

SZAKDOLGOZAT

TÓTH ANNAMÁRIA - SZAKDOLGOZAT

Tóth Annamária

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnök alapképzés

Édes- és Zsiradék- és Technológiák és Minőségügy szakirány

Élelmiszermérnök alapképzési szak

TEJKRÉM FEJLESZTÉS TÖLTÉSI TECHNOLÓGIÁRA

Belső konzulens: dr. Kaszab Tímea
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszeripari Méréstechnika
és Automatizálás Tanszék

Belső konzulens: Badakné dr. Kerti Katalin
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Gabona és Iparinövény
Technológia Tanszék

Készítette: **Tóth Annamária**

Budapest

2023

Tartalom

1	Bevezetés.....	2
2	A munka célja.....	3
3	Irodalmi áttekintés.....	4
3.1	Praliné gyártás.....	4
3.1.1	Tradicionalis módszer.....	4
3.1.2	One-Shot technológia.....	5
3.2	Golyósmalom.....	6
3.3	Alapanyagok.....	7
3.3.1	Tejporok.....	7
3.3.2	Vajzsír.....	9
3.3.3	Pálmazsír.....	10
3.3.4	Vanillin.....	11
3.3.5	Lecitin.....	12
4	Anyagok és módszerek.....	14
4.1	Anyagok.....	14
4.1.1	Csokoládék (Ét, Tej).....	14
4.1.2	Krémek (A, B, C).....	14
4.2	Módszerek.....	15
4.2.1	Krémkeverés golyósmalommal.....	15
4.2.2	Temperálás.....	16
4.2.3	Viszkozitásmérés.....	17
4.2.4	Érzékszervi bírálat.....	18
4.2.5	Statisztikai elemzés.....	19
5	Eredmények és értékelésük.....	20
5.1	Tejcsokoládé.....	20
5.2	Étesokoládé.....	21
5.3	„A” krém.....	22
5.4	„B” krém.....	27
5.5	„C” krém.....	35
5.6	Érzékszervi minősítés.....	40
6	Összefoglalás.....	42
7	Következtetések és javaslatok.....	43
8	Felhasznált irodalom.....	44
9	Ábra- és táblázatjegyzék.....	47
	Melléklet.....	49

1 Bevezetés

Szakedolgozatomban egy tejszín kifejlesztésének folyamatát dokumentáltam. A tejszínt a Vadász Csokoládé Kft. számára készítettem el. Célom nemcsak a jelenleg használt tejszínhez azonos receptúra kifejlesztése volt, hanem annak továbbfejlesztése is.

A Vadász Csokoládé 1971 óta a magyar kereskedelem része, így idén lesz 52 éves a márka. Maga az eredeti Vadász szelet egy étcsokoládéhüvelybe öntött, alkoholos-meggyes csokoládé töltelékkel töltött szelet. Az Árkltub Kft. 1997-ben vásárolta fel a márkát a Stollwerck vállalattól. Azóta a Vadász szelet népszerűségének továbbá a cég folyamatos termék- és márkafejlesztésének köszönhetően, több mint 60 termékkel gazdagodott a Társaság. Ezek a termékek minden szezonban fellelhetőek.

A Vadász csokoládé az utóbbi években, saját üzemük felépítésén dolgozott. Mivel ez még nem valósult meg, így termékeik egy részét külföldi bérnyártásban állítják elő. Ez a céget sok esetben kompromisszumra kényszeríti. Ilyen kompromisszum volt a krémek állaga is. Mivel az olasz gyártó más technológiákat, más hűtőberendezéseket használ, krémeik szilárdabbak, mint amit a márka előnyben részesítene. Emiatt a jövőre való tekintettel, a cég már most elkezdte új receptúrákat készíteni. Ebben szerettem volna segédkezni nekik. Első ötletként egy új íz kifejlesztését szerettem volna megvalósítani, a cég számára, ezzel is gazdagítva a szaloncukor választékukat. Több ízkombináció is felmerült bennem, többek között egy dió és grillázs krémes, illetve egy citrom és mák krémes szaloncukor kifejlesztése, azonban ezekhez hasonló ízeket már más szaloncukor gyártó cégek is megvalósítottak. Sajnos nem volt nagy piacuk értékesítéskor, emiatt ezeket az ötleteimet nem preferálták. Ekkor merült fel, hogy szaloncukraik több mint fele tejszínen alapul, azonban a jelenlegi tejszín receptúrájuk nem kompatibilis az üzemük technológiájával, hiszen túl sűrű. Emellett, ha a tejszínt hazai gyártással állítanák elő, akkor azt jobban tudnák igazítani mind a saját, mind a hazai vásárlók ízléséhez. Számomra is izgalmas volt a gondolat, miszerint egy olyan univerzális termék előállításában segédkezhettek, ami aztán több termék alapjául is szolgálna.

A munkálatok során figyelemmel kellett lennem a töltelékek reológiai tulajdonságaira, sűrűségeikre, hiszen a hazai gyártás során a praliné jellegű desszertek One-Shot technológiával készülnek, illetve a hamarosan felépülő nagy üzemük gyártó sora is azonos technológiát alkalmaz majd jelenlegi állásponjtjuk szerint. Így végleges krémnek megfelelő viszkozitásúnak kellett lennie az eljárásához. A Vadász kisüzemben a gyártásvezető kolléga élelmiszermérnöki termékfejlesztő végzettséggel rendelkezik, így ő tudott segíteni nekem egy alap tejszín receptúra biztosításával.

2 A munka célja

A munkám célja a Vadász Csokoládé Kft. számára olyan tejszörlem kifejlesztése volt, amely a jövőben alkalmas lehet az új töltési technikákkal szalondesszertek előállítására.

Ennek érdekében három receptúrát állítottam elő, melyek esetében célt volt

- megvizsgálni e krémek viszkozitását növekvő és állandó nyírási sebességnél különböző hőmérsékleteken
- összehasonlítani a krémeket reológiai tulajdonságaik alapján
- érzékszervi bírálattal kiválasztani a fizikai és érzékszervi tulajdonságok segítségével a legkedveltebb krémet
- a töltési technika miatt összehasonlítani a krémeket az esetleges gyártás során felhasználni kívánt temperált tej- és étcsokoládé viszkozitásával
- a kapott eredmények alapján kiválasztani az optimális töltési hőmérsékletet és a technikához megfelelő krémet.

3 Irodalmi áttekintés

3.1 Praliné gyártás

Töltött csokoládé előállítására, mára már több technológia is létezik. Egyes eljárások, elsőként hüvelyt készítenek, majd azt töltik és végül talpazzák. Ezek a technológiák a tradicionális módszeren alapulnak. A legkorszerűbb modern technológiákat, pedig egy lépésben alkotják meg a hüvelyt és a desszert belsejét (Meyer, 2009).

3.1.1 Tradicionális módszer

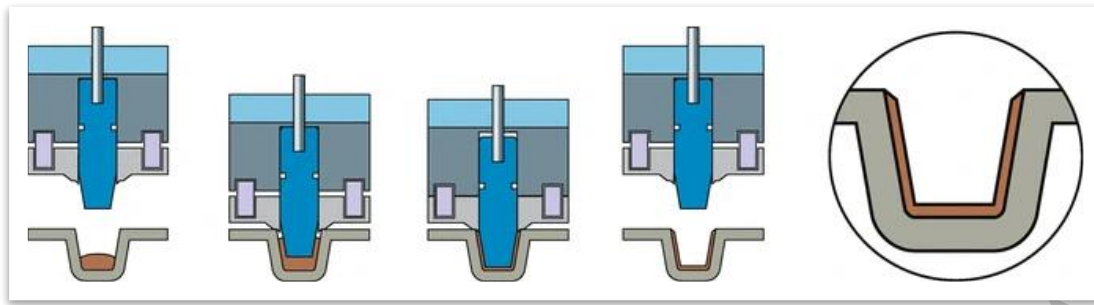
A tradicionális módszerszeren alapuló technológiákat 2 részre bonthatjuk. A wet shell és a dry shell eljárásra (Meyer, 2009).

Első lépésben a hüvelyt formázzák meg. A tradicionális technológia alkalmazása esetén a formát temperált csokoládéval töltik meg, majd azt megfordítva kirázzák belőle a felesleges csokoládé mennyiséget (Somogyi, 2022b). Ezt követően, ha „wet shell” eljárást alkalmazunk a forma felületét egy kés segítségével megtisztítják. Ezáltal a formában csakis a falra tapadt csokoládé mennyiség marad. Ezt szilárdítják hűtéssel. A „dry shell” eljárás esetén a felesleges csokoládé kirázását követően egyből hűtik a formákat. Mikor a csokoládé héjak elérték a szükséges dermedtségi állapotot, csak akkor tisztítják le a további nem kívánatos csokoládét a formáról. Ezt egy melegített kés segítségével végzik el (Meyer, 2009).

A hüvely formázására több technológia is létezik, ilyen például a Cool Stamp Technology (Meyer, 2009). A Cold Stamp berendezéssel készült termékek esetén, a formába öntött temperált csokoládéba a termék hideg pozitívját nyomják, így dermedtve és formázva meg a hüvelyt a későbbi töltéshez (1. ábra). A forma hőmérséklete $+4^{\circ}\text{C}$ -tól -20°C -ig terjedhet. A csokoládé a kakaóvaj tartalmának és a hidegnek köszönhetően zsugorodik, így a hüvely kivehető a formából (Somogyi, 2022b).

Ennek a technológiának sok előnye van: azonos héjvastagság minden esetben, a csokoládé viszkozitásától függetlenül alkalmazható, illetve a hagyományos technológiával készült termékekkel ellentétben, ennél a módszernél jelentősen kevesebb a visszakeringetett csokoládé mennyisége, alacsony zsírtartalmú, granulált csokoládé esetén is alkalmazható. Hátránya, hogy nehezen összehangolható a gyártási vonal többi részével, pára mentesíteni kell leállás esetén, illetve a nagy hőmérséklet különbség miatt fellépő páralecsapódás is gondot okozhat. (Somogyi, 2022b).

1.ábra Cold stamp technológiai folyamat (Forrás:Hartel, 2017)



Második lépésként a hüvelyt töltik meg. A töltelék lehet fondant alapú, zsírkrem vagy esetlegesen likőr. A töltést követően a formákat ismét hűtik, így szilárdítva meg a krémet (Somogyi, 2022b).

Harmadik lépésként le kell talpazni a pralinékat. Talpazás után ismételt hűteni kell a formákat. Ha a temperálás megfelelő, akkor a csokoládé hüvely a hűtések végére elválk a forma belsejétől. Ez a kakaóvaj zsugorodásának köszönhető (Somogyi, 2022b).

3.1.2 One-Shot technológia

Töltött csokoládé desszert gyártásának egyik másik módszere a One-Shot technológia. Ebben az esetben a pralinék csupán egy lépésben készülnek el ezt egy speciális adagolófej teszi lehetővé (Meyer, 2009). Az adagolófej 2 részből áll. Egy belső csőből, melyen keresztül a krémet adagolja az öntőfej és egy az azt körül ölelő külső csőből, amelyből pedig a csokoládé távozik (Somogyi, 2022b) Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, BSC, tanulmányi segédlet). Az öntőfej különböző időpontokban és százalékos arányokban önti ki a csokoládét és a töltelékét, ezáltal hozva létre a külső csokoládé köpenyt és a praliné belsejét. Emiatt azonban a gép csak meghatározott hőmérsékletekkel és reológiai tulajdonságokkal képes dolgozni. Az öntési hőmérséklet nem lehet magasabb 32 °C-nál, hiszen akkor a temperálásunk értelmét vesztené. Ideális esetben 29 és 31 °C között helyezkedik el, mind a csokoládé mind a töltelék hőmérséklete a gyártás során. A krém viszkozitásának szinte azonosnak kell lennie az öntésnél használt csokoládéval. Az ideális viszkozitási érték ehhez a gyártási technológiához 3-6 Pa s között helyezkedik el. Ha a krémet magasabb hőfokon öntenénk, a praliné hűtés után kilyukadna. Ennek oka a viszkozitás béli különbségek. A krém túlzottan lesüllyedne a csokoládéban, így áttörve a külső csokoládé burkot (Böhme,2011).

Ez a one-shot technológia több szempontból is előnyös. Mivel egy lépésben képes töltött praliné előállítására, így nem csak gyorsabb a tradicionális technológiához képest, de a gyártósor hossza is lényegesen lerövidül. Ez előnyös mind hely kapacitás szempontjából, mind elektromos áramfogyasztás szempontjából is. Pontos értékeket tudunk beállítani és menteni a

gépen, így sokkal könnyebb és gyorsabb procedúra egy esetleges új vagy más termék gyártására való átállítás (Meyer, 2009). Ezek mellett higiénia szempontokból is sokkal előnyösebb technológia a tradicionálissal szemben, mert a visszaforgatott csokoládé aránya is igen alacsony.

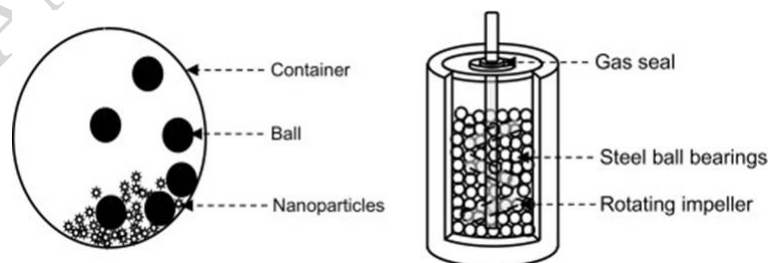
Habár sok előnyös tulajdonsága van a One-Shot gyártási technológiának, vannak hátrányai is. Igen érzékeny berendezés, ezért pontos beállításokat igényel, mind az idők, arányok és mozgási paraméterek tekintetében. Mivel több hiba is jelentkezhet a gép működésében, ezért nagyon precízen kell hangolnunk az öntő berendezést és a körülötte lévő többi gépet is (Meyer, 2009). További problémát okozhat a nem megfelelő viszkozitású csokoládé vagy töltelék is. Ha a töltelék sűrűsége túl magas az adagolófej megállhat. Túl híg viszkozus csokoládé miatt pedig, az adagolófejből az adagolás végeztével is tovább folyhat a csokoládé, ami szintén problémákat okoz.

A fent említett tulajdonságok mellett a hőmérséklet is befolyásolja a gyártást, mert csak előre meghatározott hőfokon képes csak az öntőfej hibátlan terméket előállítani. A töltelék és a csokoládé hőfokának, a lehető legközelebbinek kell lennie, hogy elkerüljük az előkristályosodást. A csokoládé és a töltelék látszólagos viszkozitása sem térhet el egymástól túlságosan, hogy egyenletes korpuszbevonatot kapjunk (Böhme,2011).

3.2 Golyósmalom

A golyósmalmok felépítése és működési elve igen egyszerű. Egy fém tartályba sok apró golyócskát teszünk (2.ábra), amelyek általában acélból, de számos egyéb anyagból is készülhetnek például kerámiából (volfrám karbidból) (Becket, 2009, Ravichandran és mtsai., 2018).

2. ábra Cold stamp technológiai folyamat (Forrás: Ravichandran és mtsai, 2018)



Ezek a golyócskák forgás által -amely vagy egy keverő berendezésnek köszönhető, vagy az egész tartálynak a forgatásának- egymásnak ütköznek, így finomítva le a szemcséket (Becket, 2009). Ez a finomítás mechanikai erőknek köszönhető melyek a mozgatás miatt lépnek fel (Fištes és mtsai., 2012). Ezek a kompresszió, nyírás, súrlódási erő, ütközési energia (Neikov,

2009, Fišteš és mtsai., 2012,). Minél kisebb a szemcseméret annál kisebb golyócskákat és nagyobb sebességet használnak. (Becket, 2009) „Az optimális forgási sebesség általában a kritikus sebesség 65-80%-ára van beállítva.” (Neikov, 2009). Bizonyos modellek szivattyúval vannak ellátva, így is biztosítva az őrlendő anyag cirkulációját.

A golyósmalmoknak számos előnyös tulajdonsága van. Homogén termékek állítható elő vele, melyekben a szemcseméret viszonylag egységes. Ez annak köszönhető, hogy a nagyobb szemcsék lassabban mozognak az elegyben, így a golyók azokat őrlik tovább nagyobb valószínűséggel. Maga az őrlés egy zárt rendszerben történik, így a termék sterill tud maradni (Becket, 2009). Eközben ezzel egyidejűleg a munkaterület is tiszta maradni. Az említett technológia alkalmazható mind száraz, mind nedves termékek előállítására is (Ravichandran és mtsai, 2018). Mindezek mellett könnyen kezelhető, biztonságos technológia, egyszerűségének köszönhetően, megbízható, nagy mennyiségű termék előállítására alkalmas (Neikov, 2009).

Ugyanakkor a golyósmalomnak számos hátránya is van. Magas energia igényű, nagy súlyú és hangos berendezés (Neikov, 2009). Mivel zárt rendszer, ezért az esetlegesen nem kívánt savas ízek, aromák a termékből nem tudnak távozni. Ez a technológia nem kifejezetten alkalmas nagyobb szemcseméretű anyagok őrlésére, inkább a kisebb szemcseméretű alapanyagokkal ajánlott a használata, ebből következik, hogy esetlenként az alapanyag előőrlése szükséges lehet. Gyakran egy nagy nyírású soros cseppfolyósítót szükséges az újabb őrlés előtt közbe kötni. Ennek oka, hogy a frissen összeűzött részecskék felületét körbe kell vonni zsírral, és erre a golyósmalom önmagában nem képes (Becket, 2009). Ebből adódik, hogy mind beruházási költsége, mind a fenntartása jelentős költségnek számít egy tradicionális vonalon. (Fišteš és mtsai, 2012)

3.3 Alapanyagok

Ebben a fejezetben a tejkrémem egyes összetevőiről fogok részletesebben írni, különös tekintettel a viszkozitásra és a krémre való hatásukra.

3.3.1 Tejporok

A tejporokat két fő csoportba tudjuk sorolni. Vannak a teljes tejporok (**WMP -Whole Milk Powder**) és a sovány tejporok (**SMP -Skim Milk Powder**). A sovány tejporokat további három csoportba oszthatjuk, lehetnek magas, közepes vagy alacsony hőmérsékletű porok. Ezt a tejsavó-nitrogén-fehérje indexük alapján határozzák meg. Újabb membrán technológiákkal manapság már képesek létre hozni akár 50-85%-os fehérje tartalmú tejporokat is, ezeket a tejfehérje koncentrátum (**MCP -Milk Protein Concentration**) elnevezést kapták. A tejfehérje

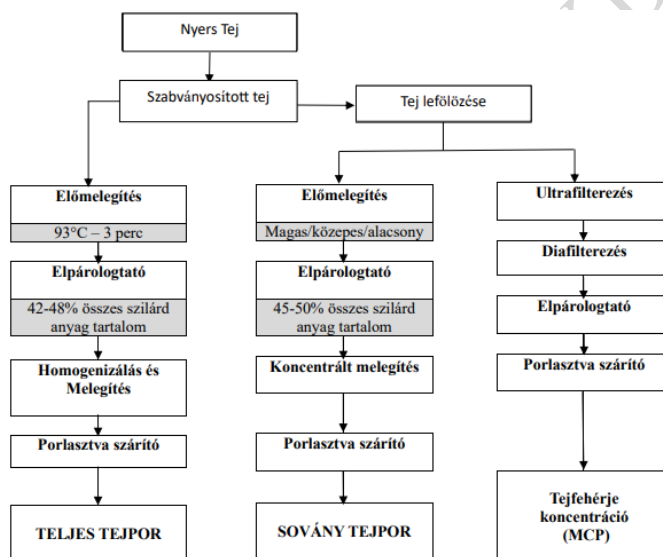
koncentrátumokat három csoportba sorolhatjuk a valószínűsített fehérjetartamuk alapján, lehetnek MCP56, MCP70 vagy akár MPC80-asok is (Singh 2007).

