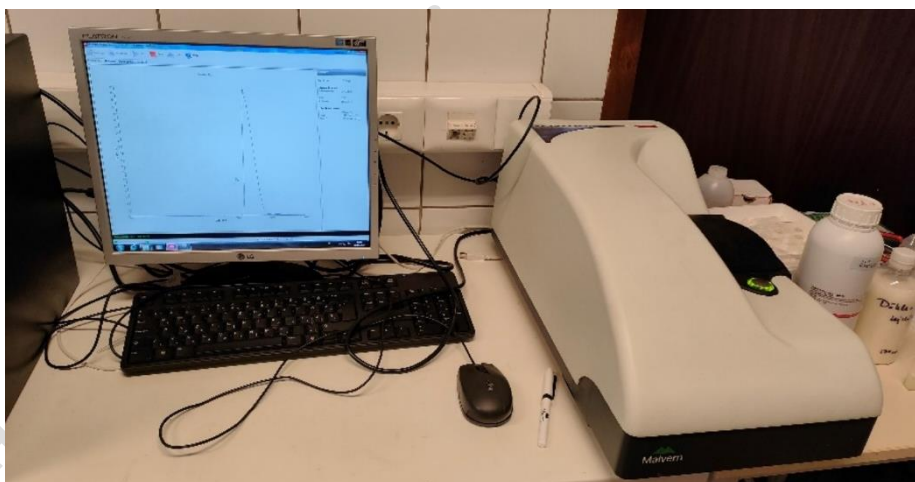
A mérések lebonyolításához egy úgynevezett mérési sablon létrehozása szükséges. A mérési sablon (Standard Operation Procedure – SOP) a műszerhez tartozó software egy funkciója, mely lehetővé teszi a hasonló mintákhoz tartozó mérések paramétereinek standardizálását. Hasonló mintákból álló mintasorozatok mérése során az SOP-k alkalmazása révén a méréseinket állandó és reprezentatív módon hajthatjuk végre. Az SOP-k létrehozása során először kiválasztjuk az alap mérést, majd meghatározhatjuk a mérendő minták fizikai paramétereit, a felhasznált küvetát, a mérés paramétereit, valamint az eredmények kiértékelésének módját.

A kutatás során elvégzett mérésekhez az SOP létrehozásához először kiválasztjuk a „Részecskeméret meghatározás” alpmérést. A mérendő minta menüpontban a mérendő anyag reflektív indexét 1,46-ra, abszorpcióját 0,001-re állítjuk. A diszperziós közeg reflektív indexe 1,46 abszorpciója 0. A méréshez kiválasztjuk a DTS0012-es polisztirol cellát. A mérés beállításait úgy adjuk meg, hogy egy mérés több al mérésből álljon és a software az al mérések összevetéséből adja meg az eredményt. Minden egyéb SOP beállítást az alapértelmezett opcióknak hagyunk.

A részecskeméret meghatározás lebonyolításához először bekapcsoljuk a műszert és a számítógépen, melyhez a műszert csatlakoztattuk elindítjuk a mérési software-t. Miközben a műszer feláll, a méréshez használatos küvetákat megtöltjük a mintáinkkal. A minták egyéb mintaelőkészítést nem igényelnek. Miután a műszerben lévő lézer stabilizálódott és a küvetákat megtöltöttük, a programon kiválasztjuk a „mérés SOP használatával” funkciót és a file-kezelő segítségével kiválasztjuk az előzetesen létrehozott SOP-t. Ezt követően követjük a program utasításait. Mikor a program utasítást ad elhelyezzük a küvetát a műszer mérőcellájában, lezárjuk a mintatartó fedelét és rákattintunk a megjelenő „Run” gombra. A mérés befejeztével megkapjuk a minta kiértékelését.

A kiértékelés ablakban olvashatjuk a mérés beállításait, valamint a meghatározott paramétereket és a részecskeméret meghatározás diagrammját. A program által meghatározott értékek a részecskeméret nm-ben, mely a részecskeméret és mért intenzitás görbe csúcsa, valamint a polidiszperzitás index (PDI). A PDI érték egy dimenziómentes mérőszám, mely a rendszer méreteloszlását, azaz a polidiszperzitást jellemzi. 0,4-es érték alatt a rendszer monodiszperznek mondható.

7. ábra: Zetasizer Nano és üzemeltető számítógép
Forrás: saját kép



3.3.6. Zéta-potenciál mérés

A részecskék zéta-potenciál értéke egy olyan elektromos potenciál, mely a részecskék hárfelületén jelenlévő töltések mértékéből adódik. A zéta-potenciál mértékéből következtethetünk egy diszperziós rendszer flokkulálódási és aggregálódási tulajdonságaira, ezáltal emulziók tanulmányozása esetében egy rendkívül fontos paraméter. A zéta-potenciál mérés egy gyors és

lényegesen kevesebb mintamennyiséget igénylő módszer, mellyel emulziók stabilitását vizsgálhatjuk. Minél pozitívabb, vagy negatívabb egy diszpergált részecske zéta-potenciál értéke annál nagyobb töltésmennyiség áll rendelkezésre a részecskék taszítására, így kevésbé jelentkezik a részecskék aggregációja.

A Zetasizer rendszerrel végrehajtott zétopotenciál meghatározás alapelvét az elektroforézis képezi. A méréshez egy speciális, elektródákkal ellátott küvettára van szükség. A mérendő mintákat a speciális küvetta segítségével elektromos mező alá helyezzük, mely hatására a nettó töltéssel rendelkező részecskék az ellenkező töltésű elektród felé vándorolnak. A töltések mozgásának sebessége arányos azok zéta-potenciáljával.

A mérés lebonyolításához bekapcsoljuk a műszert és elindítjuk a programot. A zéta-potenciál méréshez külön SOP-t kell létrehozni. Az SOP létrehozásánál kiválasztjuk a „Zéta-potenciál meghatározás”-t, a küvettánál az U-csöves kapilláris cellát választjuk ki, ezen felül minden beállítás megegyezik a részecskeméret meghatározásával. A program elindítása után a mintákat injekciós tű segítségével bejuttatjuk a speciális küvettába, oly módon, hogy a minta a küvetta egészét kitöltse és abban buborék ne forduljon elő. Ha a küvettát megtöltöttük a nyílásokat a küvettához tartozó dugóval látjuk el. A programon kiválasztjuk a „Mérés SOP használatával” funkciót és a file-kezelő segítségével kiválasztjuk az előzetesen létrehozott SOP-t. Ezt követően követjük a program utasításait. Mikor a program utasítást ad elhelyezzük a küvettát a műszer mérőcellájában, lezárjuk a mintatartó fedelét és rákattintunk a megjelenő „Run” gombra. A mérés befejeztével megkapjuk a minta kiértékelését.

A program a kiértékelésben megadja a zéta-potenciál értékét mV-ban. Ha a kapott érték kisebb mint -30 mV vagy nagyobb mint +30 mV, akkor a részecskék aggregációra való hajlama kicsi, így a rendszer stabilnak mondható.

8. ábra: U-csöves kapilláris cella
Forrás: Malvern



4. Eredmények és értékelésük

4.1. Modell emulziók előállításának tapasztalatai

A modell emulziók előállítása során elsődleges szempont volt a receptúrában meghatározott anyagmérleg, valamint az emulziós likőrkészítés szabályainak betartása. A modellek előállítása folyamán feljegyzésre kerültek az előállítási paraméterek, mint a keverési fordulatszámok és hőmérsékletek, valamint a kialakult tapasztalatok, melyek lényegesnek bizonyultak a modellek előállításához.

A kapott receptúrák alapján a modelleket 400 ml-es laboratóriumi léptékre számoltam át, és így kerültek kialakításra az emulziók. Fontos megjegyezni azonban, hogy a keverésre használt laboratóriumi berendezés, valamint a keverőedény mérete nem volt megfelelő az adott mennyiségű minta előállításához, mivel a keverőelem mérete széles keresztmetszetű edény használatát tette szükségessé, a minta alacsony rétegben helyezkedett el, így a keverőelem magassága nem volt megfelelően kihasználva, mely nehézségeket okozott a szilárd komponensek adagolása és oldódása során.

A következő tényező, mely felmerült a keverések során az emulgeálószer adagolása. Az emulgeálószer a mintákhoz eleinte közvetlen adagolással, keverés közben került bemérésre, viszont azon szereknél, mint nátrium-alginát, illetve karboximetil-cellulóz, melyeknél a szer jellegéből adódóan ennek elégségesnek kellett volna bizonyulni, gondok adódtak az oldódással az adott fordulatszámon. Megfelelő keverési idővel azonban a megfelelő oldódás megvalósítható volt. Mindezek ellenére a meleg (65°C) vízben, magas fordulatszámon képzett emulgeáló elegy létrehozása megfelelő megoldást jelent a problémára.

A keveréssel előállított minták esetében a 250 RPM fordulatszámú keverés lett megválasztva, mely az előállításhoz elégségesnek bizonyult, a szilárd komponensek oldódásával nem volt probléma, ellenben a Csokoládé krémlikőrök esetében a kakaópor használata miatt, mely önmagában is hidrofób jellegéből adódóan egy nehezen bekeverhető alapanyag, szükséges volt a fordulatszám megemelése 300 RPM-re. Fontos megjegyezni, hogy a keverési időkből, valamint a fordulatszám értékekből kizárólag nem lehet következtetni az előállított modell tulajdonságaira.

A minták keverése során jelentős különbségek mutatkoztak a mért hőmérsékletek között a keveréssel előállított, valamint a homogénezéssel előállított minták tekintetében.

A következő táblázat a mintaemulzió készítés során mért hőmérséklet értékeket tartalmazza mintakategóriák szerinti összesítésben.

6. táblázat: Mintaemulzió előállítás során kialakult hőmérsékletek
Forrás: saját adatok

Mintakategória	Induló hőmérséklet (°C)	Max hőmérséklet (°C)
Kevert likőrök	20	21-23
Homogénezett likőrök	20	50-53

A 6. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a homogénezéssel előállított minták az előállítás folyamán jelentős melegedésen mentek keresztül, mely az emulzióképzés szempontjából egy igen előnytelen jelenség, valamint a kialakult emulzió stabilitást is negatívan befolyásolja. Fontos megjegyezni továbbá, hogy az 50-53°C-os hőmérséklet tartományban a tej és tojásfehérjék koagulálnak, kicsapódnak, ami csomóssá teheti a készterméket, valamint a homogenizátor réseit is eltömítheti, mely rontja a homogenizálás határfokát, így további problémákat felvetve a likőr előállításában.

4.2. Modell emulziók és alapanyagok analitikai vizsgálata

Az előállított modell emulziókon, valamint azok előállításához használt alapanyagokon analitikai vizsgálatokat végeztem, azok bizonyos alapparamétereinek meghatározásának érdekében. A következő táblázatban a modell emulziók, valamint a tejszínkészítmény és a tojáslevek analitikai vizsgálatának eredményei láthatók.

7. táblázat: Alapanyagok és modell emulziók analitikai jellemzői
Forrás: saját adatok

Mintakód	Sűrűség (g/cm ³)	Szárazanyag tartalom (g/100cm ³)	Refr%	pH
Tejszínkészítmény	1,05500	51,73	42,1	7,10
Tojássárgája lé	-	-	-	6,25
Teljes tojásle	-	-	-	5,77
SK21_1	1,07430	29,59	30,7	7,24
SK24_1	1,08795	36,33	34,7	7,35
SK24_2	1,05865	25,96	26,9	7,14
M21_1	1,06725	27,02	27,4	7,56
W21_1	1,05531	26,92	28,2	7,45

CS21_1	1,05531	20,42	25,5	7,40
CS21_2	1,05600	20,48	24,0	7,51
CS21_3	1,06952	23,97	24,4	7,74

A mérések során kapott sűrűség adatok önmagukban nem szolgáltatnak olyan jellegű információt, mellyel a kutatás tárgyán belül jelentős következtetések hozhatók. Meghatározásuk azonban indokolt, mivel modellemulzió minták esetében a sűrűség ismerete előnyös a mintaazonosítás elősegítése végett, valamint a meghatározott adatok további kutatásokhoz is felhasználhatók. Mindemellett lényeges volt a sűrűségek meghatározása a szárazanyag tartalom értékek $\text{g}/100\text{cm}^3$ értékben való megadásához.

A szárazanyag tartalom értékek azt mutatják, hogy ezen receptúrák által elkészített minták meglehetősen alacsony szárazanyag tartalommal rendelkeznek, a Banks és Muir (1985) által érzékszervi szempontból ideálisnak vélt $40 \text{ g}/100\text{cm}^3$ értéket egyik minta sem érte el, ellenben a Sós-karamellás krémlikőr 2024-es változata már jobban megközelítette a kívánt szintet. A Sós-karamellás krémlikőr 2024-es receptmódosulataiban megnövelt mennyiséggel szerepel a Döhler tejszínkészítmény, ennek következtében, ahogy a szárazanyag adatokból is látszik, a 2021-es receptúra változathoz mérten magasabb szárazanyag tartalommal rendelkezik, mely pozitívan hathat az emulziós likőröknél elfogadott érzékszervi elvárásokra.

A mért pH értékeket tekintve azt a megállapítást tehetjük, hogy egyik elkészült minta emulzió kémhatása sem esik abba a tartományba, mely károsítaná a kialakult emulzió stabilitását. Emulziós likőrök szempontjából abban az esetben, ha a likőr tejet vagy tejszínt is tartalmaz a kazein izoelektromos pontjának (4,6) megközelítése számít kritikus hibának.