1. táblázat Különböző tejporkok összetétele (Forrás: Singh, 2007 nyomán)

	WMP	SMP	MPC56	MPC70	MPC85
Tej zsír	26,8	0,8	1,3	1,4	1,0
Fehérje	25,0	34,0	57,1	70,0	85,0
Laktóz	39,1	53,5	30,1	17,0	3,0
Ásványi anyagok	5,8	7,9	7,7	7,2	7,0
Nedvesség tartalom (%)	3.3	3,8	3,8	4,4	4,0

Attól függően, hogy milyen tejport szeretnénk előállítani, különböző lépésekre van szükség a gyártás során (3.ábra). Vannak olyan műveletek, amelyek azonosak minden tejpork előállításánál.

3. ábra Tejporgyártás folyamatábrája (Forrás: saját szerkesztés Singh (2007) nyomán)



Bármilyen tejporkot is szeretnénk előállítani, elsőként a nyerstej átmegy egy szétválasztási és egy pasztörözési eljárásán. Ezek a folyamatok, habár minden tejpork gyártásánál végbe mennek, mégis már ekkor a tej tulajdonságait speciálisan a kívánt végtermékhez igazítják.

A teljes tejpork esetén csak a zsíradék egy kis részét kell eltávolítani, míg sovány tejpork előállításakor a zsíradék nagy részét eltávolítják, ami a **tej leföldözése**. Az ezt követő **előmelegítés** során eltávolítják a zsíradék egy részét, ennek mértéke a kívánt végterméktől függ, így minden esetben adott idő és hőmérséklet kombinációt kell használni. Ez az előmelegítési folyamat MCP előállításánál nem történik meg. Tejfehérje koncentráció előállításakor ugyanis egy ultraszűrés és egy diafiltráció következik. Mivel a tej nem volt csak pasztörözés alatt felmelegítve, így a tejsavó fehérjék főként az alap állapotukban maradnak, így fent

akadnak az ultraszűrőn, más anyagokkal együtt, így a további tisztítás érdekében egy diafiltráció következik (Singh, 2007). A diafiltráció az ultraszűrés egyik alternatívája, ami képes a makromolekulákat vagy fehérjéket átvinni az egyik oldószerből a másikba (Prapulla és Karanth, 2014). A következő művelet a **besűrítés**, melynek során a tej víztartalmát csökkentik elpárologtatással, majd **homogenizálják**, ami azonban csak a teljes tejpor készítése során szükséges. Ez azért fontos, hogy a porlasztva szárítás során ne tudjanak majd a zsírgömböcskék összeolvadni. Folytatásként ismét egy **hőkezelési** folyamaton következik a koncentrátumunk viszkozitásának növelésének érdekében. Végezetül egy **porlasztva szárító** segítségével eltávolítják a maradék nem kívánatos vizet is. Ezután a tejpor nedvességtartalma 3,3% és 4,0% közé esik általában (Singh, 2007).

A tejsokoládé gyártás esetén a tejpor fontos jellemzői közé tartozik még a szabad zsírtartalom, a szemcseméret, a szemcseszerkezet és a vákuumtérfogat (Liang és Hartel, 2004), ám ezek a viszkozitás szempontjából is meghatározóak. Ez annak köszönhető, hogy a tejpor szemcsemérete hatással van mind a vele elkészült termék érzékszervi tulajdonságaira, minőségi jellemzőire, illetve annak ízére is (Zhang és mtsai, 2021). A porlasztva szárítás következtében jellemző módon a szemcsék könnyen szétesnek sok apró részecskére finomítás során, ami jelentősen megnöveli a viszkozitást.

A molekulák törési-tulajdonságaira hatással van a részecskék erőssége, alakja és a részecskék vákuumtérfogata (üres terekben lévő levegő mennyisége). A porlasztva szárításkor használt fűvők levegőbeszívásának mértéke hatással van a szemcseméretre és a vakum térfogatra is. Az ekkor fellépő magas viszkozitási problémát zsiradék hozzáadagolásával oldjuk meg. A zsír körbe vonja a részecskéket, így lecsökkentve a viszkozitást. (Liang és Hartel, 2004).

A szárításkor használt berendezés befolyásolja a szabad zsírtartalmat is. Egy hengerszáritóval szárított teljes tejpor esetén, a szabad zsírtartalom 60-90% közé esik, míg egy porlasztva szárító használata esetén a szabad zsírtartalom csupán 2-3%. Minél magasabb a szabad zsírtartalma a tejporunknak, annál könnyebben lép kölcsönhatásba a többi zsiradékkal, így termékünk viszkozitása annál kisebb lesz. A laktóz-kristályosság mértéke is jelentősen befolyásolja a szabadzsírtartalmat. Ez azért van, mert a kristályos laktózok kicsapják a tejszírt. (Liang és Hartel, 2004).

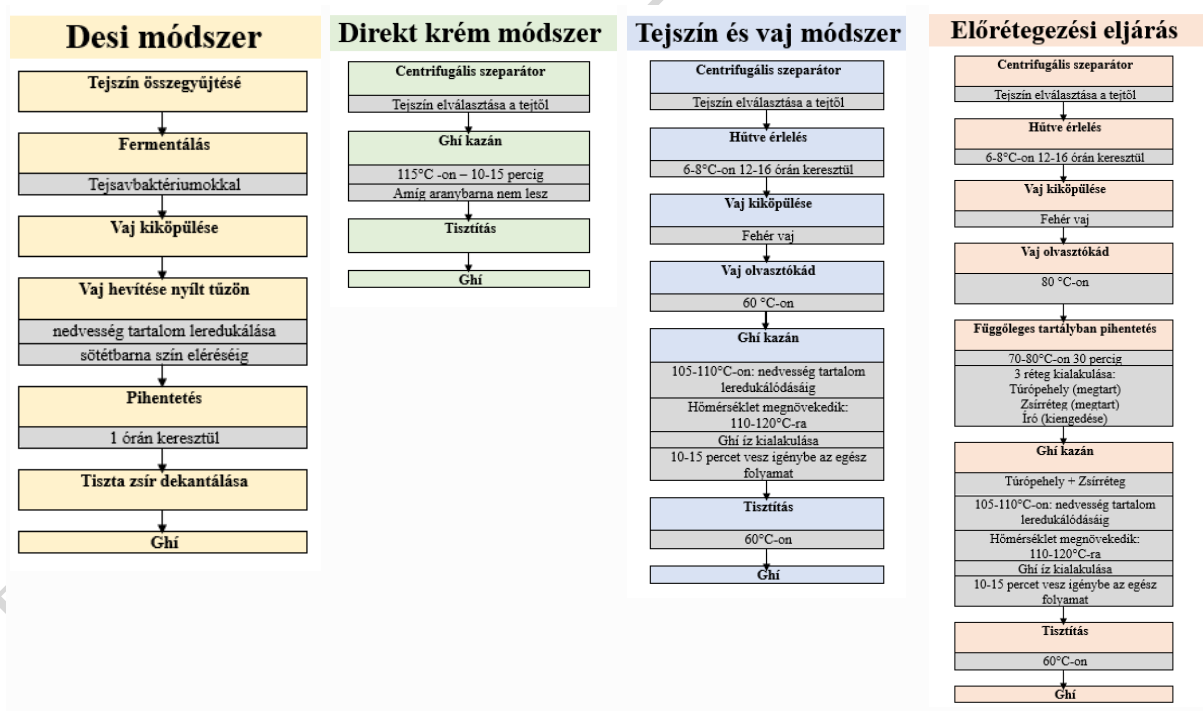
3.3.2 Vajzsír

A tisztított vajzsír, másnéven ghí, a tej vagy egy tejtermék termikus feldolgozásának magas zsírtartalmú terméke. Nem tartalmazhat színező anyagot vagy tartósítót. A világ számos részén fogyasztják és állítják elő, legjelentősebben Indiában, ahol a megtermelt tej 30-

34%-ából gyártanak ghít (Kumbhare és mtsai, 2021). Kémiaileg a tisztított vajzsír egy olyan keverék, amely nagy mennyiségben különböző triglicerideket, szabad zsírsavakat, foszfolipideket, és szterolokat tartalmaz. Kis mennyiségben fellelhető benne égett kazein és ásványi anyagok is. Könnyen oxidáló anyag a magas telítetlen zsírsavtartalma miatt. Emiatt nehezen tárolható zsiradéknak számít. így a jobb eltarthatóság miatt antioxidánsokat adnak a gáhihez. Az antioxidánsok lelassítják az oxidációs folyamatot, a szabad gyökök képződésének és terjedésének korlátozásával (Kumbhare és mtsai, 2021).

Előállítására négy alapvető módszert alkalmaznak (4.ábra). Ezek mindegyike kiindulási anyagnak egy tejszírt tartalmazó nyersanyagot használ, amit egy hőkezelésnek vet alá. Ez a hőkezelés általában 110-120°C-on 10-20 percig tart. Célja a nedvességtartalom lecsökkentése a termékben. Mindeközben a fehérje és laktóz molekulák degradálódnak, ennek köszönhetően ebben a szakaszban alakul ki a különleges és kívánatos gáhi íz is. Végül a keletkező terméket megtisztítják a visszamaradó tej szárazanyagától. A négy alapvető módszer a tradicionális vagy Desi módszer, a közvetlen tejszín mód, a tejszínes és vaj módszer és az előrétegezési eljárás (Kumbhare és mtsai 2021).

4. ábra Különbözö gáhi előállítási módok részletes folyamat ábrája (Forrás: saját szerkesztés)



3.3.3 Pálmazsír

Kurnia és mtsai. (2016) szerint az olajpálma a világ legnagyobb terméshozamú olajos magvü növénye, olajhozama akár 50-70% is lehet (Somogyi, 2022a). Trópusi helyeken honos növény, melynek élettartalma akár 200 év is lehet, azonban gazdasági élettartalma 25-30 év, így

egy igen megbízható olajellátást képes biztosítani. Maga a növény általában 3-4 év után hoz termést és 5-6 hónap mire a gyümölcs beérik. Az olajpálma gyümölcse 4 részre bontható, az exokarp-ra (gyümölcshéj), a mezokarpra (gyümölcshús), az endokarpium-ra (magot körbevevő csontthéj) és az endospermium-ra (mag) A termésemből két féle zsiradékot tudunk előállítani, pálmaolajat és a pálmamag olajat. A pálma olajat a gyümölcs húsból állítják elő és az élelmiszeriparban hasznosítják. A pálmamag olaj a termés magjából készül és tisztítószert, szappant, pipere termékeket állítanak elő belőle, illetve fontos édesipari zsiradék, a jégkém bevonomasszájához használják. (Basiron, 2007, Kurnia és mtsai., 2016).

Az érett gyümölcs fürtöket pálmaolaj malomba szállítják, ahol elsőként gőzzel sterilizálják majd szétválasztják a gyümölcsöket a szártól. A szárazakat vagy a kazánokban égetik el, vagy a földekre visszaküldik, mint trágyát. A gyümölcsöket először rothasztóba küldik, majd egy prés segítségével kinyerik belőle az olajat. Ezek után, mikor nyers pálma olajat állítanak elő az olajat tisztítják centrifugális és vákuum tisztítókkal, majd szárítják. Ezt követően egy finomító üzemben étolajat és egyéb termékeket állítanak elő belőle. A préselésből visszamaradt biomasszából kiszedik a magokat. A magokat megtörik, majd aprítják, így kinyerve a pálmamagolajat, maradék termékként pedig pálmamag liszt is keletkezik (Basiron, 2007, Kurnia és mtsai, 2016).

A pálmaolaj a részben hidrogénezett növényi olajok alternatívája a zsíralapú édességekben, mivel félszilárd állaga és nulla a transzszírtartalma. Lassú kristályosodási viselkedése azonban tárolás közbeni keményedést és kifogásolható textúrát eredményez. (West és Rousseau, 2016) A pálmaolaj három fő típusú triacilglicerinnél (TAG-ból) áll: háromszor telített (főleg tripalmitin – PPP), telítetlen (főleg 1,3-dipalmitoil-2-oleoil-glicerinnél – POP) és egyszeresen telített (főleg 1,2-dioleoil-3-). palmitoil-glicerinnél – POO) (West és Rousseau, 2016).

3.3.4 Vanillin

A vanillin (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehid) egy igen ismert, aromás ízesítőszer, és a fő összetevője a vaníliának. Maga a vanillin egy enyhén sárgás vagy fehér por, jellegzetes édeskés illattal. Szobahőmérsékleten csak mérsékelten, azonban forrásban lévő vízzel már igen jól oldódó anyag. Kémiaiailag a vanillin egy fenol-aldehid melynek 3 fő funkcionális csoporttal rendelkezik. Egy aldehid (R1), hidroxil (R2) és egy éter (R3) csoportot. A vanillincsoportot a hidroxil és az éter csoport alkotja (R2+R3) (Olatunde és mtsai,2022).

A vanillin felhasználása igen széleskörű, a köztudatban mégis, mint élelmiszer ízfokozó vagy édesítőszer (vanillin /vaníliás cukor) maradt meg. Nemcsak élelmiszerekben és italokban, de parfümöknel, gyógyszereknel és kozmetikumoknel is jellemző a használata. Több

tanulmány is megjelent a vanillin farmakológiai hatásairól. Bizonyított antimikrobiális, rákellenes, antioxidáns, cukorbetegség-ellenes, gyulladáscsökkentő, szívvédő, antidepresszáns, vízhajtó, szorongásgátló hatásai. Antimikrobiális hatásai miatt gátolja a penészgombák, élesztőgombák, baktériumok kialakulását és elszaporodását az élelmiszerekben, így a megromlás ellen lép fel (Olatunde és mtsai, 2022). A vanillin aktív mind a Gram pozitív mind a Gram negatív baktériumokkal szemben. Antioxidáns és antimikrobiális tulajdonságai miatt a vanillin élelmiszer-tartósítószerként is használható. Ennek hátránya, hogy megfelelő koncentráció esetén a vanilin íze már túl erős, ám más szinenergikus antimikrobiális szerekekkel azonban ez a probléma megoldható (Walton és mtsai, 2003).

3.3.5 Lecitin

A lecitin természetesen fellelhető tojássárgájában és olajos magvakban. Ezáltal a lenmagban, gyapotmagban, kukoricacsírában, napraforgómagban, repcében és a szójababban is. Ezek közül leggyakrabban a szójababból készítenek szója lecitint (Van Nieuwenhuyzen, 1976). Ennek egyik oka, hogy a szója lecitin a szója-olaj gyártás egyik mellékterméke (Wu és Wang, 2003). A szójalecitin több olajban oldódó foszfatid keveréke, amely kiváló és fontos emulgáló, diszpergáló és stabilizáló szer. Az iparban széleskörűen hasznosítják. Fellelhető az élelmiszeriparban, gyógyszerész iparban, takarmányiparban, és a műszaki iparban egyaránt. például csokoládé viszkozitásának csökkentésére, zsírkristályosodásának késleltetésére és sok más egyébre használják (Van Nieuwenhuyzen, 1976).

2.táblázat: Szója lecitin általános százalékos összetétel (Forrás: saját készítés: Van Nieuwenhuyzen, (1976) nyomán)

Összetevők	Összetétel
Trigliceridek	35%
Foszfatidil-kolin	20%
Foszfatidil-inozitol	20%
Foszfatidil-etanol-amin	15%
Foszfatidsav, egyéb foszfatidok	5%
Szénhidrátok, szteroidok	5%

A nyers szójababban fellelhető 2-3% foszfatidból gyártják a natív lecitint 4 fő lépésben. A jó minőségű, világos színű termék előállításához, pontos folyamatfeltételek, állandó ellenőrzés, a hőmérsékletek és tartózkodási idők pontos beállítása szükséges a kívánt lecitin eléréséhez. Elsőként a **foszfatidok hidralizálása** megy végbe. Ekkor 2-3% vizet 50-70°C-on alaposan összekevernek nyers szója olajjal. Ezt követően egy úgynevezett lecitin iszap keletkezik, amely a foszfolipidek hidratálódásának következtében alakul ki. Ebben a lépésben a víz helyettesíthető savakkal, vagy savanhidridek vizes oldatával. Ezt követően a **lecitin iszap**

szétválasztása megy végbe. A nyálkás iszapot soros centrifugálással választják ki az olajból 50-70°C-on. Harmadik lépésben az **iszapszárítás** következik. Szárítás célja a nedvességtartalom 1% alá szorítása. A szakaszos szárításhoz filmpárologtatót használnak, amely lehet szakaszos vagy folyamatos, illetve vertikális vagy horizontális. Horizontális film evaporátor használatának számos előnye van. Nagy a kapacitása, szárítási ideje rövid, állítható fólia vastagsága. A függőleges filmpárologtatót egy érzékenyebb technológia főként akkor érdemes alkalmazni, ha savat vagy szerves oldószert szeretnénk eltávolítani az iszapból szárítás közben. Ennek a berendezésnek a hátránya, hogy a lecitin film eltörhet a készüléken belül. Ennek oka a viszkozitás gyors növekedése 5-15% víztartamnál. Negyedik lépésben a **hűtés** következik. A lecitin hőmérsékletének 50°C alá csökkentése (Van Nieuwenhuyzen, 1976).

A lecitin egy emulgálószer, ami azt jelenti, hogy egy hidrofób és egy hidrofil résszel is rendelkezik. Ennek köszönhetően képes csökkenteni a felületi feszültséget és emulziókat képezni (O/V: olaj a vízben vagy V/O: víz az olajban). Emulgeáló tulajdonságait javíthatják olyan módosításokkal mint az alkoholos frakcionálás, a hidrolízis, az acetilezés vagy a hidroxilezés. Ezek az eljárások kombinálhatóak egymással, így még speciálisabb lecitin állítható elő. Az **alkoholos frakcionálás** során koncentrált kolin-lecitin-t állítanak elő és általában amargarinok fröcskölés mentesítéséhez használják. Az **enzimes hidrolízis** során enzimet adnak az iszaphoz, így egy hidrofilebb lecitint hozva létre, amely erősebb O/V emulgáló tulajdonságokkal és csökkentett Ca érzékenységgel bír. **Acetilezés**kor ecetsav-anhidrid segítségével víztelenítik az olajat, így a lecitint alacsony acetilezését érhetjük el. Ezt követően frakcionálás szükséges. Végül egy kolin-lecitinben dús, javított O/V emulgeáló tulajdonságokkal rendelkező terméket kapunk. **Hidroxilezés**kor hidrogénperoxidot savakkal kombinálnak, így hidroxilcsoportok jönnek létre a telítetlen zsírsavláncokban. Ennek köszönhetően a termék O/V emulgeáló tulajdonsága jelentősen javul. Ezen módszert használatát az élelmiszeriparban a legtöbb országban törvényileg korlátozzák. (Van Nieuwenhuyzen, 1976).

4 Anyagok és módszerek

4.1 Anyagok

Mivel szakdolgozatomban taglalt tejszínek a Vadász csokoládé számára lettek kifejlesztve, így azok összetétele csakis a szakdolgozatom szempontjából releváns adatokat tartalmaznak. A csokoládék specifikációját is csak olyan mértékben fejthetem ki, amit még a cég engedélyezte számomra.

4.1.1 Csokoládék (Ét, Tej)

Mind az étcsokoládé mind a tejszínes csokoládé esetén a gyártáshoz használatos temperált csokoládé viszkozitását mértük. Az étcsokoládé 52%, míg a tejszínes csokoládé 32% kakaótartalmú termékek voltak, melyek az üzemből származtak.

4.1.2 Krémek (A, B, C)

Szakdolgozatomhoz készülő tejszínes alap receptúráját a Vadász Csokoládé biztosította számomra, ezt használtam kiindulási pontként.

„A” krém

Egy sovány tejszínből készült tejszín, mely az alap Vadásztól kapott receptúrához képest a zsír- és a tejszín mennyiségében is eltérő. A keverés során használt tejszín maximális zsírtartalma 1,5% volt. Előállításakor porlasztva szárító berendezést alkalmaztak.

„B” krém

Alapjául az „A” krémet használtam. (Tehát ez a krém sovány tejszínnel készült.) Ehhez olyan százalékos arányban kevertem aztán vajzsírt, hogy az azonos legyen a „C” krém összes zsírtartalmával.

„C” krém

Az alapanyagok százalékos mennyiségében megegyeztek az „A” krémmel, azonban teljes tejszínnel készült. A teljes tejszín zsírtartalma legalább 26% volt. Előállításakor porlasztva szárító berendezést alkalmaztak. Az így elkészült krém összes zsírtartalma 48,74%-os volt

3. táblázat Tejszínek összetétele (Forrás: saját szerkesztés)

hozávalók (g)	„A” krém	zsírtartalom, %	„B” krém	zsírtartalom, %	„C” krém	zsírtartalom, %
sovány tejszín	1000	1,5 %	912,8	1,5 %	-	-
teljes tejszín	-	-	-	-	1000	26 %
vajzsír	207,5	100 %	626,0	100 %	207,5	100 %
pálmazsír	1976	100 %	1803,	100 %	1976	100 %
cukor	X	-	X	-	X	-
lecitin	Y	-	Y	-	Y	-
vanilin	Z	-	Z	-	Z	-
összes tömeg	5013		5013		5013	
összes zsírtartalom		43,86 %		48,74 %		48,74 %

Krémek összetétele, nem csupán termékfejlesztés szempontjából lettek összeállítva. Azt a hipotézist szerettem volna megvizsgálni, hogy a teljes tejporból készült „C” krém viszkozitása és érzékszervi minősítése azonos lesz e a „B” krémével. A két krém százalékos zsírtartalmában azonos volt mégis a B krémekben hozzáadott zsiradékként szerepelt a plusz vajzsír, míg C krémekben a tejpork mátrixában helyezkedett el.

4.2 Módszerek

4.2.1 Krémkeverés golyósmalommal

A Kft vagy a vállalat már szakdolgozatom elkezdése előtt is kísérletezett tejkrem készítésével, így nagy tapasztalatuk volt a golyósmalom használatáról. A golyósmalom szivattyúja könnyen leállt keverés közben. Ennek a hibának több oka is lehetett. Esetlegesen a szárazanyagok túlzottan gyors beadagolása, a nem megfelelő hőmérsékleti paraméterek beállítása, vagy legrosszabb esetben a szivattyú meghibásodása. Ezekből a hibákból tanulva, a tejkrem készítésekor először csak a zsiradékokat adagolom a malomhoz az őrlőgolyókkal együtt. Elindítottam a keverést, illetve a keringető szivattyút a gépen.

Mikor a zsiradékok már szépen egyenletesen keringtek a malomban, elkezdhettem a száraz alapanyagok lassú adagolását is, ezzel is segítve a gép működését. A hőmérsékletet 45°C-on tartottam a finomítóban, így a zsiradékoknak még folyékonyabb lett az állaguk, a tejporkok még képesek voltak tolerálni ezt a hőmérsékletet. Az előzetesen kimért cukrot összekevertem a tejporkkal és egy lapát segítségével a zsiradékok felszínére szórtam, miközben a malom keverése ment. Így figyelemmel tudtam kísérni milyen a krém pillanatnyi sűrűsége. Minél több száraz anyagot adtam hozzá annál több idő volt mire a krém ismét folyékonyabb halmazállapotot vett fel, és így alkalmassá vált a további keverék adagoláshoz.

Mikor a keverésem felénél jártam hozzá adtam a krémhez a lecitint is. Ez után hagytam a malmot fedővel a tetején járni, így is megkönnyítve számára a többi száraz alapanyag felvételét. A visszamaradó szárazanyagok adagolását csak akkor kezdtem el mikor krém viszkozitása már jelentősen vissza csökkent. A vanillint utoljára adtam a krémhez. Az alapanyagok beadagolása 30 percet vett igénybe. A keverés két órán át ment, mire egy olyan krémet kaptam, melynek kóstolásra megfelelő volt szájérzete. A helyiség hőmérsékletét 25°C-ra állítottam be. A cég által ezzel a berendezéssel használt krémekhez képest a krémek magasabb zsírtartalommal rendelkeztek.

4.2.2 Temperálás

Előkészületként több liter vizet tettünk be a hűtőbe, hogy a temperálás megkezdésekor már 10°C alatti hideg víz álljon a rendelkezésünkre, a későbbi hűtési folyamathoz. Célunk a megfelelő β kristályszerkezet kialakítása volt.

Első lépésben a temperáló gépet (5.ábra) kellett összeszerelni, majd a fűtés bekapcsolásával felmelegíteni a csokoládé kétharmad részét a tartályában. Ehhez étcsokoládé esetén 55,5°C-os hőmérsékletűre állítottam be a műszert, mivel a kívánt hőmérséklet 50°C volt. Tejcsokoládé esetén 53°C hőmérsékletre állítottuk a készüléket, a célhőmérséklet 45°C volt. A tejcsokoládé tejpor tartalma miatt volt szükséges az alacsonyabb hőmérséklet a temperálás során, mivel az emiatt érzékenyebb a hőmérsékletre. Bothőmérő segítségével folyamatosan ellenőriztem a csokoládé hőfokokat. Általánosságban azt figyeltem meg, hogy a beállított és a csokoládé valós hőfoka 5-10°C-kal tért el egymástól. A megfelelő hőfokok eléréséhez szintén fontos volt, hogy a csokoládét időről időre át kellett alaposan keverni, mivel a gép nem volt képes önmagában biztosítani a massa megfelelő cirkulációját. Enélkül a gép különböző pontjain, különböző hőmérsékleteket mérhettünk volna. Mikor elértük a kellő hőmérsékleteket, az olvadt csokoládé masszánkban már nem lehetett jelen kristály maradvány.

A kívánt csokoládéhőmérséklet elérését követően a csokoládé hűtése következett. A készülék tartályában lévő melegvizet a lehűtött, előre bekészített hideg vízre cseréltük. A temperált csokoládé pasztilla fennmaradt egyharmad részét összevágtam kisebb darabokra, majd a meleg csokoládéba kevertem, ezzel is elősegítve a hűtés folyamatát és megkezdve a kristályosítási folyamatot. Ezt követően visszahelyeztem a temperáló gépbe, a csokoládét tartalmazó tartályt és elindítottam a csokoládé keringtetését. Ekkor a készüléken beállított hőmérséklet mindkét fajta csokoládé esetében egyaránt 10°C volt. A hűtés során 25-27°C elérése volt a célunk. A hűtési folyamat közel 30 percet vett igénybe minden esetben. A megfelelő hőmérsékletek elérésével csokoládé masszánkban kialakultak a $\beta(V)$ és β' kristályok. Ezt követően ismételtelen melegíteni kezdtük a tartályt. Étcsokoládé esetében 30-32°C-ra melegítettük, ehhez a gépet 35°C-ra állítottuk, míg tejcsokoládé esetében a szükséges 28°C-os csokoládéhoz csupán 29°C-ra elegendő volt a temperálót beállítani. Ezzel az újra melegítési folyamattal elértük, hogy csokoládénkban már csak β kristályok legyenek jelen.

A temperálás ellenőrzéséhez egy tányérra vékony rétegben mintát vételeztünk. A jól temperált csokoládé felszínének a megszilárdulást követően fényesnek, állagnak roppanósnak kell lennie, a kéz melegétől nem olvashat könnyen. A sikeres temperálást követően erős nejlonzsákkal körbefedtük a csokoládét a temperálótartályban, késleltetve a csokoládé sűrűsödését és dermedését. Kis nyílást hagyva a viszkozitásméréshez könnyedén mintát tudtunk

venni. A betakarás ellenére csak lassítani tudtuk a sűrűsödést, ám ez az idő elegendő volt a mérésre. A csokoládék viszkozitását általában 40°C-on határozzák meg. Ezen esetben a csokoládékat azért volt fontos temperált állapotban mérni, mert gyártás közben az öntőgép temperált csokoládéval dolgozik. A One-Shot technológiával működő öntőgép csakis hasonló viszkozitású krémmel és csokoládéval képes megfelelően működni. Így a temperált csokoládé viszkozitásaira vagyunk kíváncsiak különböző hőfokokon nem az 40 °C-os csokoládééra.

5.ábra: Asztali temperáló berendezés (saját kép)



4.2.3 Viszkozitásmérés

A csokoládék és a krémekek mérését MCR 302 típusú oszcillációs reométerrel végeztük (Anton Paar, Graz, Németország). Még a mérés megkezdése előtt a PP50-es mérőfejre egy vízálló dörzspapírt ragasztottunk, ezzel is segítve a minták megfelelő tapadását. Ezt követően beállítottuk a kívánt mintavételezés hőmérsékletét. Mikor a gép fűthető része elérte a kívánt hőfokot egy sablon és egy kés segítségével eloszlattuk a műszer felszínén a mérendő terméket.

Fontos volt, hogy minden esetben azonos ideig kellett a krémet vagy csokoládét a műszer felszínén egyengetni, hogy azonos körülményeket biztosítsunk minden mérés előtt. Mikor a mintát megfelelő módon a gépbe töltöttük, indíthattuk a mérést. Maga a mérés három szakaszból állt: az előkeverési szakaszból, a folyásgörbe és a viszkozitási görbe felvételének szakaszaiból:

- **az első szakaszban** 30 másodperces hőmérséklet stabilizálását követően az adott hőmérsékleten 2 percig előkeverés zajlott 5 1/s nyírási sebességgel (γ),
- **a második szakaszban** a folyásgörbe felvétele történt 0-100 1/s nyírási sebességgel, melynek során 50 adatpontot rögzítettünk lineárisan csökkentve a mintavételi gyakoriságot 5 s-ról 1 s-ra,
- **a harmadik szakaszban** a viszkozitási görbe rögzítése történt, melynek során állandó 100 1/s nyírási sebesség mellett 3 s/adatpont gyakorisággal 50 adatpontot vettünk fel.

A kapott eredményekből a folyásgörbékről meghatároztuk az 50 1/s és 100 1/s nyírási sebességeknél a látszólagos viszkozitást. A viszkozitásgörbékből meghatároztuk az átlagos és végső viszkozitást, valamint a változás mértékét a mérés harmadik szakaszában.

Minden mérési hőmérsékleten három ismétléssel vettük fel a görbék adatsorait. A mérési tartomány 28-38°C közötti volt a tejsokorok esetében. A tejsokorok öntési hőmérséklet-tartománya 29-30°C, míg az étcsokorok esetében a tartomány 29,5-30,5°C közötti. A krémek viszkozitásának az ebben a hőfoktartományban elhelyezkedő csokorok viszkozitásához kell illeszkedniük. A tejsokorok maximum 38°C hőmérsékletűek lehetnek, hogy a csokorok még temperált tudjon maradni az öntés során. Így a kísérlet során 38°C-ról indulva, egyre alacsonyabb hőmérsékleten vettük fel a görbéket, ameddig a krémek viselkedése engedte. A 4. táblázatban látható zöld pipával jelölt hőmérsékleteken vettük fel a 3-3 ismétléssel a görbék adatsorait. A piros pipák a krémek viselkedése miatt meghiúsult méréseket jelölik.

4. táblázat: Minták sikeres mérési hőmérsékletei (Forrás: saját szerkesztés)

minták	38°C	37°C	36°C	35°C	34°C	33°C	32°C	31°C	30,5°	30°C	29,5°	29°C	28°C
tejsokorok										✓	✓	✓	
étcsokorok									✓	✓	✓		
„A” tejsokor	✓	✓	✓	✓	✓								
„B” tejsokor 0...100 1/s	✓	✓	✓	✓	✓								
0...50 1/s						✓	✓	✓		✓		✓	✓
„C” tejsokor 0...100 1/s	✓	✓											
0...50 1/s	✓	✓	✓	✓	✓	✓							

Zöld pipák: sikeres mérési hőmérséklet, piros pipa: bizonytalan vagy sikertelen mérési hőmérséklet

Ahogy a táblázat is mutatja, az „A” krém 35°C alatt már elkezdte kisodorni a krémet 100 1/s nyírási sebességnél. A „B” krém 34 °C-nál sodorta ki a krémet, ezért itt a folyásgörbe felvételénél a nyírási sebességet 1-50 1/s közöttire állítottuk, valamint 50 1/s sebességre a viszkozitásgörbe felvételénél. Így még 28 °C-on is meg tudtuk mérni krémet.

4.2.4 Érzékszervi bírálat

A tejsokorokat érzékszervi bírálatnak is alávettem. Ehhez egy kérdőívet állítottam össze melyek a krémek fizikai, optikai és érzékszervi tulajdonságait taglalták. Az érzékszervi minősítésen részt vevő 20 laikus bíráló egy skálán fejezhették ki véleményét, mely 10 cm hosszú volt. A skála bal oldala számított a nem kívánatos/ rossz oldalnak, ezt egy szomorú fejjel (☹️) jelöltem, míg a skála jobb oldala a kívánatos/ jó oldal volt, ezt egy mosolygós arccal jelöltem (😊). A bíráló lap elején egy sor kérdésnek kell megfelelnie a személynek, hogy

bírálatát figyelembe tudjam venni. Kizáró tényezőnek számított, ha a bírálat előtti 1 órában kávé, teát vagy dohány terméket fogyasztott. Ezek a termékek ugyanis befolyásolhatták az alany íz érzékelését és szaglását. Kizáró körülménynek számított bármilyen egészségügyi probléma, beleértve a laktóz, tejfehérje, adalék vagy más a krémekben előforduló alapanyagra vonatkozó ételallergia; a 3-4 napon belüli bármilyen megbetegedés, utóbbi eredményezheti az íz- és szagérzékelés tompulását.

A kérdések rákérdeztek a bíráló életkorára, nemére, csokoládé fogyasztási szokásaira, illetve, hogy az ét- vagy a tejszokoládét preferálja-e jobban. Az ét- vagy tejszokoládét részesíti előnyben kérdésből, következtethetünk, hogy mennyire kedveli az édes ízezt a bíráló, és ez alapján melyik tejszörmet kedveli egy édesebb szájú ember és melyiket egy kevésbé. Életkoruk alapján is érdekes lehet, hogy melyik korosztály milyen tulajdonságot részesít előnyben. Az utolsó kérdésként a bírálónak rangsorolnia kell a krémeket. Az is érdekes lehet, hogy a skála módszerekkel megadott válaszai alapján azonos lesz a bíráló rangsorolása.

Kiértékeléskor egy vonalzó segítségével határozom majd meg mire hány pontot kapott az adott krém. A krémek rangsorolását a skálával ellátott kérdések alapján határoztam meg. A kóstolás során minden krémem azonos, szobahőmérsékletű hőmérsékletű volt.

4.2.5 Statisztikai elemzés

Az oszcillációs reométerrel rögzített adatsorokból MS Excel 2019 szoftver segítségével elkészítettem a folyás- és viszkozitásgörbéket. A görbékéből kinyert paraméterek eredményeinek átlag- és szórásértékeiből szintén Excel segítségével oszlopdigramokat készítettem.

A reológiai paraméterek alapján varianciaanalízissel szignifikáns különbséget kerestem a tejszörmet és csokoládé eredményei között, normalitásvizsgálat és szórás-homogenitás vizsgálatot követően, post-hoc tesztként Tukey HSD vagy Dunnett T3 tesztet alkalmazva.

Az érzékszervi bírálatok eredményeiből Excel segítségével pókháló diagramot készítettem, így érzékeltetve a krémek közötti különbséget.

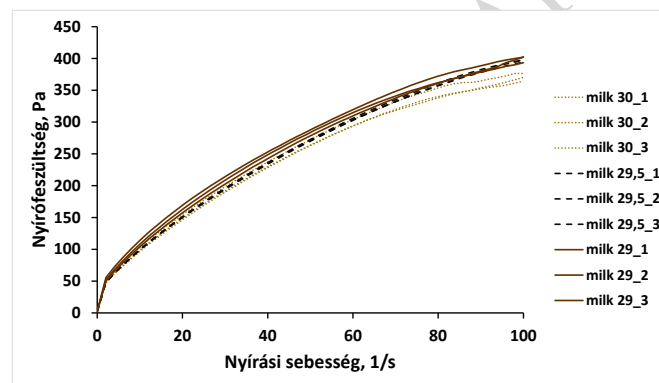
5 Eredmények és értékelésük

5.1 Tejsokoládé

A temperált tejsokoládét 29-29,5-30°C-os hőmérsékleteken mértük meg. Ennek oka, hogy az üzemben alapvetően gyártáshoz 29,5°C-os temperált csokoládét használunk. Ez az érték szükség esetén 0,5°C-kal csökkenthető vagy növelhető, ezért választottuk ezt a mérési tartományt.

A tejsokoládé *folyásgörbéit* (6.ábra) megfigyelve elmondható, hogy a különböző hőfokok nem különülnek el egymástól. A görbék szinte azonos végpontokat vettek fel 29°C és 29,5°C-on, míg 30°C-on már kissé alacsonyabb értékeket kaptunk. A görbék lefutása nagyon hasonló volt, észlelhető egy kis bizonytalanság már 70 1/s-tól kezdve, azonban ez nem számot tevő.

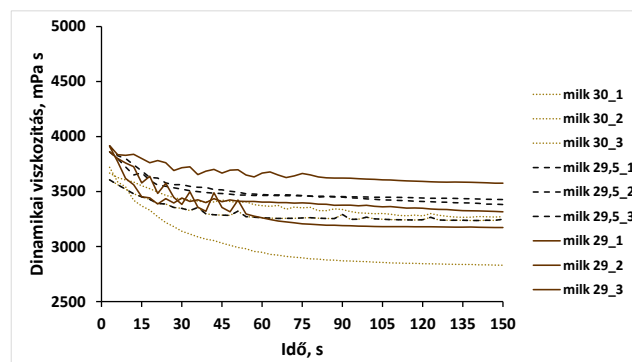
6.ábra: Tejsokoládé folyásgörbéje 0-100 1/s nyírási sebesség között, 29-29,5-30°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



Viszkozitásgörbéi (7.ábra) is igen hasonló a különböző hőfokokon. A 30°C-os tejsokoládé görbéi jelentős szórást mutatnak. Az idő elteltével a viszkozitása egyenletesen, kis mértékben csökken. Ez arra utal, hogy mintánk tixotróp, tehát nyírásra vékonyodó anyag.