4.3. Részecskeméret, méreteloszlás és zéta-potenciál mérések eredményei

Az emulziós likőrökben kialakult emulziós rendszer minőségét, valamint a hosszútávú stabilitást jellemző paramétereket, a diszpergált részecskék méretét, méreteloszlását, valamint a határfelületi rétegen kialakult zéta-potenciál értékeket a Zetasizer Nano berendezéssel határoztuk meg, mind egy hazai termelő piaci forgalomban beszerezhető italaira, valamint a kapott receptúrák által készített mintaemulziókra. A következő táblázat ezen minőségi paramétereket tartalmazza a gyári minták tekintetében.

4.3.1. Gyári minták értékelése

8. táblázat: Gyári minták Zetasizer Nano mérési eredményei

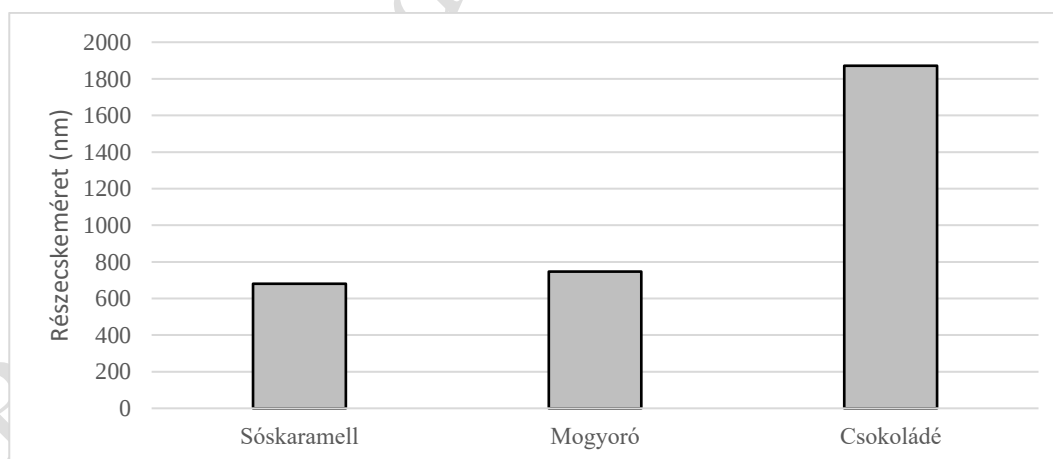
Forrás: saját adatok

Mintakód	Részecskeátmérő (nm)	PDI	Zéta-potenciál (mV)
SK21_Gy	680,7	0,300	-15,30
M21_Gy	747,5	0,300	-10,20
CS21_Gy	1872,0	0,600	-9,55

A gyári minták esetében tapasztalt részecskeméret adatok alapján azt a megállapítást tehetjük, hogy az előállított emulzióban fellelhető diszpergált részecskék átmérője nem éri el a kívánt mérettartományt. Megfelelően stabil emulzió előállításához 500 nm alatti cseppméret kialakítása szükséges, melyet a Sós-karamell és a Mogyoró krémlikőr minták valamelyest megközelítik, de ténylegesen egyik minta sem éri el, így feltehető, hogy a likőrök stabilitása nem megfelelő, így hosszútávú fizikai eltarthatóságuk nem biztosítható. A Csokoládé krémlikőr minta esetében az igen kiugró adatot a nehezen diszpergálható kakaó szemcsék okozzák, mely tovább nehezíti a stabil ital előállítását. A 9. ábra a gyári minták mért részecskeméreteit szemlélteti.

9. ábra: Gyári minták részecskeméretének összehasonlítása

Forrás: saját ábra

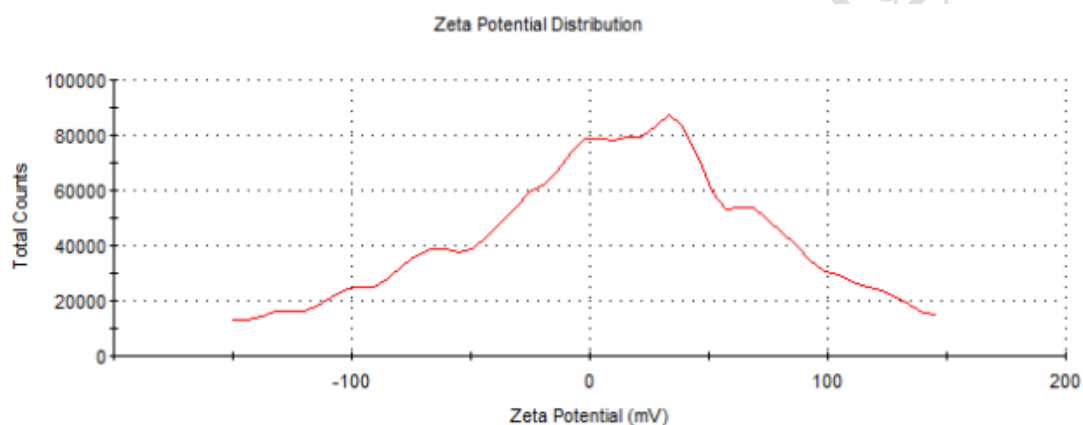


A PDI értékeket szemügyre véve, mely a diszpergált részecskék cseppméret eloszlását jellemzi, azt a megállapítást tehetjük, hogy míg a Sós-karamell, valamint a Mogyorós krémlikőr minták elérik a kívánt 0,4-es értéket, a Csokoládé krémlikőr minta meghaladja azt. Az emulziók

szempontjából előnyösnek mondható az egyenletes méreteloszlás, melyet a polidiszperzitás index jellemez. 0,4-es érték alatt egy rendszer monodiszperznek mondható, mely előnyös a hosszútávú stabilitás szempontjából.

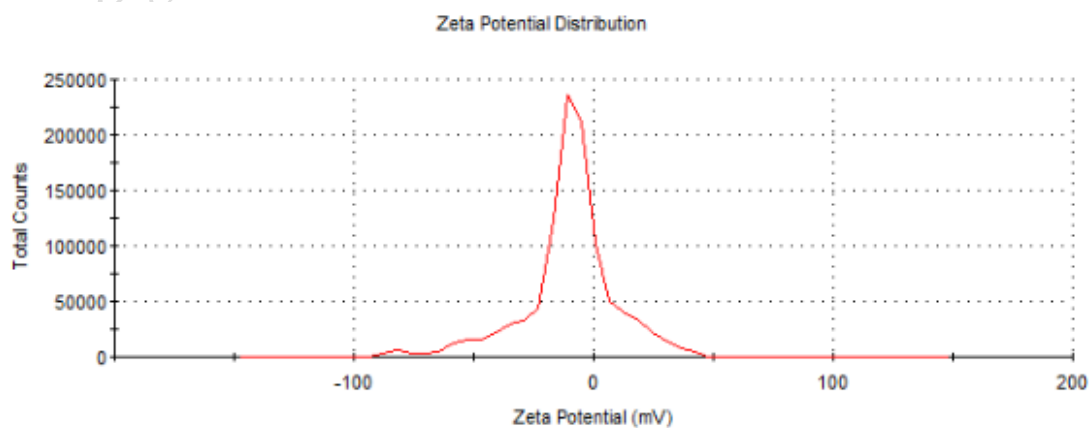
A zétapotenciál értékeket megfigyelve is az előzőekhez hasonló megállapításokat tehetjük, miszerint a minták egyike sem érte el a kellően alacsony -30 mV zéta potenciál értéket, mely alapján arra következtethetünk, hogy a diszperz és folytonos fázis között kialakult határfelületi rétegben nem tudtak megfelelő módon adszorbeálódni a felületi feszültséget csökkentő komponensek. Ezen megállapításokat a mérések során készült potenciál-görbék szemléltetik.

10. ábra: CS21_Gy zéta-potenciál görbéje
Forrás: saját ábra



A 10. ábrán a gyári Csokoládé krémlikőr minta zéta-potenciál görbéje látható. A három gyári mintából ezen minta értéke bizonyult a legkedvezőtlenebbnek, láthatjuk a görbén is, hogy széles tartományba esik a rendszerben mérhető potenciál.

11. ábra: M21_Gy zéta-potenciál görbéje
Forrás: saját ábra



A 11. ábrán, mely a gyári Mogyoró krémlikőr zéta-potenciál görbét ábrázolja, már sokkal egyenletesebb, szűkebb tartomány figyelhető meg.

4.3.2. Saját minták értékelése

A következő táblázatban a vizsgált modell emulziók Zetasizer Nano berendezéssel meghatározott részecskemérete, részecskeméret eloszlása, valamint zéta-potenciál értéke látható.

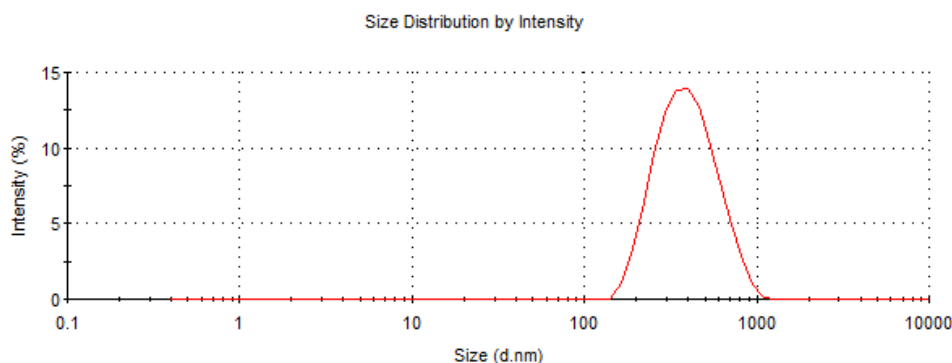
9. táblázat: Saját minták Zetasizer Nano mérés eredményei
Forrás: saját adatok

Mintakód	Részecskeátmérő (nm)	PDI	Zéta-potenciál (mV)
SK21_1	331,9	0,187	-28,3
SK24_1	455,85	0,238	-17,8
SK24_2	350,85	0,175	-35,1
M21_1	278,8	0,154	-27,5
W21_1	306,35	0,241	-28,4
CS21_1	3364	1,000	-28,3
CS21_2	5027	0,572	-18,1
CS21_3	1369	1,000	-17,8

A saját minták esetében a részecskeméret adatokat tekintve az a megállapítás tehető, miszerint a Csokoládé krémlikőr mintákat leszámítva mindegyik elérte a megfelelően apró részecskeméretet. A PDI értékek tekintetében is az imént megállapított trend érvényes.

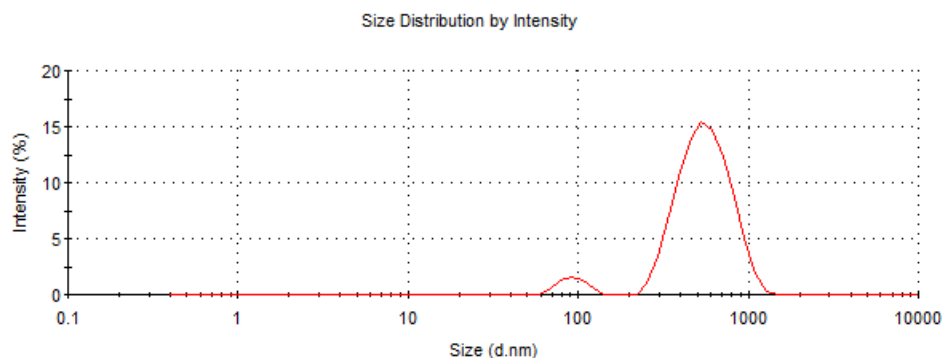
A Sós-karamellás krémlikőrök esetében megállapíthatjuk, hogy a magasabb tejszín, ezáltal magasabb zsírtartalmú mintában nagyobbak bizonyult az elérhető részecskeméret. Mivel a részecskeméret kialakításában közrejátszik a diszpergálandó részek koncentrációja, így a magasabb zsírtartalommal rendelkező likőr cseppméret kialakítása is nehezebb lesz, jelen esetünkben azonban ez nem okozott gondot, mivel azonos körülmények között a javított összetételű minta cseppmérete is a megfelelő tartományba esett. A három Sós-karamellás mintából a homogénezéssel előállított minta részecskemérete alacsonyabban helyezkedik el a 2024 recept szerint készült mintánál, ellenben az vele azonos összetételben készült kevert mintánál nem tudunk alacsonyabb részecskeméretet kialakítani, mindemellett a részecskeméret eloszlása valamelyest jobbnak bizonyult.

12. ábra: SK21_1 méreteloszlás görbéje
Forrás: saját ábra



A 9. ábrán az SK21_1 minta méreteloszlás görbéje látható, melyet a Zetasizer Nano számítógépes software-e határozott meg a mérés alapján. Az ábrából látható, hogy az előállított minta méreteloszlása homogén, egyenletes, egy tartományba sorolható éles csúcsban mutatkozik meg.

13. ábra: SK24_1 méreteloszlás görbéje
Forrás: saját ábra



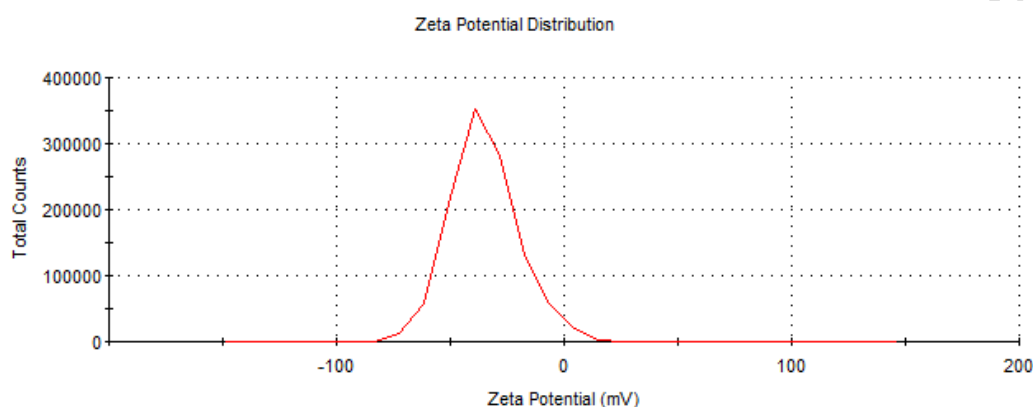
Összehasonlítva ezt a 10. ábrán látható görbével, mely az SK24_1 méreteloszlás görbáját ábrázolja, láthatjuk, hogy két tartományban figyelhető meg csúcs, melyet a magasabb PDI érték is igazol.