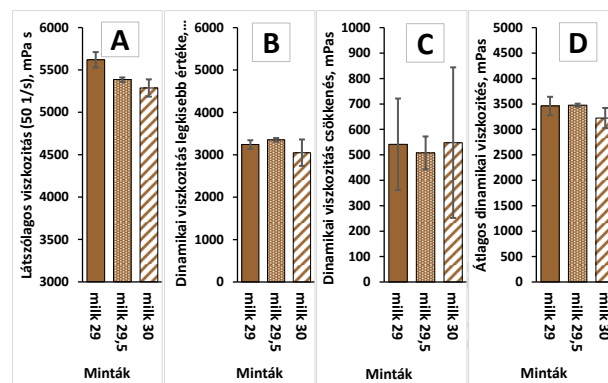
Tejsokoládénk viszkozitása 29-30°C között 2900-3600 mPas között helyezkedik el.

7.ábra: Tejsokoládé viszkozitásgörbéje 100 1/s nyírási sebesség esetén, 29-29,5-30°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



Az ábrák alapján megfigyelhető, hogy a 29,5°C-os tejsokoládé minták szórása a legkisebb, tehát a csokoládénk azon a hőfokon lehet a legstabilabb. A látszólagos viszkozitás (8/A ábra) esetén megfigyelhető, hogy a hőmérséklet növelésével a viszkozitásuk csökkent. Ezzel ellentétben a dinamikai viszkozitás diagrammok (8/B-D ábrák) esetében látható, hogy a különböző hőmérsékletű csokoládék hasonló értékeket vettek fel. A dinamikai viszkozitás csökkenése (8/C ábra) a 30°C-os tejsokoládé minta esetében nagy szórást mutatott. A mintánk átlagos dinamikai viszkozitása (8/D ábra) alapján 3000-3500 mPas közöttinek mondható.

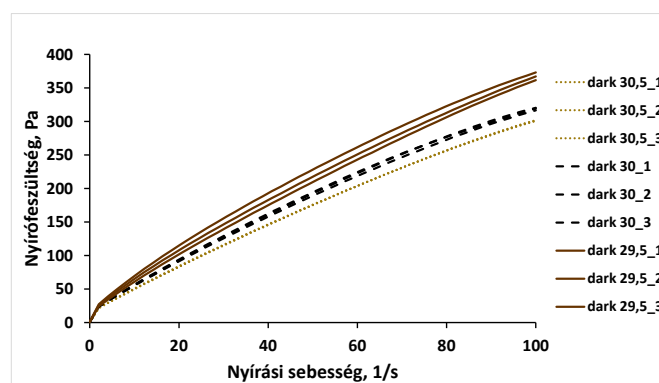
8.ábra: Tejsokoládé látszólagos viszkozitás (A), dinamikai viszkozitás a legkisebb értékre (B), dinamikai viszkozitás csökkenése (C), átlagos dinamikai viszkozitás (D) (Forrás: saját szerkesztés)



5.2 Étcsokoládé

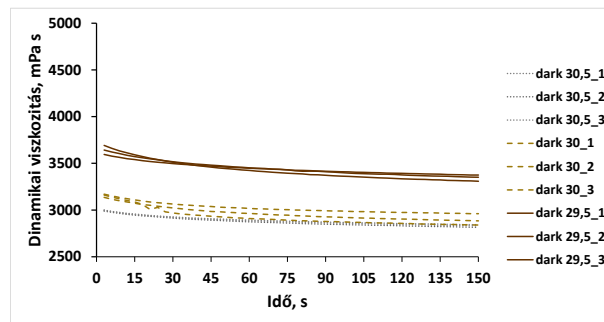
Az étcsokoládék mérési tartománya 29,5-30,5°C közötti volt. A tejsokoládéhoz hasonlóan a felhasználási hőmérséklettől $\pm 0,5^\circ\text{C}$ -kal térünk el méréseink során. A különböző hőmérsékleteken a **folyásgörbék** (9.ábra) jól elkülönülnek egymástól, az azonos hőmérsékleten mért ismétlések kis szórást mutatnak. Habár a folyásgörbék meredekségében a különböző hőfokokon eltérés látszik, a dolgozat részét nem képezte a kapott folyásgörbék modellezése. Ezt a jövőben tervezzük vizsgálni, mivel a viselkedést leíró modell paraméterei eltérhetnének az egyes hőmérsékleteken.

9.ábra: Étcsokoládé folyásgörbéje 0-100 1/s nyírási sebesség között, 29,5-30-30,5°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



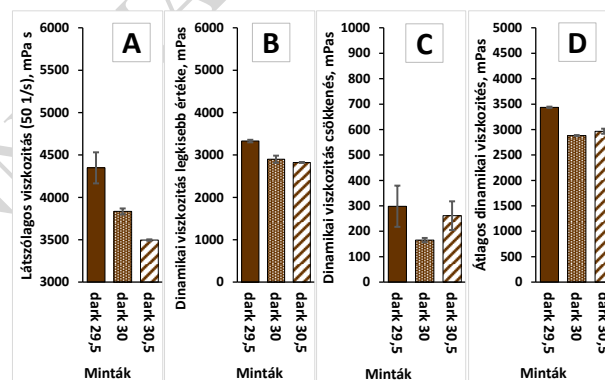
Az étcsokoládé **viszkozitásgörbéi** (10.ábra) alapján itt is megállapítható, hogy tixotróp anyaggal van dolgunk, nem-newtoni anyag az étcsokoládé minta. Ez esetben is a 29,5°C-os csokoládé különült el leginkább a másik két hőfoktól. Viszkozitása szinte azonos a mintának 30 és 30,5°C-on. Étcsokoládénk viszkozitása a 2500 és 4000 mPas közé esik a különböző hőfokokon. Viszkozitása némileg kisebb a tejsokoládénál.

10.ábra: Étcsokoládé viszkozitási görbéje 100 1/s nyírási sebesség esetén, 29,5-30-30,5°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



Az étcsokoládé minták szórása jelentősen kisebb az tejsokoládé mintákénál, tehát étcsokoládénk viszkozitása stabilabb. A látszólagos dinamikai viszkozitás 50 1/s nyírási sebesség mellett (11/A ábra) szignifikánsan elkülönülnek a különböző hőmérsékleten mért étcsokoládé minták. A viszkozitás görbékről nyert paraméterek (11/B-D ábrák) esetében megfigyelhető, hogy a 30°C-on mért minták a legstabilabbak, a legkisebb a szórásuk.

11.ábra: Étcsokoládé látszólagos viszkozitás (A), dinamikai viszkozitás a legkisebb értékre (B), dinamikai viszkozitás csökkenése (C), átlagos dinamikai viszkozitás (D) (Forrás: saját szerkesztés)



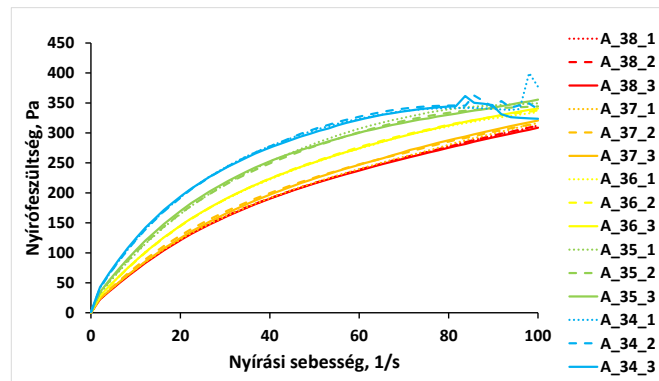
A tej- és étcsokoládé esetében elmondható, hogy az üzemben a választott felhasználási hőmérsékletükön mutatták a legkisebb szórást mind a folyás-, mind pedig a viszkozitásgörbéken meghatározott paramétereik esetében. Ezek alapján a megfelelő felhasználási hőmérséklet az új termék esetében tejsokoládénál 29,5°C, míg étcsokoládénál 30°C lenne.

5.3 „A” krém

Az „A” krém mérését 38°C-on indítottam, és egészen 35°C-ig voltam képes értékelhető méréseket végezni rajta a reométerrel 100 1/s nyírási sebesség esetén. 35°C-nál már észlelhető

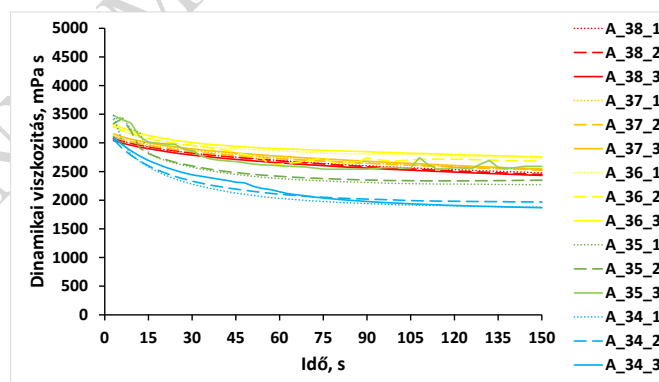
egy kis eltérés a görbe végén, de még nem számottevő. 34°C-on már jól megfigyelhető a görbe bizonytalansága, 80 1/s nyírási sebességtől kezdve. Így 100 1/s sebesség mellett kijelenthető, hogy a 34°C-on már nem megfelelő a krém viselkedése a **folyásgörbe** (12.ábra) alapján.

12.ábra: „A” krém folyásgörbéi 0-100 1/s nyírási sebesség között, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



A **viszkozitásgörbén** (13.ábra) is látható, hogy a krémünk viszkozitása, mennyire hullámzó 34°C és 35°C-on. A 35°C-os krém viszkozitása feltűnően instabil a többihez képest. Így a görbék alapján is kételyeket fogalmazhatunk meg az „A” krémmel kapcsolatban 34 és 35°C-on. „A” krém viszkozitásgörbéje szintén tixotrópiára utal. A kezdeti viszkozitási pontok 3000-3500 mPas közé esnek, míg a végpontok 1900-2750 mPas közé. „A” krémet fenntartásokkal kezelném a One-Shot technológiával való gyártás során 34-35°C-on.

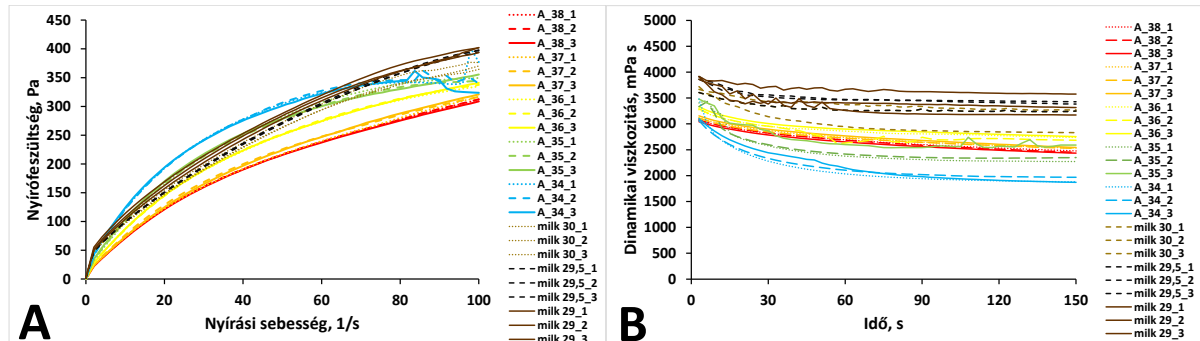
13.ábra: „A” krém viszkozitásgörbéi 100 1/s nyírási sebesség mellett, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



Összehasonlítva az „A” krémet a tej- és étcsokoládé viszkozitásértékeivel, megállapítottam, hogy a **folyásgörbék** (14/A ábra) mind pszeudoplasztikus viselkedést mutattak, ám a tejsokoládénál a görbék meredekebbek voltak. A görbék kezdeti szakaszában a 36°C-os krém látszólagos viszkozitás értékei hasonlítottak legjobban a tejsokoládééhoz. A 14/B. ábrán látható viszkozitásgörbéket összehasonlítva azonban az látható, hogy az „A” krém

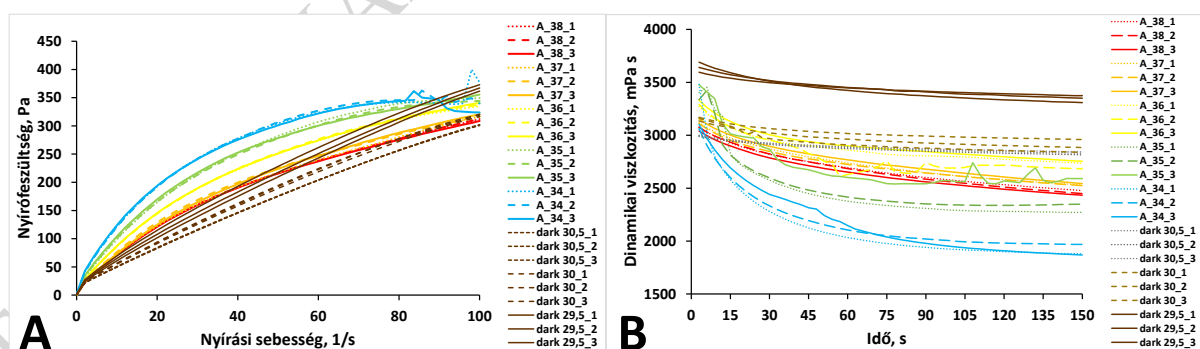
egyik hőmérsékleten sem éri el a tejsokoládé dinamikai viszkozitását. A magasabb hőmérsékleten mért krémek is csak közelítik azt.

14. ábra: Az „A” krém és tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



Amikor az „A” krémet az étcsokoládéval összehasonlítva láthatjuk, hogy a folyásgörbék rendre magasabb nyírófeszültség értékekkel futnak le (15/A ábra) és az étcsokoládé görbéi más meredekségváltozást mutatnak a mérési tartományban. A maximális 100 1/s nyírási sebességnél azonban a 37 és 38°C-os krémek és a 30°C-os étcsokoládé látszólagos viszkozitás értékei közel azonosak. A 15/B ábrán látható viszkozitásgörbék esetében megfigyelhető, hogy habár a 37-38°C-os krémek kezdeti dinamikai viszkozitása hasonlít a 30°C-os étcsokoládéhoz, mégis nagyobb ütemben csökken a viszkozitásuk az idő múlásával. Ezzel szemben a 36°C-on mért „A” krém egy kezdeti markánsabb csökkenést követően hasonló ütemű és értékű viszkozitásváltozást mutatott.

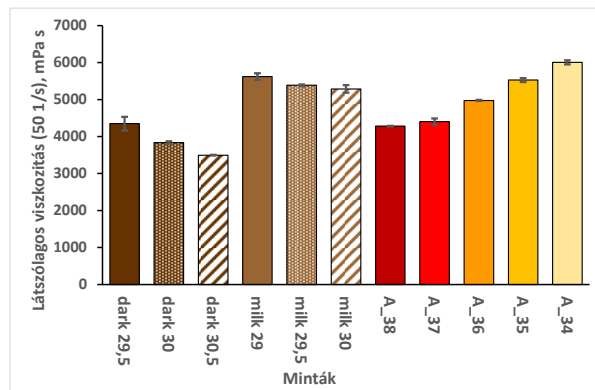
15. ábra: Az „A” krém és étcsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



A következő ábrákon a folyás- és viszkozitásgörbékről meghatározott paraméterek eredményeit szeretném bemutatni.

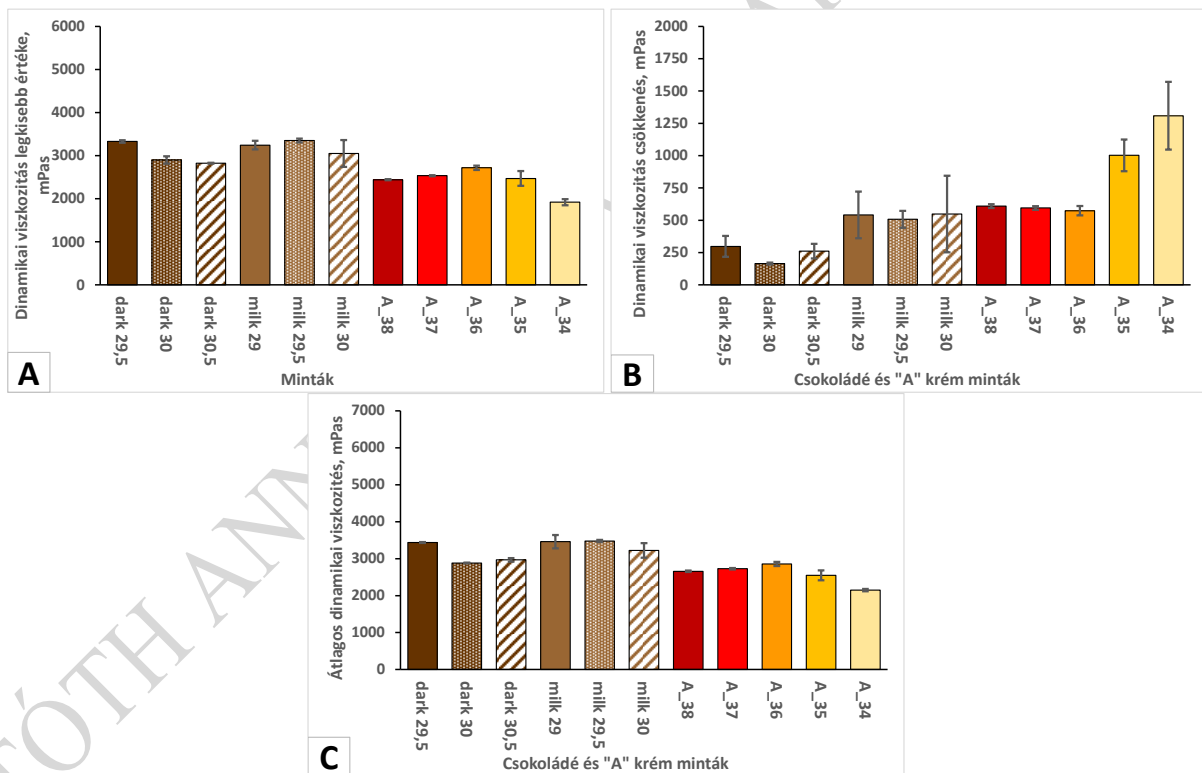
A 16. ábra a látszólagos viszkozitás eredményeit mutatja be. Az „A” krémek látszólagos viszkozitás értéke a hőmérséklet csökkenésével arányosan növekedtek 50 1/s nyírási sebességnél. ez a tendencia a csokoládéknál is megfigyelhető.