A Csokoládé krémlikőr minták esetében azt a megállapítást tehetjük, hogy a méret, valamint méreteloszlás értékek abszolút messze állnak az ideálistól, melyet a kakaópor nehéz feldolgozhatósága okoz. Megállapítható azonban, hogy a homogénezéssel készült minta részecskemérete lényegesen jobbnak mondható, a kevert mintákénál, figyelembe véve azt a tényt is, hogy lényegesen kevesebb időt vett igénybe az előállításuk.

A mért zéta-potenciál értékeket tekintve megállapíthatjuk, hogy az előállított minták közül kizárólag a homogénezéssel készült SK24_2 érte el a kívánt -30 mV értéket, ellenben a kevert minták közül az SK21_1, M21_1, W21_1 és a CS21_1 kellően megközelítették azt. Minél nagyobb a határfelületen kialakult taszító erő, azaz minél kisebb vagy nagyobb a mért zéta-potenciál érték, annál kisebb a valószínűsége a diszpergált részecskék összeállásából vagy összeolvadásából adódó stabilitási hibák kialakulásának. -30 mV alatt a rendszer kellő biztonsággal mondható stabilnak.

14. ábra: SK24_2 zéta-potenciál görbéje

Forrás: saját ábra



A 14. ábrán megfigyelhető, a homogenizált Sós-karamellás krémlikőr minta zéta-potenciál görbéje, mely a mért minták közül a legkedvezőbbnek mondható. Akár a gyári minták görbéivel is összehasonlítva megfigyelhető, hogy ezen minta görbéje egyenletes és viszonylag szűk tartományban csúcsosodik ki.

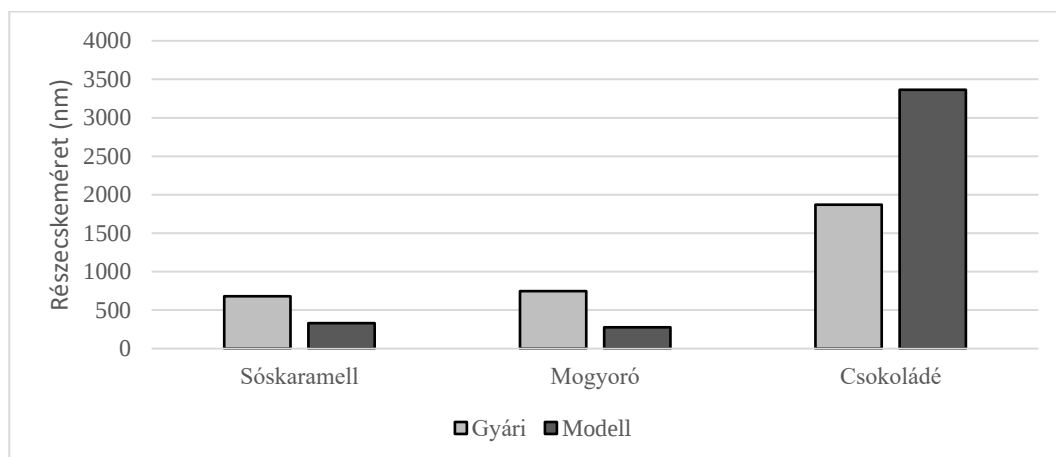
A sós-karamellás minták közül az azonos körülmények között előállított mintákból az alacsonyabb tejszínezítmény tartalmúnál lehetett jobb zéta-potenciál értéket elérni, mivel kisebb összesített felületen ugyanannyi felületaktív anyag alakított ki határfelületi réteget, valamint az alacsonyabb koncentráció a felületi megkötődést is elősegíti. A homogénezett minta zéta-potenciál értéke bizonyult a legjobbnak, mivel a magas fordulatszám kiválóan elősegítette a felületi megkötődést, ezzel megfelelő határfelületi réteget kialakítva.

4.3.3. Gyári és saját minták közös értékelése

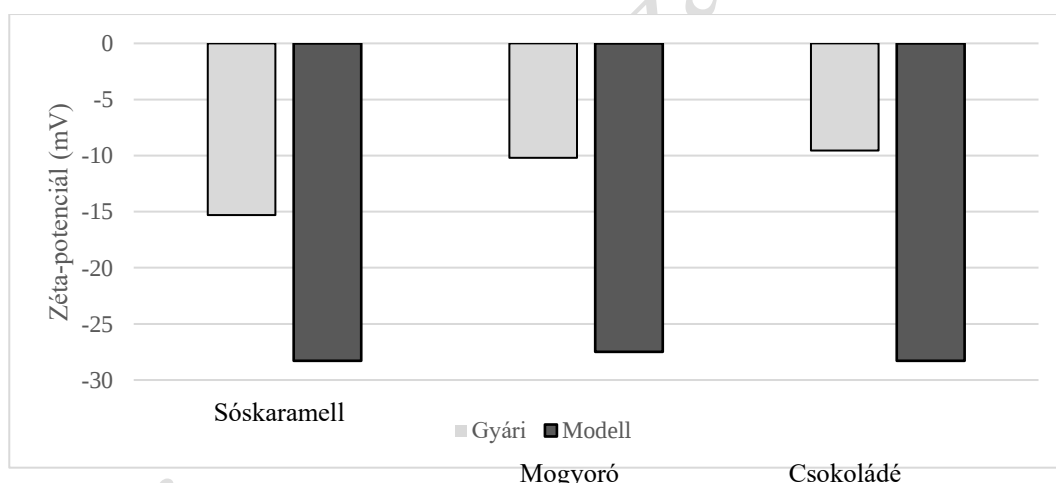
A 8. és 9. táblázat adatai megállapíthatók, hogy az azonos összetételű mintapárosokat tekintve a Sós-karamell, valamint a Mogyoró részecskemérete és méreteloszlása jobbnak bizonyul, ellenben a keveréssel előállított Csokoládé mintára kedvezőtlenebb eredmény született.

A 15. ábra a részecskeméretek összehasonlítását szemlélteti.

15. ábra: Gyári és modell minták részecskeméretei
 Forrás: saját ábra



A mérési adatokból megállapítható továbbá, hogy a zéta-potenciál értékek közül az azonos összetételű mintapárosban minden esetben a kevert minták értéke bizonyult kedvezőbbnek. Ezt a megállapítást a következő ábra szemlélteti.