16. ábra: Csokoládé és „A” minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)



A 17. ábrán a kétféle csokoládé és az „A” krém viszkozitásgörbéiről meghatározott legkisebb dinamikai viszkozitás (17/A), a dinamikai viszkozitás csökkenés (17/B) és az átlagos dinamikai viszkozitás (17/C) eredményei láthatóak.

17. ábra: Csokoládé és „A” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) átlagos dinamikai viszkozitása (C) (Forrás: saját szerkesztés)



A 17/A ábrán látható, hogy a legkisebb viszkozitás értékek nem mutatnak a hőmérséklet alapján sorrendet. Ez az érték minden esetben az utolsó felvett pontja a viszkozitásgörbének, ami alapján legközelebb a 36°C-os krém és az étcsokoládé került egymáshoz. A 17/B ábra alapján a viszkozitás csökkenése a krémeknél a hőmérséklet csökkenésével arányosan növekedett és a szórás is nőtt. Ezen az ábrán jelenik meg a 34°C és 35°C problémája, mivel itt

a minták az idő múlásával egyre jobban kisodródtak a mérőfej alól. Ez okozta a nagy csökkenést, ami szignifikánsa a 36-38°C-on mért mintákhoz képest. kis szórást mutat minden esetben, azonban a csokoládéknál nagyobb az időfüggő csökkenés. A 17/C ábrán az átlagos dinamikai viszkozitás a 34-35°C-os krémeknél alacsonyabb, holott a logika alapján magasabbnak kellene lenniük, ezt a kisodródott krém okozta. ez alapján elmondható, hogy a 34-35°C-on már nem használható az „A” krém. Az átlagos dinamikai viszkozításokat összehasonlítva a tejszokoládé értékei kissé magasabbak az étcsokoládéhoz képest, de a krémeké még ennél is alacsonyabb.

Megvizsgáltam ANOVA teszttel az egyes paramétereket, ennek eredményeit az 5-6. táblázatokban szeretném bemutatni. A táblázatokban sárgával jelöltem azokat az eredményeket, ahol a csokoládé és a krém között adott hőmérséklet-kombinációban nincsen szignifikáns különbség. Ezek alapján az ilyen eredményeket érdemes a későbbiekben jobban megvizsgálni. Az 5. táblázatban a látszólagos viszkozitás eredményei láthatóak, míg a 6. táblázatban a viszkozitásgörbékről meghatározott dinamikai viszkozitás értékek: a legkisebb érték (6/A táblázat), a viszkozitás csökkenése (6/B táblázat) és az átlagos dinamikai viszkozitás (6/C táblázat).

5. táblázat A csokoládék és „A” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	A_38	A_37	A_36	A_35	A_34
dark 29,5	-										
dark 30	-	-									
dark 30,5	-	+	-								
milk 29	+	+	+	-							
milk 29,5	+	+	+	-	-						
milk 30	+	+	+	-	-	-					
A_38	-	+	+	+	+	+	-				
A_37	-	+	+	+	+	+	-	-			
A_36	-	+	+	+	+	+	-	-	-		
A_35	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	
A_34	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-

6. táblázat A csokoládék és „A” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

A	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	A_38	A_37	A_36	A_35	A_34
dark 29,5	-										
dark 30	+	-									
dark 30,5	+	-	-								
milk 29	-	-	-	-							
milk 29,5	-	+	+	-	-						
milk 30	-	-	-	-	-	-					
A_38	+	+	+	-	-	-	-				
A_37	+	+	+	-	-	-	-	-			
A_36	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
A_35	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	
A_34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

B	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	A_38	A_37	A_36	A_35	A_34
dark 29,5	-										
dark 30	-	-									
dark 30,5	-	-	-								
milk 29	-	-	-	-							
milk 29,5	-	-	-	-	-						
milk 30	-	-	-	-	-	-					
A_38	-	+	+	+	+	+	-				
A_37	-	+	+	+	+	+	-	-			
A_36	-	+	+	+	+	+	-	-	-		
A_35	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	
A_34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	A_38	A_37	A_36	A_35	A_34
dark 29,5	-										
dark 30	+	-									
dark 30,5	+	-	-								
milk 29	-	-	-	-							
milk 29,5	-	+	+	-	-						
milk 30	-	-	-	-	-	-					
A_38	+	+	+	-	-	-	-				
A_37	+	+	+	-	-	-	-	-			
A_36	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
A_35	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	
A_34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Hogy átláthatóbbak legyenek az eredmények, ezért a 7. táblázatban összesítettem a fenti táblázatokban sárgával jelölt kapcsolatokat. A 30°C-on mért tejszokoládé a négy viszkozitás

paraméter alapján a 35°C és 36°C-os „A” krémtől nem különbözik szignifikánsan, ha a 29°C-os tejsokoládéval hasonlítom össze, akkor a látszólagos viszkozitástól eltekintve, a 36°C-os krém nem különült el szignifikánsan. Az étcsokoládé esetében nem találtam olyan hőmérsékletű krémet, ami egyértelműen alkalmas lehetne a töltési technológiához, de a 36°C-os krémet érdemes lenne tovább vizsgálni mindkét csokoládé esetében.

7.táblázat: Az „A” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)

	látszólagos viszkozitás	legkisebb dinamikai viszkozitás	dinamikai viszkozitás csökkenés	átlagos dinamikai viszkozitás
dark 29,5	A34, A36, A37; A38		A34, A36, A37, A38	
dark 30				A35, A36
dark 30,5			A34, A37	A35, A36, A37
milk 29	A34, A35	A35, A36, A37	A34, A35, A36, A37, A38	A36, A37, A38
milk 29,5	A35		A34, A35, A36, A37, A38	
milk 30	A35, A36	A34, A35, A36, A37, A38	A34, A35, A36, A37, A38	A34, A35, A36, A37, A38

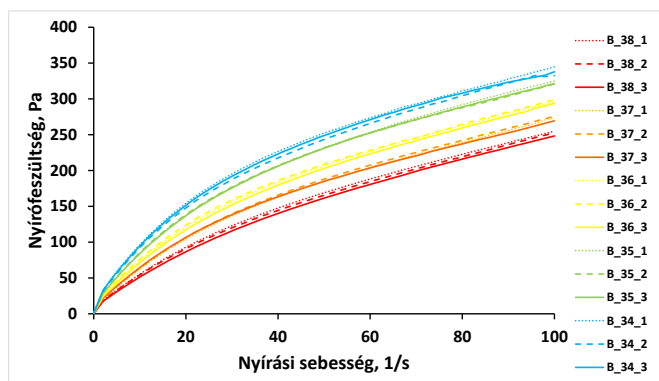
Az „A” krém eredményei alapján összességében elmondható, hogy a 34-35°C-on mért krémek viselkedése eltér a magasabb hőmérsékleten mért krémekétől, mivel a választott nyírási sebességen a mérőfej alól kisodródik a krém. Emellett a 36°C-on mért krém viselkedése alapján alkalmas a további vizsgálatra. A receptúra finomításával talán a 30°C-os tejsokoládé mellett akár az étcsokoládéval történő együttes töltésre is alkalmas lehetne.

5.4 „B” krém

A „B” krém sovány tejporból készült, a zsírtartalma a teljes tejporos mintával megegyező zsírtartalmúra lett kiegészítve további zsiradék hozzáadásával. Így ennek a krémnek volt leglágabb az állaga.

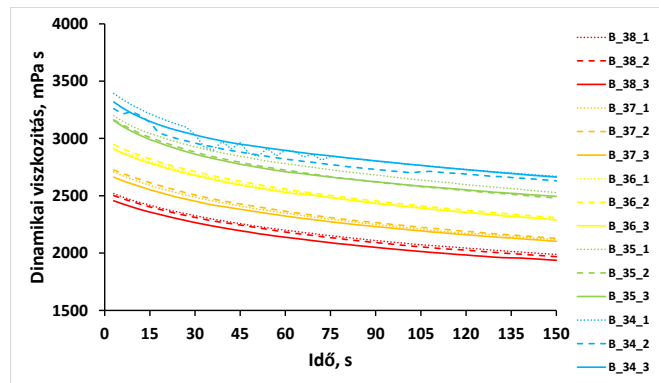
A 18. ábrán látható *folyásgörbék* egyenletesek, jól elhatárolódnak egymástól a különböző hőmérsékletű görbék, bár a 34°C-os mintáknál látható némi ingadozás a magasabb nyírási sebesség tartományban.

18. ábra: „B” krém folyásgörbéi 0-100 1/s-os nyírási sebesség között, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



A **viszkozitásgörbék** (19. ábra) esetén is itt megfigyelhető, hogy állandó nyírési sebesség mellett a viszkozitás csökken, tehát ez is egy tixotróp anyag. Emellett a hőmérsékletek jól elkülönülnek, és a 34°C-os krémeknél nagyobb a viszkozitás ingadozása.

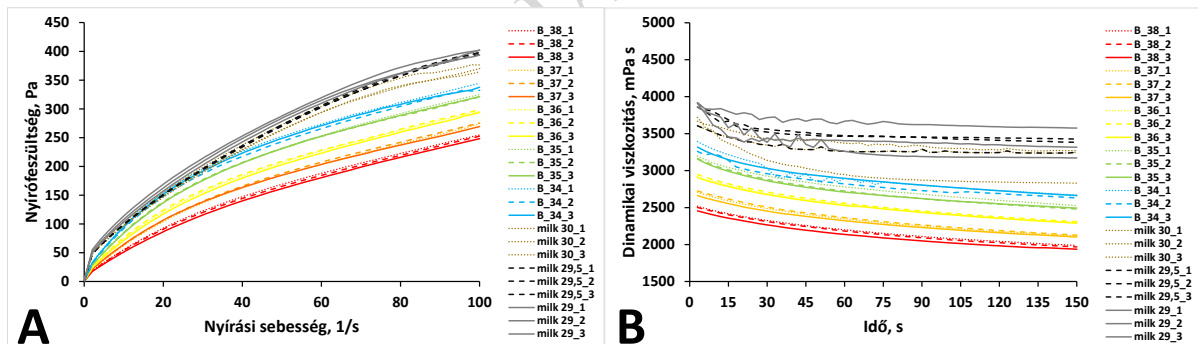
19. ábra: A „B” krém viszkozitás görbéi 100 1/ss nyírési sebesség mellett, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



A „B” krém és a tejsokoládé folyásgörbéit összehasonlítva (20. ábra) elkülönülnek egymástól. Végpontjaik egymáshoz közeli, de elkülönülő tartományt vesznek fel.

Viszkozitás görbéik sémája hasonló, azonban a krém viszkozitása alacsonyabb minden hőmérsékleten, mint a tejsokoládé.

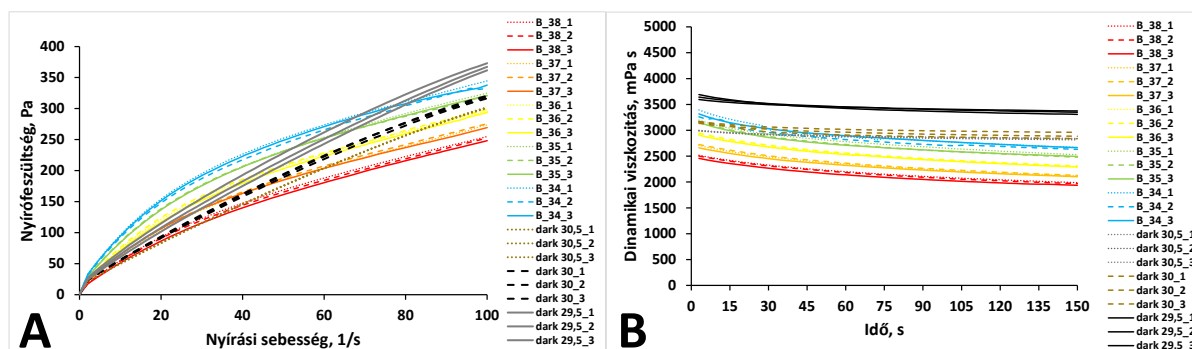
20. ábra: A „B” krém és tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



A „B” krém az étcsokoládéval sokkal összeegyeztethetőbb. Folyásgörbéik (21/A ábra) formája más, ugyanakkor végpontjaik közel helyezkednek el egymáshoz. Megállapítható az is, hogy a 30°C és 30,5°C-os étcsokoládék, a 34°C, 35°C, 36°C-os krémekkel illenek össze a folyásgörbéik alapján.

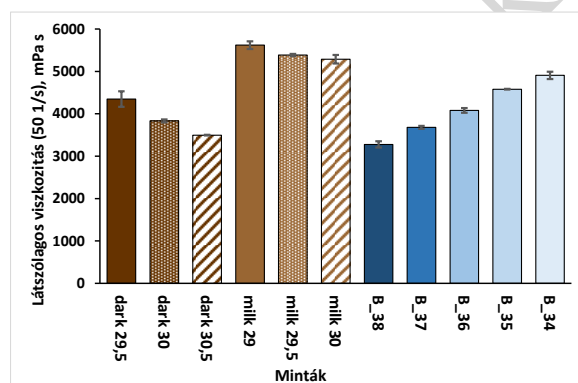
A viszkozitás görbék (21/B ábra) alapján, látszik, hogy a 29,5°C-os étcsokoládé viszkozitása jóval magasabb a többinél. A 30,5 °C-os csokoládé és a 34°C-os krém görbéi állnak egymáshoz legközelebb. A „B” krém és a csokoládé görbéinek lefutása közel hasonló.

21. ábra: A „B” krém és étcsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



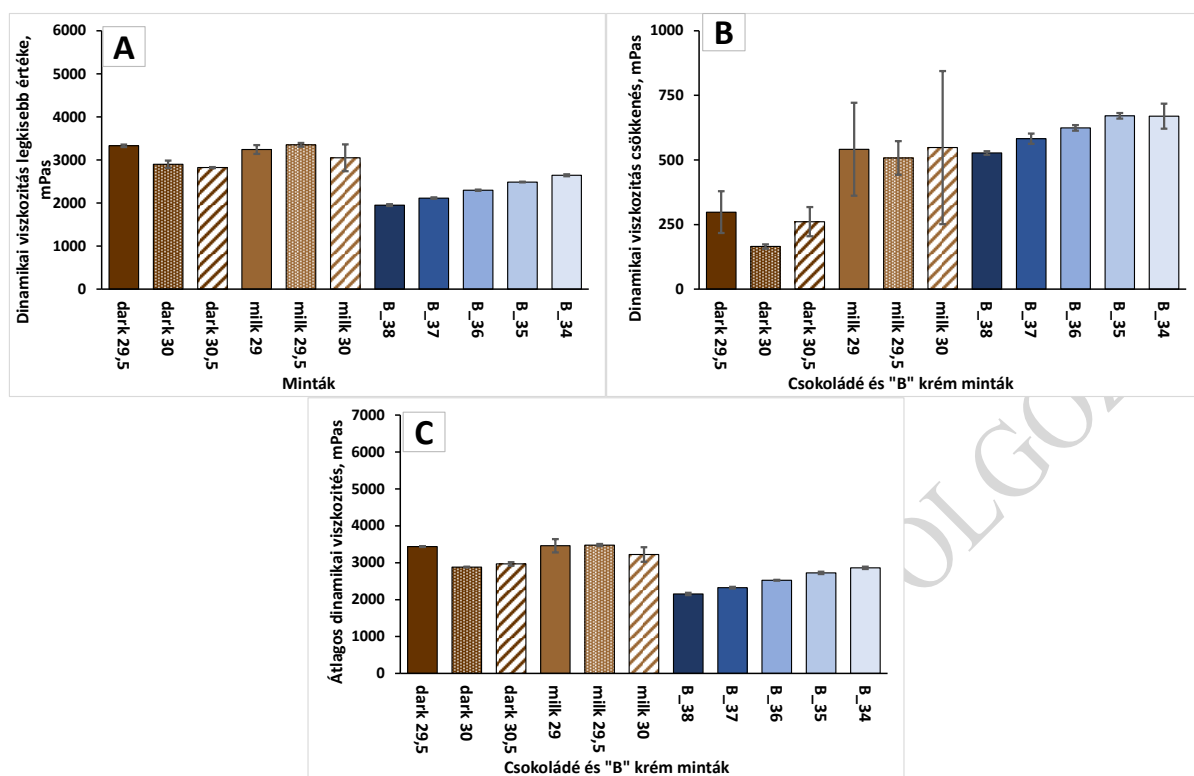
Megvizsgáltuk a görbéről meghatározott paramétereket is, a 22. ábrán a látszólagos viszkozitás eredménye látható 50 1/s nyírási sebességnél. A „B” krém értékei a 30,5°C-os étcsokoládé és a 30°C-os tejszokoládé értékei között helyezkednek el. A krémek látszólagos viszkozitás értéke kis szórást mutatott és értéke a hőmérséklet csökkenésével nőtt.

22. ábra: A csokoládék és a „B” minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)



A viszkozitásgörbék paraméterei a 23. ábrán láthatóak. A dinamikai viszkozitás utolsó értéke (23/A. ábra) szerint a csokoládék magasabb értékeket mutattak, a „B” krém értékei a hőmérséklet csökkentésével nőttek. A 23/B ábra szerint a dinamikai viszkozitás csökkenése a krémeknél kisebb szórást mutatott, ám nagyobb mértékű volt a csokoládékhoz képest. A tejszokoládék azonban a nagy szórás miatt is, de a magasabb krémhőmérsékletekkel hasonló értékeket mutattak. Ezzel szemben az étcsokoládé értékei kisebbek voltak a legmagasabb krémhőmérsékletű mintáénál is. Az átlagos dinamikai viszkozitást figyelembe véve (23/C ábra) a krémek alacsonyabb értékeket és kisebb szórást mutattak a csokoládékhoz képest.

23.ábra: A csokoládék és „B” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) és átlagos dinamikai viszkozitása (C) (Forrás: saját szerkesztés)



Az egyes paraméterekre a „B” krém esetén is megnéztem ANOVA teszttel, hogy melyik csokoládé-krém párosnál nincs szignifikáns különbség. Az 8. táblázat a látszólagos viszkozitás eredményeit, a 9. táblázat a viszkozitásgörbékről meghatározott értékeket mutatja be.

8. táblázat A csokoládék és „B” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	B_38	B_37	B_36	B_35	B_34
dark 29,5	-										
dark 30	-	-									
dark 30,5	-	-	+								
milk 29	+	+	+	-							
milk 29,5	+	+	+	-	-						
milk 30	+	+	+	-	-	-					
B_38	+	+	+	-	-	-	-				
B_37	-	-	+	+	+	+	+	-			
B_36	-	-	+	+	+	+	+	+	-		
B_35	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
B_34	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

9. táblázat A csokoládék és „B” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

A		B		C							
	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	B_38	B_37	B_36	B_35	B_34
dark 29,5	-										
dark 30	+	-									
dark 30,5	+	-	-								
milk 29	-	-	-	-							
milk 29,5	-	+	+	-	-						
milk 30	-	+	+	-	-	-					
B_38	+	+	+	+	+	-	-				
B_37	+	+	+	+	+	+	+	-			
B_36	+	+	+	+	+	+	+	+	-		
B_35	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
B_34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Hogy átláthatóbbak legyenek az eredmények, ezért a 10. táblázatban összesítettem a fenti táblázatokban sárgával jelölt kapcsolatokat. A 30°C-on mért tejsokoládé a négy viszkozitás paraméter alapján a 34°C-os „B” krémtől nem különbözik szignifikánsan, ha a 29°C-os tejsokoládéval hasonlítom össze, akkor a látszólagos viszkozitástól eltekintve, szintén a 34°C-os krém nem különült el szignifikánsan. Az étcsokoládé esetében nem találtam olyan hőmérsékletű krémet, ami alkalmas lehetne a töltési technológiához, csak a 30,5°C-os étcsokoládénál nincs szignifikáns különbség az átlagos dinamikai viszkozításban a 34°C-os krémmel. Természetesen a kapott eredmények itt is csak arról adnak információt, hogy melyik hőmérsékletű mintákat kellene jobban megvizsgálni, konkrét ajánlást nem tudunk megfogalmazni.

10.táblázat: „B” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)

	<i>látszólagos viszkozitás</i>	<i>legkisebb dinamikai viszkozitás</i>	<i>dinamikai viszkozitás csökkenés</i>	<i>átlagos dinamikai viszkozitás</i>
<i>dark 29,5</i>	B34, B35, B36, B37		B34, B35, B36, B37, B38	
<i>dark 30</i>	B36, B37	B34		B34, B35
<i>dark 30,5</i>	B37, B38		B38	B34
<i>milk 29</i>		B34, B35, B36, B37	B34, B35, B36, B37, B38	B34, B35, B36, B37
<i>milk 29,5</i>	B34		B34, B35, B36, B37, B38	
<i>milk 30</i>	B34	B34, B35, B36, B37, B38	B34, B35, B36, B37, B38	B34, B35, B36, B37, B38

A „B” krémről összességében elmondható, hogy a hőmérséklet csökkenésével arányosan nőttek a viszkozitás paraméterek, és csupán a 34°C-os krém közelített legjobban a csokoládék viszkozitás értékeihez. A 34°C-on mért krémet érdemes lenne tovább vizsgálni.

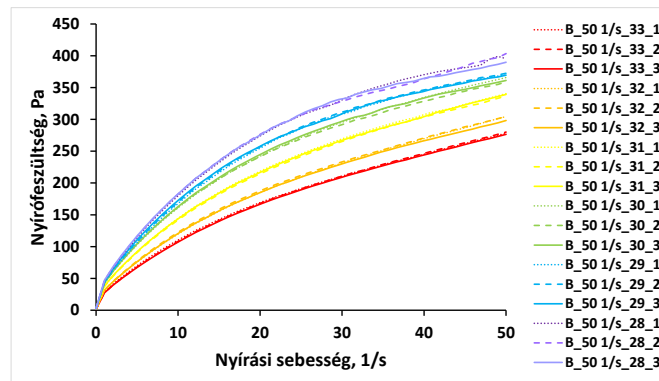
„B1” mérés

A „B” krém esetén 100 1/s nyírási sebesség esetén csak 34 °C-ig tudtam adatokat rögzíteni. Ennél alacsonyabb hőfokon a krém elkezdett kikotródni a mérőműszer feje köré. Emiatt lecsökkentettük a nyírási sebességet 50 1/s-ra, hogy tovább tudjak mérni. Így végül egészen 28°C-ig képes volt a berendezés értékelhető adatokat felvenni, bár a 28-29°C-on mért minták esetében már a krém sűrűsége miatt nagy volt az adatok szórása. Az 50 1/s mellett felvett „B” krém adatait B1-nek neveztem el.

A „B1” *folyásgörbék* jól elkülönülnek egymástól. 28°C-nál már bizonytalanság figyelhető meg 20 1/s-tól kezdve így azt a görbét elutasítom ezen ábra alapján. A 29 és 30 °C-os görbénél is megfigyelhető egy kis határozatlanság, azonban nem számottevő. A krém 31°C-on vagy afelett mondható teljesen stabilnak. A kezdeti viszkozitási pontok 5500-8000 mPas közé esnek, a végpontok pedig 4100-5500 mPas közé, 50 1/s nyírási sebesség esetén, 33-28°C

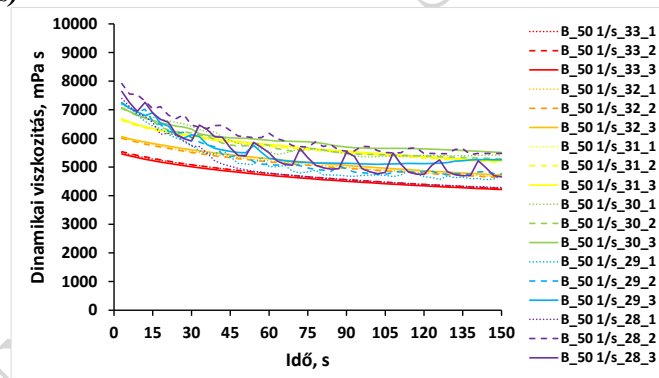
között. „B” krémemet 30°C alatt már nem ajánlanám a szakdolgozatomban taglalt töltési technológiához, mivel a krémek viszkozitása már instabil. 30°C-on is fenntartásokkal kezelném a krémemet, a gyártás során (24. ábra).

24. ábra: „B” krém folyásgörbe 0-50 1/s nyírási sebesség között („B1” krém), 28-29-30-31-32-33°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



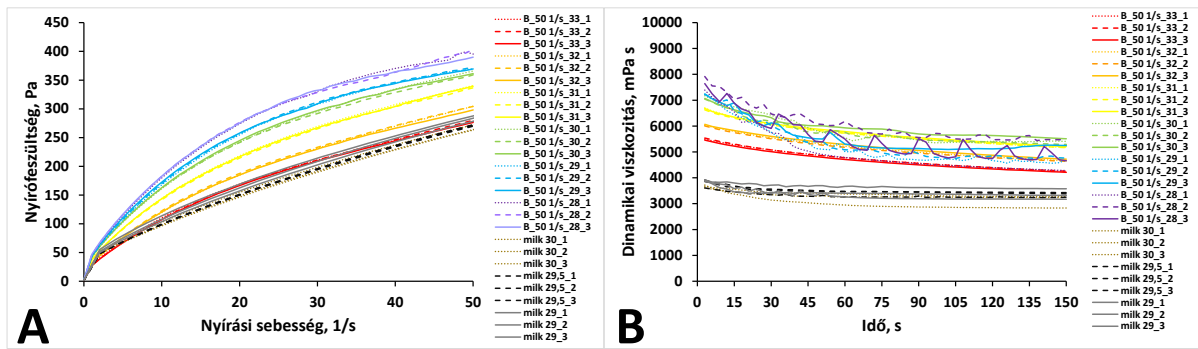
A viszkozitásgörbén (25. ábra) már sokkal kirívóbb a 28-29-30°C-on a krém ingadozása, így azokat a hőfokokat ezen ábra alapján is elutasítom.

25. ábra: „B” krém viszkozitás görbéje 50 1/s-os nyírási sebesség esetén („B1” krém), 28-33°C között (Forrás: saját szerkesztés)



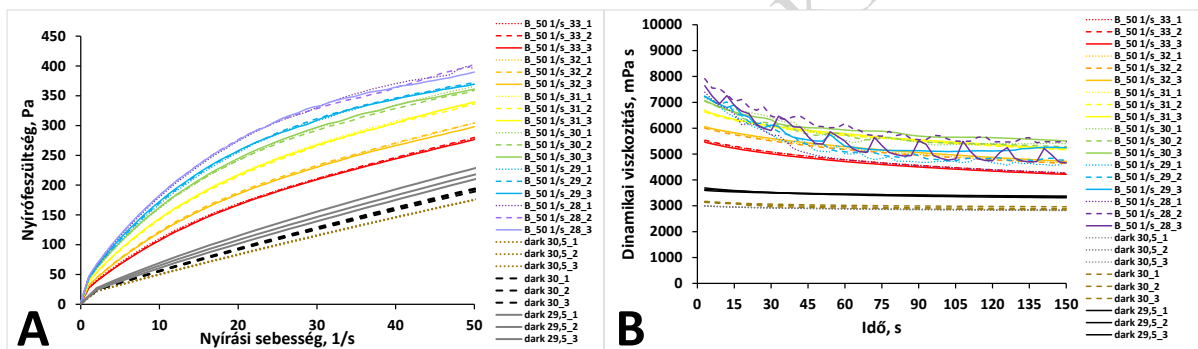
A „B1” krémet a tejsokoládé eredményeihez hasonlítva egyértelművé válik, hogy habár krémem folyásgörbéje alapján kompatibilisnek látszódhat, viszkozitás görbéik alapján ezek a hőfokok, túl alacsonynak, így a krém viszkozitása túl magas a temperált tejsokoládé mintához. Így a „B” kémet 33°C-nál magasabb hőfokon ajánlanám.

26. ábra: „B1” krém és tejszokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



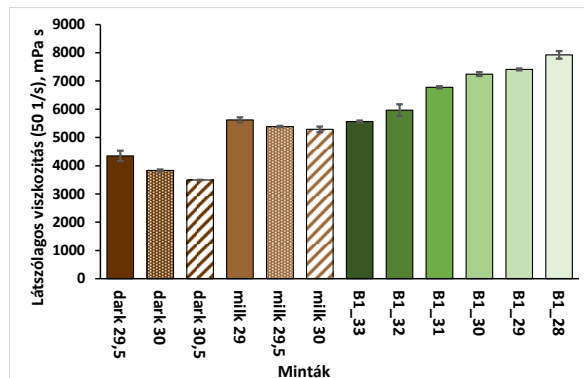
A „B1” mintát hasonlítva az étcsokoládé eredményeihez (27. ábra) még kevésbé felel meg a görbék alapján, a gyártási technológiához. Ezen görbék is egyértelműen azt mutatják, hogy ezek a hőfokok nem megfelelőek. Görbéik lefolyása sem hasonló, és az értékek sem, amiket felvesznek.

27. ábra: „B1” és krém étcsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



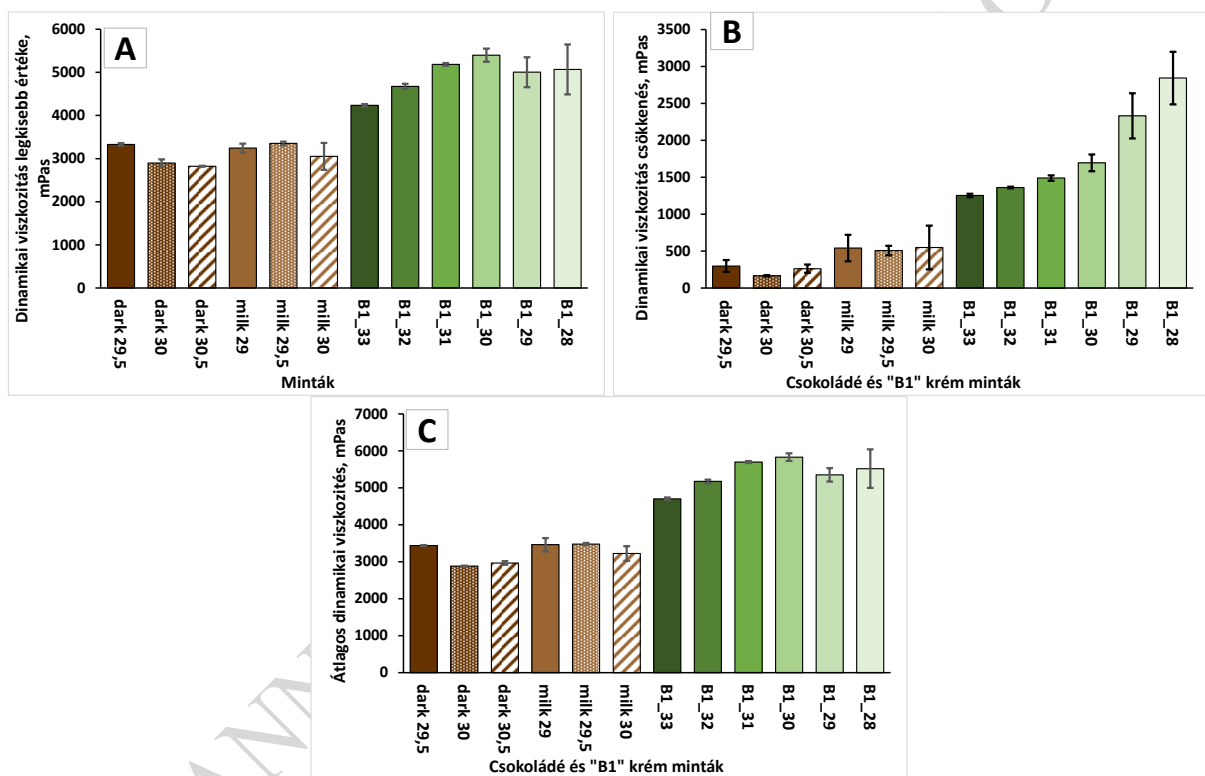
A látszólagos viszkozitás (28. ábra) értékek kapcsán megfigyelhető, hogy értékük nő a hőmérséklet csökkenésével, és magasabb értéket mutatnak a csokoládénál.

28. ábra: A csokoládék és a „B1” krém minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)



A legkisebb dinamikai viszkozitás értékeket nézve a csokoládék alacsonyabb értékeket mutattak (29/A ábra), mint a krémek. Emellett látszik a 28-29°C-on az értékek visszaesése és a szórás növekedése. A dinamikai viszkozitás csökkenése (29/B ábra) nagyobb a csokoládékénál, emellett a különböző krémhőmérsékleteken megállapított értékek szignifikánsan elkülönültek egymástól, amit az ANOVA eredmény is megerősített. Az átlagos dinamikai viszkozitás (29/C ábra) természetesen a hőmérséklet csökkenésével növekedést mutat a krémeknél, ezzel együtt azonban a két legalacsonyabb hőmérsékleten a szórás is magasabb. ezzel együtt az összes hőmérsékleten magasabb értéket mutattak a csokoládékénál.

29.ábra: A csokoládék és „B1” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) dinamikai viszkozitás csökkenése (C) (Forrás: saját szerkesztés)



Az ANOVA eredményeket 11. és 12. táblázatokban jelenítettem meg.

11. táblázat A csokoládék és „B1” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	mlk 29	mlk 29,5	mlk 30	B1_33	B1_32	B1_31	B1_30	B1_29	B1_28
dark 29,5												
dark 30	+											
dark 30,5	-	+										
mlk 29	+	+										
mlk 29,5	-	+	+									
mlk 30	+	+	+	-								
B1_33	+	+	+	+	-							
B1_32	+	+	+	+	+	-						
B1_31	+	+	+	+	+	+	-					
B1_30	+	+	+	+	+	+	+	-				
B1_29	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
B1_28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		

12. táblázat A csokoládék és „B1” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozítás – A; dinamikai viszkozítás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozítás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

A										B										C																
dark 29,5	dark 30	dark 30,5	mlk 29	mlk 29,5	mlk 30	B1_33	B1_32	B1_31	B1_30	B1_29	B1_28	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	mlk 29	mlk 29,5	mlk 30	B1_33	B1_32	B1_31	B1_30	B1_29	B1_28	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	mlk 29	mlk 29,5	mlk 30	B1_33	B1_32	B1_31	B1_30	B1_29	B1_28	
dark 29,5												dark 29,5												dark 29,5												
dark 30	+											dark 30	-											dark 30	+											
dark 30,5	+	-										dark 30,5	-	-										dark 30,5	+	-										
mlk 29	-	-	-									mlk 29	-	-	-									mlk 29	-	-	-									
mlk 29,5	-	+	+	-								mlk 29,5	-	-	-	-								mlk 29,5	-	+	+	-								
mlk 30	-	-	-	-	-							mlk 30	-	-	-	-	-							mlk 30	-	-	-	-	-							
B1_33	+	+	+	-	+							B1_33	+	+	+	-	+							B1_33	+	+	+	+	+							
B1_32	+	+	+	+	+	+						B1_32	+	+	+	-	+							B1_32	+	+	+	+	+	+						
B1_31	+	+	+	+	+	+	+					B1_31	+	+	+	+	+	+						B1_31	+	+	+	+	+	+	+					
B1_30	+	+	+	+	+	+	+	-				B1_30	+	+	+	+	+	+	-					B1_30	+	+	+	+	+	+	+	+				
B1_29	-	+	+	+	+	+	+	-	-			B1_29	+	+	+	+	+	+	-	-				B1_29	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
B1_28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		B1_28	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-			B1_28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

A 13. táblázatban összefoglaltam az ANOVA eredményeket. Arra következtetésre jutottam, hogy a „B1” krém az étcsokoládéval jelen paraméterek mellett nem használható a töltési technológiához, míg a tejsokoládé esetében a 31-33C közötti tartomány egyes paraméterei mutatnak némi hasonlóságot. Következésképp a „B” krém ezen a módosított beállításon nem felel meg az elvárásainknak.

13.táblázat: A „B1” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)

	látzólagos viszkozítás	legkisebb dinamikai viszkozítás	dinamikai viszkozítás csökkenés	átlagos dinamikai viszkozítás
dark 29,5		B1_29		
dark 30				
dark 30,5				
mlk 29	B1_32, B1_33	B1_33	B1_31, B1_22, B1_33	
mlk 29,5	B1_32, B1_33	B1_29	B1_29	
mlk 30	B1_32, B1_33	B1_32, B1_33	B1_30, B1_31, B1_32, B1_33	

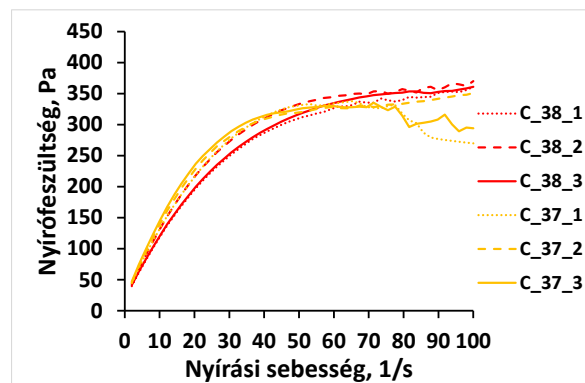
A „B1” krémről összességében elmondható, hogy a mérési beállítás változtatásával, alacsonyabb nyírási sebességre váltva sem alkalmas a „B” krém a 34°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten töltési technológiához.

5.5 „C” krém

A „C” krém esetén 100 1/s-os nyírási sebesség mellett csupán 37°C-ig jutottunk. A krém túlzottan rugalmas volt, így a mérőfej, még dörzspapír használata mellett is megcsúszott a krémen, emiatt 70 1/s-nál már a görbénk erősen bizonytalan, és mérésünk értékelhetetlen. Ezen mérés eredményeit C-vel jelölöm a továbbiakban.

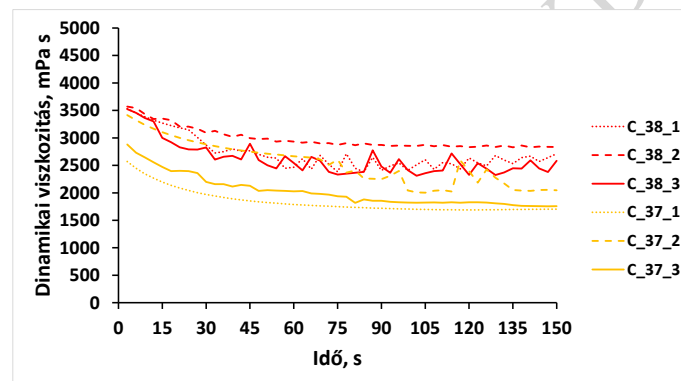
A 30. ábrán látható *folyásgörbéken* megfigyelhető, hogy a 100 1/s-os nyírási sebességen felvett görbék, mindegyik hőfokon bizonytalaná váltak 70 1/s körül.