A Sóskaramellás krémlikőr mintákat tekintve elmondható, hogy a recept módosítása nélkül, hagyományos, de magasabb fordulatszámú keverés mellett, valamint az emulziós likőrök készítésének keverési sorrendjét betartva a részecskeméret közel a felére csökkenthető, valamint a PDI érték is javítható, mely rendkívül nagyban elősegíti a kialakult emulziós likőrök hosszútávú stabilitásának fenntartását. A módosított recept alkalmazása esetén is jobbnak bizonyultak a mért adatok, mely alapján megállapítható, hogy az érzékszervi karakter javítása mellett is van lehetőség hosszabb fizikai eltarthatósággal rendelkező ital előállítására.

A Csokoládés krémlikőr esetében is hasonló megállapításokat tehetünk. Ezen minta esetében azonban a homogénezéssel előállított modell emulzióra kapott értékek közel sem mutatnak akkora jelentőségű csökkenést.

5. Következtetések és javaslatok

A gyári minták, valamint a saját mintaemulziók elemzése alapján azt a következtetést tehetjük, hogy az emulziós likőrök előállítása során kialakítható tartósan stabil emulzió azonos összetétel mellett a keverési sorrend szabályainak betartásával, valamint a megfelelő fordulatszám megválasztásával. A likőrök előállítása során elengedhetetlen a helyes keverési sorrend betartása, mely emulziós likőrök esetében kimondott jelentőséggel bír a diszpergálandó részek megfelelő eloszlása végett.

A formuláció során szerzett megfigyelések alapján azt a következtetést tehetjük, hogy a Sós-karamellás krémlikőr esetében indokolt volt a javított receptúra létrehozása, mivel a tejszínek-szítmény mennyiségének növelése javította a szárazanyagtartalmat, ezzel kedvezően hatva az érzékszervi tulajdonságokra. Mindemellett nőtt a kezdeti folyadékmennyiség, mely elősegítette a cukor oldódását, ezzel könnyítve a likőr formulációját.

A saját mintákon végzett vizsgálatok alapján azt a következtetést tehetjük, hogy azonos összetétel mellett alkalmazva a homogénezéssel nem lehet jelentősebb cseppméret csökkenést elérni, a hagyományos keveréshez mérten. A kialakított emulzió minőségére sokkal nagyobb hatást gyakorol a keverési sorrend és az összetétel. Fontos megjegyezni továbbá, hogy a homogénezés jelentős hőmérséklet emelkedéssel jár, így iparban való alkalmazása csak abban az esetben megvalósítható, ha a gyártó üzem képes gondoskodni a likőrök hűtéséről az előállítás folyamán. Összességében azonban az előbbiek alapján a homogénezés alkalmazása adott receptúrák esetében nem indokolt, magasabb fordulatszámú keveréssel és helyes keverési sorrenddel hagyományos keverés alkalmazásával is előállítható stabil emulziós likőr.

A Zetasizer Nano berendezés rendkívül hasznosnak bizonyult a kutatás során. Az emulziós likőrök stabilitását jellemző legfontosabb paraméterek meghatározását rendkívül gyorsan és egyszerűen tudtam vele megvalósítani, így ezen mintáknál hagyományosan alkalmazandó stabilitásvizsgálatot gyorsan és költséghatékonyan tudtam elvégezni. A készülék alkalmazása az emulziós likőrök gyártása során a gyártásközi ellenőrzések lebonyolítását is lehetővé tenné.

6. Összefoglalás

Az emulziós likőrök legfontosabb tényezője az előállításuk során kialakított emulzió stabilitása, melyet számos tényező befolyásol. A helytelenül kialakított emulziós likőrben a diszperz és folytonos fázis elválásából kellemetlen érzékszervi elváltozások következhetnek be, mely károsan hat a fogyasztói elfogadásra. Az emulziós likőrök formulációja során tehát fontos központi kérdésként kezelni a stabil emulzió kialakítását, mely a megfelelően apró cseppméret, valamint a jó határfelületi réteg kialakításával érhető el. Az emulziós likőrök formulációja megvalósítható hagyományos, úgynevezett „rotor-stator” elvű keveréssel, valamint homogénezéssel.

Szakdolgozatom célja annak feltérképezése volt, hogy egy hazai termelő emulziós likőrjeinek stabilitása, ezáltal termékminősége javítható-e a szakszerűen megtervezett, valamint a precízen kivitelezett emulziós likőr formulációval, valamint annak megbecsülése, hogy szükséges-e homogénezés alkalmazása a stabil emulzió kialakításához és ha igen, akkor mi képezi ennek feltételét és jár-e bármilyen következménnyel.

Kutatásom során laboratóriumi léptékű modell emulziókat állítottam elő a hazai termelő által biztosított receptúrák alapján, a minták között szerepeltek keveréssel, valamint homogénezéssel előállítottak. Az előállítás folyamán feljegyzésre kerültek az előállítás körülményei, mint a fordulatszámok, valamint a hőmérséklet. Az elkészült mintákat, valamint a kulcsfontosságú alapanyagokat analitikai vizsgálatnak vetettem alá, meghatározásra került sűrűségük, szárazanyag-tartalmuk, refrakciójuk és pH értékük. Az előállított mintákon a továbbiakban lézerdiffrakciós vizsgálatokat végeztem a Zetasizer Nano mérőberendezéssel. A vizsgálatok során meghatározásra kerültek azok a kulcsfontosságú paraméterek, mint a diszperz fázis cseppmérete, polidiszperzitás indexe, valamint zéta-potenciál értéke, melyek alapjaiban meghatározzák a kialakított emulzió minőségét, így általuk becsülhető az ital hosszantartó fizikai stabilitása, eltarthatósága.

A cseppméret meghatározásból, valamint a meghatározott PDI értékekből azt a megállapítást tudtam tenni, hogy az emulziós likőrkészítés szabályait betartva 250 RPM fordulatszámon kellően apró és megfelelően homogén eloszlású emulziót lehet kialakítani, mivel a kevert minták mindegyikénél sikeresen megvalósítható volt a szakirodalmak által ideálisnak vélt 500 nm alatti cseppméret, valamint a 0,4 alatti PDI érték. Ezeket az eredményeket a mért zéta-potenciál értékek is alátámasztották, a kevert minták kellően megközelítették a -30 mV-ot. A mérések eredménye minden esetben jobbnak bizonyult a gyári mintákénál, valamint a technológiailag

problémásnak számító kakaót tartalmazó, Csokoládé krémlikőr mintát leszámítva minden érték a szakirodalmak által elfogadott értéknek megfelelő, így a minták stabilisnak mondhatók.

A homogénezéssel előállított minták hasonlóképpen megfelelőnek bizonyultak, viszont a kutatás eredményei azt mutatták, hogy a homogénező használata nem jelent szignifikáns előnyt a likőrök formulációja során, továbbá a mért hőmérséklet értékekből megállapítható volt, hogy a homogénező használata jelentős melegedéssel jár, mely előnytelen az emulziók kialakítása szempontjából.

Ezen tényezők alapján az a megállapítás tehető, hogy a homogénező használata nem szükséges a stabil emulziós likőr kialakításához, a helyes keverési sorrend, valamint a megfelelő fordulatszám megválasztása nagyobb mértékben járul hozzá az emulziós likőrök stabilitásához. A homogénező használata továbbá csak abban az esetben megvalósítható, ha a gyártó biztosítja a likőr hűtését a formuláció során.

7. Irodalomjegyzék

1. Akbari, S., Nour, A.H., 2018. Emulsion types, stability mechanisms and rheology: A review. *Int. J. Innov. Res. Sci. Stud.* 1, 11–17. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v1i1.4>
2. AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2019/787 RENDELETE - (2019.április17.) - a szeszes italok meghatározásáról, leírásáról, megjelenítéséről, jelöléséről, a szeszes italok elnevezésének használatáról az egyéb élelmiszerek megjelenítése és jelölése során, a szeszes italok földrajzi árujelzőinek oltalmáról, a mezőgazdasági eredetű etil-alkohol és desztillátumok használatáról az alkoholtartalmú italokban, valamint a 110/2008/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0787>.
3. Banks, W., Muir, D.D., 1985. Effect of alcohol content on emulsion stability of cream liqueurs. *Food Chem.* 18, 139–152. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90137-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90137-2)
4. Bencsik, K, (2003): Mit? Mivel, Hogyan? – Ételkészítési technológia és kolloidika. Semmelweis Egyetem Eü. Fk., Budapest, pp.
5. Deosarkar, S., Khedkar, C., Kalyankar, S., 2016. Cream: Types of cream. pp. 331–337.
6. Dickinson, E., 2019. Strategies to control and inhibit the flocculation of protein-stabilized oil-in-water emulsions. *Food Hydrocoll.* 96, 209–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.021>
7. Erxleben, S.W.J., Pelan, E., Wolf, B., 2021. Effect of ethanol on the stability of sodium caseinate stabilised emulsions. *Food Hydrocoll.* 121, 107058. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107058>
8. Gasztonyi, K., Bogdán, J-né. (1985): Élelmiszerek kolloidikája és reológiája, Kertészeti Egyetem, Budapest, pp. 388-390

9. González-Sanjosé, M.L., Pérez-Magariño, S., 2003. LIQUEURS | Composition, in: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). Academic Press, Oxford, pp. 3553–3559. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00704-5>
10. Hajós, Gy, Antus, S-né, Dr. (2008): *Élelmiszer-kémia, A molekulától az asztalig*, Akadémia kiadó, Budapest, pp. 330-343
11. Heffernan, S.P., Mulvihill, D.M., Kelly, A.L., 2016. Liqueurs: Cream Liqueurs, in: Caballero, B., Finglas, P.M., Toldrá, F. (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press, Oxford, pp. 550–555. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00423-2>
12. Hoffmann, W., 2016. Cream: Manufacture, in: *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00701-0>
13. Hoffmann, W., 2002. CREAM | Products, in: Roginski, H. (Ed.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier, Oxford, pp. 551–557. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227235-8/00721-5>
14. Karbstein, H., Schubert, H., 1995. Developments in the continuous mechanical production of oil-in-water macro-emulsions. *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 34, 205–211. [https://doi.org/10.1016/0255-2701\(94\)04005-2](https://doi.org/10.1016/0255-2701(94)04005-2)
15. Lauridsen, J.B., 1976. Food emulsifiers: Surface activity, edibility, manufacture, composition, and application. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 53, 400–407. <https://doi.org/10.1007/BF02605731>
16. Lynch, A.G., Mulvihill, D.M., 1997. Effect of sodium caseinate on the stability of cream liqueurs. *Int. J. Dairy Technol.* 50, 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1997.tb01727.x>
17. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV, *Codex Alimentarius Hungaricus*, 1-3-1576/89 számú előírás, Szeszesitalok (General rules on the definition, description and presentation of spirit drinks).

18. Mák Erzsébet–Bodor Zsanett–Hermánné Juhász Réka–Molnár Szilvia–Vékony Blanka (2024): Ételkészítési technológia és kolloidika. Budapest: Akadémiai Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789636640484> Letöltve: https://mersz.hu/dokumentum/m1221etek__275/#m1221etek_irod_109
19. McClements, D.J., 2004. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques, Second Edition, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9781420039436>
20. Molnár, Gy (2017): Protokoll az üzleti életben. Budapest: Akadémiai Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789634541448> Letöltve: https://mersz.hu/dokumentum/dj244paue__253/#dj244paue_265_p13
21. Ng, N., Rogers, M.A., 2019. Surfactants, in: Melton, L., Shahidi, F., Varelis, P. (Eds.), Encyclopedia of Food Chemistry. Academic Press, Oxford, pp. 276–282. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21598-9>
22. O’Sullivan, M.G., 2012. 3 - Principles of sensory shelf-life evaluation and its application to alcoholic beverages, in: Piggott, J. (Ed.), Alcoholic Beverages, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Woodhead Publishing, pp. 42–65. <https://doi.org/10.1533/9780857095176.1.42>
23. Sahin, S., Sumnu, G., 2006. Physical Properties of Foods. <https://doi.org/10.1007/0-387-30808-3>
24. Sólyom, L, Dr. (1977): Likőripari kézikönyv, Mezőgazdasági kiadó, Budapest, pp. 7-15, 149-153, 161-164
25. Tadros, T.F., 2009. Emulsion Science and Technology: A General Introduction, in: Emulsion Science and Technology. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–56. <https://doi.org/10.1002/9783527626564.ch1>
26. Thanasukarn, P., Pongsawatmanit, R., McClements, D.J., 2006. Impact of Fat and Water Crystallization on the Stability of Hydrogenated Palm Oil-in-Water Emulsions Stabilized by a Nonionic Surfactant. J. Agric. Food Chem. 54, 3591–3597. <https://doi.org/10.1021/jf0524630>

27. Walstra, P., 1993. Principles of emulsion formation. Chem. Eng. Sci. 48, 333–349.
[https://doi.org/10.1016/0009-2509\(93\)80021-H](https://doi.org/10.1016/0009-2509(93)80021-H)
28. Zia, A., Pentzer, E., Thickett, S., Kempe, K., 2020. Advances and Opportunities of Oil-in-Oil Emulsions. ACS Appl. Mater. Interfaces 12, 38845–38861.
<https://doi.org/10.1021/acsami.0c07993>

Péter_Nándor_Szakdolgozat

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

8.1. Ábrajegyzék

1. ábra: Emulziók alaptípusai	7
2. ábra: Emulziók megszűnésének típusai	9
3. ábra: Tejszír csepp szerkezeti felépítése	16
4. ábra: Egylépcsős emulziós likőr előállítás folyamatábrája	20
5. ábra: Modellemulzió készítéshez használt alapanyagok	23
6. ábra: Laboratóriumi keverő és homogénező	26
7. ábra: Zestasizer Nano és üzemeltető számítógép	30
8. ábra: U-csöves kapilláris cella	31
9. ábra: Gyári minták részecskeméretének összehasonlítása	35
10. ábra: CS21_Gy zéta-potenciál görbéje	36
11. ábra: M21_Gy zéta-potenciál görbéje	36
12. ábra: SK21_1 méreteloszlás görbéje	38
13. ábra: SK24_1 méreteloszlás görbéje	38
14. ábra: SK24_2 zéta-potenciál görbéje	39
15. ábra: Gyári és modell minták részecskeméretei	40