30. ábra: „C” krém folyásgörbéje 0-100 1/s-os nyírási sebesség között, 38-37°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)



A **viszkozitásgörbéken** (31. ábra), még inkább szembevető a mérési eredmények bizonytalansága. A görbék lefutása egyenetlen, nagy ingadozással.

31. ábra: „C” krém viszkozitásgörbéje 100 1/s-os nyírási sebesség esetén (Forrás: saját szerkesztés)



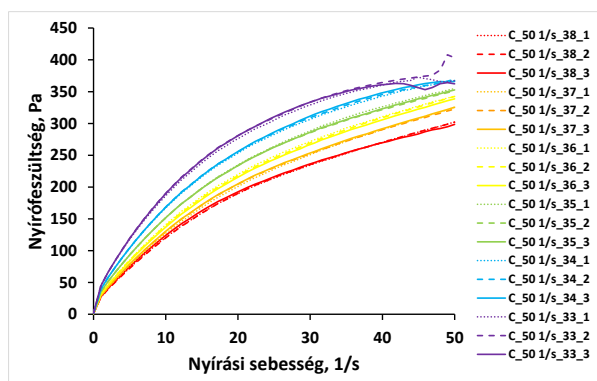
A fenti görbék alapján megállapítottam, hogy a választott nyírási sebességek mellett a krém nem mérhető, ezért a paramétereket változtatni kellett.

„C1” mérés

Mivel a mérési hibák 70 1/s-nál kezdődtek, így levettük a maximális nyírási sebességet 50 1/s-ra, és itt folytattuk a méréseket. Ezen a nyírási sebességen már egészen 33 °C-ig képesek voltunk értékelhető adatokat felvenni. Ezeknek a méréseknek az eredményeit C1-vel jelölöm a továbbiakban.

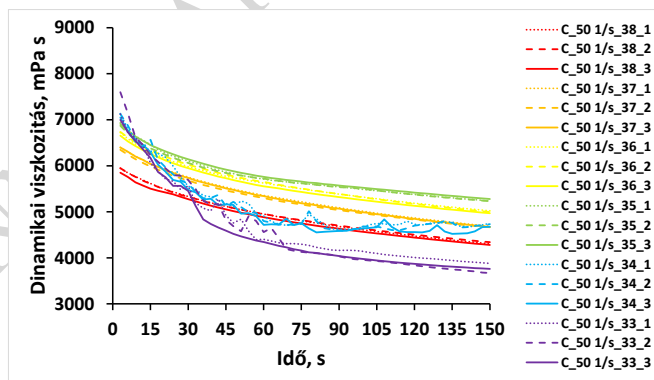
Az 0-50 1/s nyírási sebesség között felvett **folyásgörbék** (32. ábra) esetén csak 33°C-nál figyelhető meg kilengés. A görbék egyenetlenek és szépen elkülönülnek egymástól a különböző hőfokokon. A hőmérséklet növekedésével egyre csökken a görbék meredeksége és ezzel a látszólagos viszkozitás értékük növekszik.

32. ábra: „C” krém folyásgörbéi 0-50 1/s-os nyírási sebesség között (C1 krém), 33-34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás:saját szerkesztés)



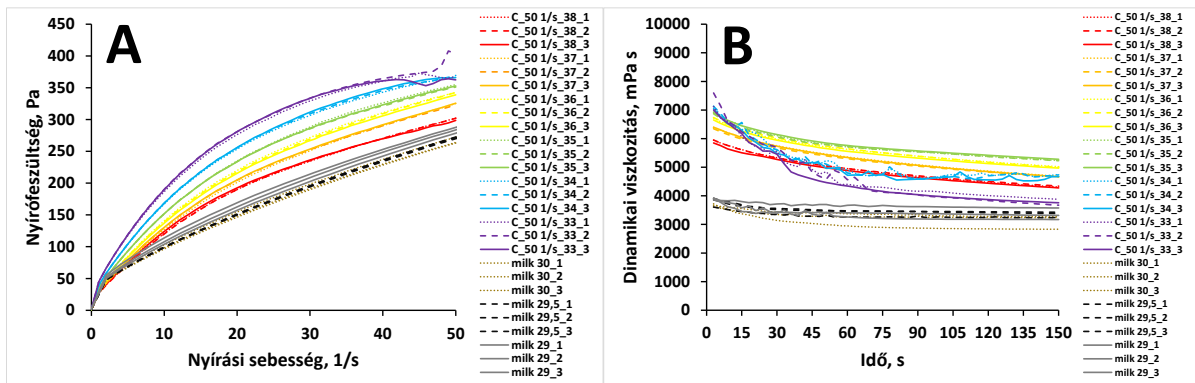
A **viszkozitásgörbék** (33.ábra) egyenletes szép lefolyásúak 38-35°C-ig, az alatt már ezen a sebességen is kilengenek a görbék. 33°C-on megfigyelhető, hogy a görbe mekkorát esik vissza a mérés megkezdésekor. A viszkozitási görbék alapján ennél a krémnél is megállapítható, hogy tixotróp anyag. A kezdeti viszkozitási pontok 5900-7600 mPas közé esnek, a végpontok pedig 3600-5300 mPas közé 38-33°C között. Ezáltal kijelenthető, hogy a „C” krém viszkozitása 33°C-on és 34°C-on már instabil, így a One-Shot technológiához nem ajánlanám a „C” krémmel használatát ezeken vagy ennél alacsonyabb hőfokokon. További mérések értelmetlenek lennének alacsonyabb hőfokokon.

33. ábra: „C” krém viszkozitás görbéje 50 1/s-os nyírási sebesség esetén (C1), 38-33°C között (Forrás: saját szerkesztés)



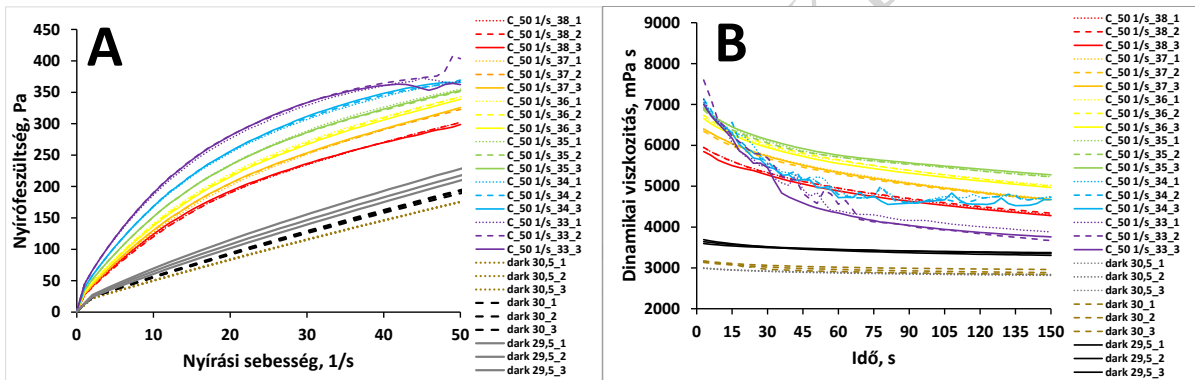
A „C1” krém és a tejszokoládé folyásgörbéit összehasonlítva látható, hogy lefutásuk különböző (34. ábra). A „C1” görbék alakja ívesebb, kezdetben meredekebbek, majd fokozatosan csökken a meredekségük. A viszkozitás görbéik között is nagy különbség van. A viszkozitás csökkenés üteme is eltérő. Ezen görbék alapján elutasítanám a „C” krém használatát tejszokoládé esetén.

34. ábra: „C1” krém tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



A „C1” krémet hasonlítva az étcsokoládéhoz nem találtunk egyezést vagy hasonlóságot sem a folyásgörbe, sem a viszkozitásgörbe alapján. Ezen görbék alapján elutasítanom a „C1” krém használatát étcsokoládéval is.

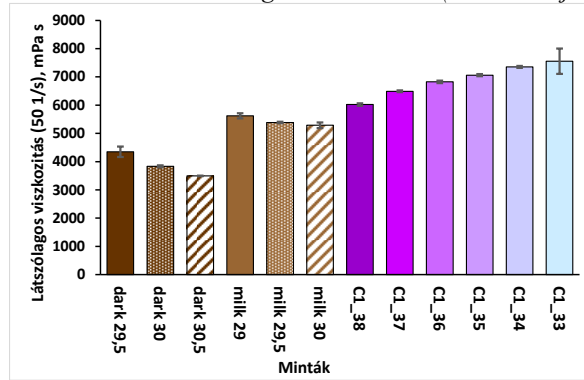
35. ábra: „C1” krém étcsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)



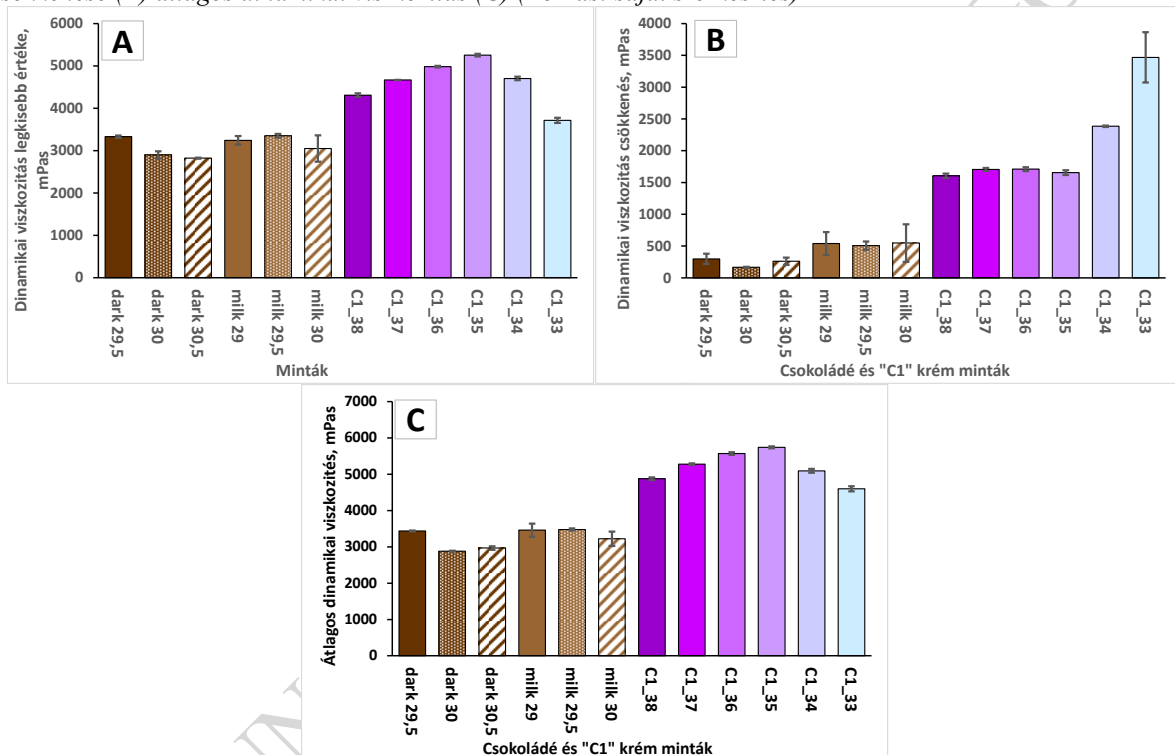
Mind az átlagos dinamikai, mind a dinamikai viszkozításról készített diagrammok azt mutatják, hogy a „C1” krém viszkozitása jelentősen magasabb, a csokoládé mintánál. Hasonlóan, mint az „A” krémnél és a „B1” mérésnél, itt is megfigyelhető a viszkozítások növekedése, majd egy ponton túl való csökkenése a hőmérséklet csökkenésével. A viszkozítás kezdeti és végpontja közötti különbség értéke, sokkal magasabb a „C1” krém esetén, mint a csokoládéminták esetén. A látszólagos viszkozitása „C1” krémnek magasabb a csokoládé mintáknak. A „C1” krém látszólagos viszkozitása a hőmérséklet csökkenésével, egyenletesen növekszik. A legalacsonyabb hőmérsékleten mutat csupán nagyobb szórást (36. ábra).

A viszkozitásgörbéről nyert paraméterek (37/A-C. ábrák) esetében mindhárom ábrán látszik, hogy a két legalacsonyabb hőmérsékleten a krém már eltérő módon viselkedik, a minta kisodródott a mérőfej alól állandó 50 1/s nyírási sebesség mellett is. A minták dinamikai viszkozitásának csökkenés és átlagos értéke esetében is magasabb értékeket kapunk a csokoládékhoz képest.

36.ábra: A csokoládék és „C1” krém minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)



37.ábra: A csokoládék és „C1” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitása csökkenése (B) átlagos dinamikai viszkozitás (C) (Forrás: saját szerkesztés)



Az ANOVA eredmények a „C1” krém esetében mutatták a leggyengébb eredményt. ez megmutatkozott a látszólagos viszkozitás (14. táblázat) és a dinamikai viszkozitás paraméterekben is (15/A-C táblázatok).

14. táblázat A csokoládék és „C1” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	C1_38	C1_37	C1_36	C1_35	C1_34	C1_33
dark 29,5	-											
dark 30	+	-										
dark 30,5	+	+	-									
milk 29	+	+	+	-								
milk 29,5	+	+	+	+	-							
milk 30	+	+	+	+	+	-						
C1_38	+	+	+	+	+	+	-					
C1_37	+	+	+	+	+	+	+	-				
C1_36	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
C1_35	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		
C1_34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
C1_33	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

15. táblázat A csokoládék és „C1” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozítás – A; dinamikai viszkozítás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozítás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés)

A										B										C															
dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	C1_38	C1_37	C1_36	C1_35	C1_34	C1_33	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	C1_38	C1_37	C1_36	C1_35	C1_34	C1_33	dark 29,5	dark 30	dark 30,5	milk 29	milk 29,5	milk 30	C1_38	C1_37	C1_36	C1_35	C1_34	C1_33
dark 29,5												dark 29,5												dark 29,5											
dark 30	+											dark 30	-											dark 30	+										
dark 30,5	+	-										dark 30,5	-	-										dark 30,5	+	-									
milk 29	-	-										milk 29	-	-	-									milk 29	-	-	-								
milk 29,5	-	+	+									milk 29,5	-	-	-	-								milk 29,5	-	+	+	+							
milk 30	-	+	+	-								milk 30	-	-	-	-	-							milk 30	-	+	+	+	+						
C1_38	+	+	+	-	+							C1_38	+	+	+	-	+							C1_38	+	+	+	+	+	+					
C1_37	+	+	+	+	+							C1_37	+	+	+	+	+							C1_37	+	+	+	+	+	+	+				
C1_36	+	+	+	+	+	+						C1_36	+	+	+	+	+	-						C1_36	+	+	+	+	+	+	+	+			
C1_35	+	+	+	+	+	+	+					C1_35	+	+	+	+	+	-	-					C1_35	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
C1_34	+	+	+	+	+	+	+	+				C1_34	+	+	+	+	+	+	+	+				C1_34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
C1_33	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	C1_33	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	C1_33	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

A 14-15. táblázatok alapján az összevont ANOVA eredmények alapján az 50 1/s maximális nyírási sebességnél a krémek nem párosíthatók jól a töltési technológiánál használható hőmérséklettartományban.

16. táblázat: A „C1” krém összevont ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)

	látszólagos viszkozítás	legkisebb dinamikai viszkozítás	dinamikai viszkozítás csökkenés	átlagos dinamikai viszkozítás
dark 29,5				
dark 30				
dark 30,5				
milk 29		C1_37, C1_38	C1_35, C1_37, C1_38	
milk 29,5				
milk 30		C1_37, C1_38	C1_35, C1_36, C1_37, C1_38	

A „C” krém esetében az alacsonyabb maximális nyírási sebességet alkalmazva sem találtam megfelelőnek a krémet sem a tejszokoládé, sem az étcsokoládé esetében.

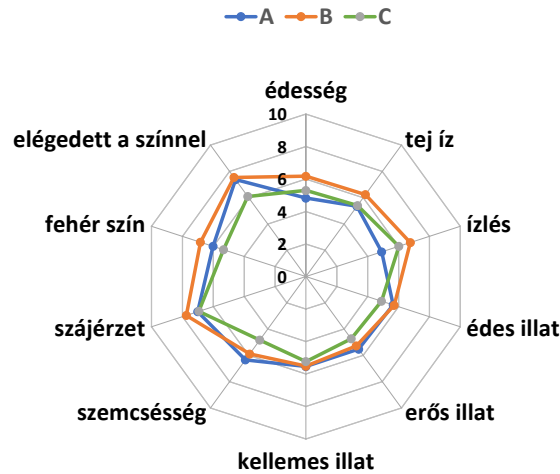
5.6 Érzékszervi minősítés

Az érzékszervi bírálat eredményei a 38. ábrán láthatóak. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a legjobban a „B” krém teljesített, míg a „C” krémet fogadták a bírálók a legkevésbé.

A 10 tulajdonságot vizsgáló bírálat során a bíráló az ízlés, a szájérintés és a szín tulajdonságokra adtak kiemelkedő pontszámot. Az „A” krém 2 kategóriában szerepelt kiemelkedően. A krém illata erősebb, és szemcsemérete finomabb (kisebb) volt a többinél. A színre és az illat édességre azonos pontokat kapott az „A” és „B” krém. Az „A” krémen a legtöbb bíráló, egy csípős vanillinos ízt érzett, illetve az eredmények alapján ezt a krémet találták a legkevésbé édesnek. A finomabb textúrája ellenére gyengébben teljesített a bírálat során. A bírálat azt is kimutatta, hogy „B” krém volt a legédesebb, íze alapján, habár arányaiban, az tartalmazta a legkevesebb cukrot. Ennek a krémnek volt már ránézésre is leglágyabb a textúrája. Erőteljes tejes íze miatt ez a krém felelt meg a leginkább a laikus bírálók

ízlésének. A „C” krém a megkérdezett tulajdonságok zömén alulmaradt vetélytársaival szemben, csupán a szemcsésesség és az ízzel kapcsolatos tulajdonságokat értékelték pozitívan a bírálók.

38.ábra: Érzékszervi bírálat eredményei pókháló diagrammal szemléltetve (Forrás: saját szerkesztés)



Az érzékszervi bírálat alapján összességében elmondható, hogy a „B” krémet fogadták el leginkább a bírálók, a krém édessége, íze, szájérintete és fehér színe alapján. Az „A” krém esetében a csipős vanillin íz túlzottan zavarta bírálókat, ahogy a „C” krém esetében az íz és a szemcsésesség kivételével a többi tulajdonságra a legalacsonyabb pontokat kapta a három krém közül. Megjegyzendő azonban, hogy a krém ízét, színét, illatát, textúráját is befolyásolni fogja, amikor töltelékként a csokoládékkal szeretnénk kóstoltatni őket.