8.2. Táblázatjegyzék

1. táblázat: Modell emulzió cseppmérete oldószer hozzáadást követően	18
2. táblázat: Modell emulzió zéta-potenciál értéke oldószer hozzáadást követően	19
3. táblázat: Döhler tejszínkészítmény adatai	24
4. táblázat: Modellemulzió készítéshez használt aromák jegyzéke	25
5. táblázat: Mintakódolás	27
6. táblázat: Mintaemulzió előállítás során kialakult hőmérsékletek	33

7. táblázat: Alapanyagok és modell emulziók analitikai jellemzői.....	33
8. táblázat: Gyári minták Zetasizer Nano mérési eredményei	35
9. táblázat: Saját minták Zetasizer Nano mérés eredményei.....	37

Péter_Nándor_Szakdolgozat

9. Mellékletek

1. melléklet: mintaemulziók receptúrái

SK21_1

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	71,4	
Tejszínkészítmény		56,0
I. O. finomszesz		55,4
Lágyvíz		214,6
Nátrium-alginát	0,14	
Karamell Colour	1,8	
Karamell aroma 950565		0,6
Salted caramell aroma		0,6
Kész ital		400

SK24_1 és SK24_2

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	71,3	
Tejszínkészítmény		112,0
I. O. finomszesz		42,3
Lágyvíz		171,7
Nátrium-alginát	0,14	
Karamell Colour	1,46	
Karamell aroma	0,4	
Karamell aroma 950565		0,2
Salted caramell aroma		0,6
Kész ital		400

M21_1

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	71,2	
Tejszínkészítmény		56,0
I. O. finomszesz		55,5
Lágyvíz		236,9
Nátrium-alginát	0,12	
Karamell Colour 108	0,92	
Mogyoró aroma 4.90190.431	0,4	
Kész ital		400

W21_1

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	71,2	
Tejszínkészítmény		56,0
I. O. finomszesz		51,4
Lágyvíz		239,7
Nátrium-alginát	0,12	
Karamell Colour 108	0,96	
Burbon whisky		0,51
Irish aroma		1,7
Kész ital		400

CS21_1 és CS21_3

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	57,2	
Kakaópor	10	
Tojássárgájale	16	

Teljes tojáslé	10	
I. O. finomszesz		62,2
Lágyvíz		245,6
CMC	0,72	
Csoki aroma		0,4
Kész ital		400

CS21_2

Összetevő	Névleges mennyiség	
	g	ml
Kristálycukor	57,2	
Kakaópor	10	
Tojássárgájale	16	
Teljes tojásle	10	
I. O. finomszesz		62,2
Lágyvíz		245,6
CMC	0,2	
Csoki aroma		0,4
Kész ital		400

2. melléklet: modellemulziók keverési naplói

SK21_1

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Tejszínkészítmény	10	250
Kristálycukor (1/3)	5	
Szesz-víz elegy (90 ml)	1	
Nátrium-alginát	8	
Kristálycukor (2/3)	3*8	
Szesz-víz elegy (30 ml)		
Karamell Colour, Karamell aroma, Salted caramell	1	
Szesz-víz elegy (30 ml)	15	
Kész ital	64	

SK24_1

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Tejszínkészítmény	10	250
Kristálycukor (1/3)	5	
Szesz-víz elegy (70 ml)	1	
Nátrium-alginát	15	
Kristálycukor (2/3)	8	
Karamell Colour, Karamell aroma (AC), Karamell aroma (S, Salted caramell	1	
Szesz-víz elegy (144 ml)	15	
Kész ital	55	

SK24_2

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Tejszínkészítmény	5	250
Kristálycukor (1/3)	1	
Szesz-víz elegy (70 ml)	1	
Nátrium-alginát		
Kristálycukor (2/3)	1	
Karamell Colour, Karamell aroma (AC), Karamell aroma (S, Salted caramell	1	
Szesz-víz elegy (144 ml)	1	
Kész ital	10	

M21_1

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Tejszínkészítmény	10	250
Kristálycukor (1/4)	5	
Szesz-víz elegy (95 ml)	1	
Nátrium-alginát	15	
Kristálycukor (3/4)	3*5	
Szesz-víz elegy (25 ml)		
Karamell Colour, Mogyoró aroma,	1	
Szesz-víz elegy (144 ml)	15	
Kész ital	62	

W21_1

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Tejszínkészítmény	10	250
Kristálycukor (1/4)	5	
Szesz-víz elegy (95 ml)	1	
Nátrium-alginát	15	
Cukor (3/4)	3*5	
Szesz-víz elegy (25 ml)		
Karamell Colour, Irish aroma, Karamell aroma (S), Bourbon whisky	1	
Szesz-víz elegy (144 ml)	15	
Kész ital	62	

CS21_1

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Lágyvíz (65°C)	15	300
CMC		
Kristálycukor	2*5	
Kakaópor	10	
Tojássárgája lé	20	
Teljes tojásle		
Szesz-víz elegy (68 ml)	20	
Csoki aroma	10	
Kész ital	90	

CS21_2

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Lágyvíz (65°C)	15	300
K-karragén		
Kristálycukor	2*5	
Kakaópor	10	
Tojássárgája lé	20	
Teljes tojásle		
Szesz-víz elegy (68 ml)	20	
Csoki aroma	10	
Kész ital	90	

CS21_3

	Keverési idő	Fordulatszám
Összetevő	perc	RPM
Lágyvíz (65°C)	5	
CMC		
Kristálycukor	1	
Kakaópor	1	
Tojássárgája lé	1	
Teljes tojásle		
Szesz-víz elegy (68 ml)	1	
Csoki aroma	1	
Kész ital	10	

10. Köszönetnyilvánítás

Ezen fejezet keretein belül szeretném köszönetemet kifejezni szakdolgozat konzulensem Kiss Zsuzsanna egyetemi adjunktus iránt, aki kimagasló szakmai tudásával és naprakész segítő-készségével lehetővé tette ezen szakdolgozat létrejöttét

Külön köszönet illeti a Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék dolgozóit, akik segítségével szintén hozzájárultak a szakdolgozatom megvalósulásához.

Szeretnék köszönetet nyilvánítani továbbá minden hozzátartozómnak, akik bármely módon támogattak egyetemi éveim alatt.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Péter Nándor
A Hallgató Neptun kódja: GY7QE4
A dolgozat címe: A homogénezés folyamatának vizsgálata emulziós likőrök előállításánál
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítást teszek, 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11 hó 11 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Péter Nándor (hallgató Neptun azonosítója: GY7QE4) 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 / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024 év november hó 11 nap



Kiss Zsuzsanna

belső konzulens
Kiss Zsuzsanna