6 Összefoglalás

A munkám célja volt a One-shot töltési technológiához az üzemben használt tej- és étcsokoládéval bevont tejkrémek kifejlesztése. Az alaprecept alapján három krémet állítottam össze. Ezeket a folyásgörbéről meghatározott látszólagos viszkozitás, és a viszkozitásgörbéről meghatározott legkisebb dinamikai viszkozitás, dinamikai viszkozitás csökkenés, az átlagos dinamikai viszkozitás, és az érzékszervi bírálat tulajdonságai alapján hasonlítottam össze.

Az „A” krém eredményei alapján összességében elmondható, hogy a 34-35°C-on mért krémek viselkedése eltér a magasabb hőmérsékleten mért krémekétől, mivel a választott nyírási sebességen a mérőfej alól kisodródik a krém. Emellett a 36°C-on mért krém viselkedése alapján alkalmas a további vizsgálatra. A receptúra finomításával talán a 30°C-os tejsokoládé mellett akár az étcsokoládéval történő együttes töltésre is alkalmas lehetne.

A „B” krémről összességében elmondható, hogy a hőmérséklet csökkenésével arányosan nőttek a viszkozitás paraméterek, és csupán a 34°C-os krém közelített legjobban a csokoládék viszkozitás értékeihez. A 34°C-on mért krémet érdemes lenne tovább vizsgálni.

Mivel szerettük volna, hogy a csokoládék és a krém között a hőmérsékletkülönbség minél kisebb legyen, elkerülve, hogy a csokoládék elveszítsék temperáltságukat, ezért felére csökkentettük a maximális nyírási sebességet a folyás- és viszkozitásgörbék esetében egyaránt. Ezt a krémet „B1” krémnek neveztük el. A „B1” krémről összességében elmondható, hogy a mérési beállítás változtatásával, alacsonyabb nyírási sebességre váltva sem alkalmas a „B” krém a 34°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten töltési technológiához.

A „C” krém esetében a folyás- és viszkozitásgörbék alapján megállapítottam, hogy a választott nyírási sebességek mellett a krém nem mérhető, ezért a paramétereket változtatni kellett, és a „B1” krémhez hasonlóan 50 1/s maximális nyírási sebességen mértük a „C” krémet, átnevezve „C1” krémnek.

A „C” krémet alacsonyabb nyírási sebesség mellett mérve sem találtam megfelelőnek a krémet sem a tejsokoládé, sem az étcsokoládé esetében.

Az érzékszervi bírálat alapján összességében elmondható, hogy a „B” krémet fogadták el leginkább a bírálók, a krém édessége, íze, szájérzete és fehér színe alapján. Az „A” krém esetében a csípős vanillin íz túlzottan zavarta bírálókat, ahogy a „C” krém esetében a szín és szemcséesség kivételével a többi tulajdonságra a legalacsonyabb pontokat kapta a három krém közül. Megjegyzendő azonban, hogy a krém ízét, színét, illatát, textúráját is befolyásolni fogja, amikor töltelékként a csokoládékkal szeretnénk kóstoltatni őket.

7 Következtetések és javaslatok

A megvizsgált krémek közül az „A” és „B” krémet javasolnám további vizsgálatra. első lépésként a 34-35-36°C hőmérsékleteken nagyobb ismétlésszámmal meg kellene mérni ezeket a krémeket. A csokoládékat is érdemes lenne több ismétléssel ismét megmérni. Az alacsonyabb nyírási sebességre váltás nem hozta a hozzá fűzött reményeket, így az eredeti 100 1/s maximális nyírási sebességen kellene mérni.

Az érzékszervi bírálat eredményeit érdemes figyelembe venni, mert a bírálók a „B” krémet értékelték a legpozitívabban, a szájérzet alapján a krém szemcsemérete ideális lehet. Érdemes lenne a krémek szemcseméretét is megvizsgálni. fontos azonban megjegyezni, hogy a csokoládéval bevonva a krémek íz és szín tulajdonságai megváltoznak, ezért feltétlenül fontos lenne a krémeket csokoládéval is együtt bírálni.

Amennyiben a krémek receptúrájának finomhangolása elkerülhetetlen, a vajzsír mennyiségét növelni, míg a pálmazsírét csökkenteni kellene, mert a „B” krém ízét pozitívan befolyásolta. A pálmazsír okozhatja ugyanis a merevebb szerkezetet.

8 Felhasznált irodalom

1. Basiron, Y. (2007): Palm oil production through sustainable plantations. *European Journal Lipid Science Technology*. 109(4): 289-295. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600223>
2. Böhme, B., Schneider, Y., Leiteritz, L., Rohm, H., (2011): Tailoring alcoholic fillings for praline production with one-shot depositors. *LWT - Food Science and Technology*. 44(5): 1261-1265 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.014>
3. Duhan, N., Sahu, J. K., Naik, S. N. (2018): Temperature dependent steady and dynamic oscillatory shear rheological characteristics of Indian cow milk (Desi) ghee. *Journal of Food Science and Technology*. 55:4059-4066 <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3332-6>
4. Fišteš, A.Z., Rakić, D.Z., Pajin, B. S., Dokić, L.P., & Nikolić, I.R. (2013): The effect of processing parameters on energy consumption of ball mill refiner for chocolate. *Hemijska industrija*. 67(5):747-751. <https://doi.org/10.2298/HEMIND121025122F>
5. Hartel, R.W., von Elbe, J.H., Hofberger, R. (2018): Chocolate. Chapter15. In: *Confectionery Science and Technology*. pp. 423-482 https://doi.org/10.1007/978-3-319-61742-8_15
6. Kumbhare, S., Prasad, W., Khamrui, K., Wani, A.D., Sahu, J. (2023): Recent innovations in functionality and shelf life enhancement of ghee, clarified butter fat. *Journal of Food Science and Technology*. 60:11–23 <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05335-7>
7. Kurnia, J.C., Jangam, S.V., Akhtar, S., Sasmito, A.P., Mujumdar, A.S. (2016): Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: a review. *Biofuel Research Journal*. 3(1): 332-346. <https://doi.org/10.18331/BRJ2016.3.1.3>
8. Liang, B., Hartel, R.W., (2004): Effects of Milk Powders in Milk Chocolate. Volume. *Journal of Dairy Science*. 87(1):20-31 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73137-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73137-9)
9. Meyer, J., (2009): Manufacturing processes: production of chocolate shells. Chapter 19. In: Talbot, G., (ed): *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp.414-426 <https://doi.org/10.1533/9781845696436.3.414>
10. Neikov, O.D., (2009): Mechanical Crushing and Grinding. Chapter 2. In: **Editor(s): Neikov, O.D., Naboychenko, S.S., Murashova, I.V., Gopienko, V.G., Frishberg, I.V., Lotsko, D.V.:** *Handbook of Non-Ferrous Metal Powders*, Elsevier, pp.47-62 ISBN 9781856174220,

11. Olatunde, A., Mohammed, A., Ibrahim, M. A., Tajuddeen, N., Shuaibu, M. N. (2022): Vanillin: A food additive with multiple biological activities. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*. 5:100055 <https://doi.org/10.1016/j.ejmcr.2022.100055>
12. Pena-Serna, C., RESTREPO-BETANCUR, L.F. (2020): Chemical, physicochemical, microbiological and sensory characterization of cow and buffalo ghee. *Food Science and Technology*. 40:444-450 <https://doi.org/10.1590/fst.32219>
13. Prapulla, S.G., Karanth, N.G. (2014): FERMENTATION (INDUSTRIAL) | Recovery of Metabolites. In: **Editor(s): Batt, C.A., Tortorello, M.L.**: *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, Academic Press, pp. 822-833 ISBN 9780123847331
14. Ravichandran, K., Praseetha, P.K, Arun, T., Gobalakrishnan, S. (2018): Synthesis of Nanocomposites. Chapter 6. In: **Editors: Bhagyaraj, S.M., Oluwafemi, O.S., Kalarikkal, N., Thomas, S.**: *In Micro and Nano Technologies, Synthesis of Inorganic Nanomaterials*, Woodhead Publishing, pp.141-168 ISBN 9780081019757
15. S. Beckett (2009): Chocolate manufacture Chapter 2, In: Talbot, G.(ed.): *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp.11-28, ISBN 9781845693909
16. Singh, H. (2007): Interactions of milk proteins during the manufacture of milk powders. *Le Lait*. 87(4-5), 413-423. <https://doi.org/10.1051/lait:2007014>
17. Somogyi L. (2022a): *Növényi zsiradékforrások*. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budapest, Élelmiszermérnök Bsc képzés egyetemi jegyzet
18. Somogyi L. (2022b): *Töltelékkel készült csokoládé- és kakaós termékek*. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budapest, Élelmiszermérnök BSc képzés egyetemi jegyzet
19. Van Nieuwenhuyzen, W. (1976): Lecithin production and properties. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 53(6Part2):425-427. <https://doi.org/10.1007/BF02605737>
20. Wagoner, T.B., Çakır-Fuller, E., Shingleton, R., Drake, M., Foegeding, E.A. (2019): Viscosity drives texture perception of protein beverages more than hydrocolloid type. *Journal of Texture Studies*. 51(1):78-91 <https://doi.org/10.1111/jtxs.12471>
21. Walton, N.J., Mayer, M.J., Narbad, A. (2003): Vanillin. *Phytochemistry*. 63(5):505–515 [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(03\)00149-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(03)00149-3)
22. West, R., Rousseau, D. (2016): Crystallization and rheology of palm oil in the presence of sugar. *Food Research International*. 85: 224-234 <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.05.010>

23. Wu, Y., Wang, T. (2003): Soybean lecithin fractionation and functionality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 80(4):319–326. doi:10.1007/s11746-003-0697-x
24. Zhang, F., Guo, Z., Zhang, S. (2021): Particle Size Analyzing of Milk Powder by Laser Diffraction. Application Research Laboratory, Bettersize Instruments Ltd.
<https://www.bettersizeinstruments.com/uploads/file/particle-size-analyzing-of-milk-powder-by-laser-diffraction.pdf>

TÓTH ANNAMÁRIA - SZAKDOLGOZAT

9 Ábra- és táblázatjegyzék

Ábrajegyzék

1. ábra Cold stamp technológiai folyamat (Forrás: Hartel, 2017)	5
2. ábra Cold stamp technológiai folyamat (Forrás: Ravichandran és mtsai, 2018)	6
3. ábra Tejporgyártás folyamatábrája (Forrás: saját szerkesztés Singh (2007) nyomán)	8
4. ábra Különböző ghi előállítási módok részletes folyamat ábrája (Forrás: saját szerkesztés).....	10
5. ábra: Asztali temperáló berendezés (saját kép)	17
6. ábra: Tejsokoládé folyásgörbéje 0-100 1/s nyírási sebesség között, 29-29,5-30°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés).....	20
7. ábra: Tejsokoládé viszkozitás görbéje 100 1/s nyírási sebesség esetén, 29-29,5-30°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés).....	20
8. ábra: Tejsokoládé látszólagos viszkozitás (A), dinamikai viszkozitás a legkisebb értékre (B), dinamikai viszkozitás csökkenése (C), átlagos dinamikai viszkozitás (D) (Forrás: saját szerkesztés).....	21
9. ábra: Étecsokoládé folyásgörbéje 0-100 1/s nyírási sebesség között, 29,5-30-30,5°C hőmérsékleteken.....	21
10. ábra: Étecsokoládé viszkozitási görbéje 100 1/s nyírási sebesség esetén, 29,5-30-30,5°C hőmérsékleteken	22
11. ábra: Étecsokoládé látszólagos viszkozitás (A), dinamikai viszkozitás a legkisebb értékre (B), dinamikai viszkozitás csökkenése (C), átlagos dinamikai viszkozitás (D) (Forrás: saját szerkesztés).....	22
12. ábra: „A” krém folyásgörbéi 0-100 1/s nyírási sebesség között, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés).....	23
13. ábra: „A” krém viszkozitásgörbéi 100 1/s nyírási sebesség mellett, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás. saját szerkesztés).....	23
14. ábra: Az „A” krém és tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)	24
15. ábra: Az „A” krém és étecsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)	24
16. ábra: Csokoládé és „A” minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)	25
17. ábra: Csokoládé és „A” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) átlag dinamikai viszkozitása (C) (Forrás: saját szerkesztés)	25
18. ábra: „B” krém folyásgörbéi 0-100 1/s-os nyírási sebesség között, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)	27
19. ábra: A „B” krém viszkozitás görbéi 100 1/ss nyírási sebesség mellett, 34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)	28
20. ábra: A „B” krém és tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés).....	28
21. ábra: A „B” krém és étecsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés).....	29
22. ábra: A csokoládék és a „B” minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés).....	29
23. ábra: A csokoládék és „B” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) és átlagos dinamikai viszkozitása (C) (Forrás: saját szerkesztés)	30
24. ábra: „B” krém folyásgörbe 0-50 1/s nyírási sebesség között („B1” krém), 28-29-30-31-32-33°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés)	32
25. ábra: „B” krém viszkozitás görbéje 50 1/s-os nyírási sebesség esetén („B1” krém), 28-33°C között (Forrás: saját szerkesztés).....	32
26. ábra: „B1” krém és tejsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés).....	33
27. ábra: „B1” és krém étecsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés).....	33
28. ábra: A csokoládék és a „B1” krém minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés).....	33
29. ábra: A csokoládék és „B1” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitás csökkenése (B) dinamikai viszkozitás csökkenése (C) (Forrás: saját szerkesztés).....	34
30. ábra: „C” krém folyásgörbéje 0-100 1/s-os nyírási sebesség között, 38-37°C hőmérsékleteken (Forrás: saját szerkesztés).....	36
31. ábra: „C” krém viszkozitás görbéje 100 1/s-os nyírási sebesség esetén (Forrás: saját szerkesztés).....	36

32. ábra: „C” krém folyásgörbéi 0-50 1/s-os nyírási sebesség között (C1 krém), 33-34-35-36-37-38°C hőmérsékleteken (Forrás:saját szerkesztés)	37
33. ábra: „C” krém viszkozitás görbéje 50 1/s-os nyírási sebesség esetén (C1), 38-33°C között (Forrás: saját szerkesztés).....	37
34. ábra: „C1” krém tejszokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés)....	38
35. ábra: „C1” krém étcsokoládé minták folyásgörbéi (A) és viszkozitásgörbéi (B) (Forrás: saját szerkesztés).....	38
36. ábra: A csokoládék és „C1” krém minták látszólagos viszkozitása (Forrás: saját szerkesztés)	39
37. ábra: A csokoládék és „C1” krém minták dinamikai viszkozitása a legkisebb értékre (A), dinamikai viszkozitása csökkenése (B) átlagos dinamikai viszkozitás (C) (Forrás: saját szerkesztés).....	39
38. ábra: Érzékszervi bírálat eredményei pókháló diagrammal szemléltetve (Forrás: saját szerkesztés)	41

Táblázatjegyzék

1. táblázat Különböző tejporok összetétele (Forrás:Singh, 2007 nyomán)	8
2. táblázat: Szója lecitin általános százalékos összetétel (Forrás: saját készítés: Van Nieuwenhuyzen, (1976) nyomán)	12
3. táblázat Tejkrémek összetétele (Forrás: saját szerkesztés)	14
4. táblázat: Minták sikeres mérési hőmérsékletei (Forrás: saját szerkesztés).....	18
5. táblázat A csokoládék és „A” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	26
6. táblázat A csokoládék és „A” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	26
7. táblázat: Az „A” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés).....	27
8. táblázat A csokoládék és „B” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	30
9. táblázat A csokoládék és „B” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	30
10. táblázat: „B” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)	31
11. táblázat A csokoládék és „B1” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	34
12. táblázat A csokoládék és „B1” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	35
13. táblázat: A „B1” krém összesített ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés)	35
14. táblázat A csokoládék és „C1” krém látszólagos viszkozitásainak ANOVA eredménye ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	39
15. táblázat A csokoládék és „C1” krém dinamikai viszkozitásainak ANOVA eredménye (legkisebb dinamikai viszkozitás – A; dinamikai viszkozitás csökkenése – B; átlagos dinamikai viszkozitás – C) ($p < 0,05$) (Forrás: saját szerkesztés).....	40
16. táblázat: A „C1” krém összevont ANOVA eredménye (Forrás: saját szerkesztés).....	40

Melléklet

Tejkrémek érzékszervi bírálása

Neme	Nő / Férfi
Élet kora:	
Rendszeresen dohányzik?	Igen/ Nem
↓Ha igen mennyi idő telt el a vizsgálatban való részvétel és az utolsó szál cigaretta között?	
Rendszeresen fogyaszt kávét?	Igen/ Nem
↓Ha igen mennyi idő telt el a vizsgálatban való részvétel és a legutoljára elfogyasztott kávé között?	
Rendszeresen fogyaszt teát?	Igen/ Nem
↓Ha igen mennyi idő telt el a vizsgálatban való részvétel és a legutoljára elfogyasztott tea között?	
Mikor volt utoljára beteg?	
Allergiás vagy érzékeny valamilyen élelmiszerre?	Igen/ Nem
↓Ha igen, mire allergiás?	
Melyiket preferálja jobban az ét- vagy a tejsokoládét?	ÉT / TEJ
Milyen gyakran fogyaszt csokoládét?	

Megfelelt a kritériumoknak:

Helyezze el a skálákon az „A”; „B” és „C” krémeket az alábbi tulajdonságok alapján

☹ - a negatív, legkevésbé megfelelő;

☺ - a pozitív véglet, a leginkább megfelelő

1. Illattal kapcsolatos megfigyelések

- Édes illat ☹ _____ ☺
- Erős illat ☹ _____ ☺
- Kellemes illat ☹ _____ ☺
- Idegen íz, típusa _____
- Egyéb észrevétel _____

2. Ízzel kapcsolatos megfigyelések

- Édesség ☹ _____ ☺
- Tejes íz ☹ _____ ☺
- Ízlésnek megfelel ☹ _____ ☺
- Idegen illat, típusa _____
- Egyéb észrevétel _____

3. Textúrával kapcsolatos és optikai megfigyelések

- Szemcsés állag ☹ _____ ☺
- Szájérintet (szájpadlason elkenve) ☹ _____ ☺
- Krém fehérsége ☹ _____ ☺
- Szín elégedettség ☹ _____ ☺
- Egyéb észrevétel _____

Összességében melyik krém ízlett a legjobban? Indokolja döntését. (Ezt a kérdést utoljára válaszolja meg!)

1. helyezett:
2. helyezett:
3. helyezett:

NYILATKOZAT

Tóth Annamária (WVVBNG) konzulenseiként nyilatkozunk arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettük, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattuk.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javasoljuk / nem javasoljuk¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2023. november 2.



belső konzulens
Badakné dr. Kerti Katalin



belső konzulens
Dr. Kaszab Tímea

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Tóth Annamária**
A Hallgató Neptun kódja: **WVVBNG**
A dolgozat címe: **Tejkrémfejlesztés töltési technológiára**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**
A konzulens tanszékének a neve: **Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék,
Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék**

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

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

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

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

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

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

Kelt: **Budapest, 2023. november 2.**



Hallgató aláírása