

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Bakos Lili**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Budai Campus**  
**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**  
**Élelmiszermérnöki mesterképzési szak**

**Fagylaltok dúsítási lehetőségeinek vizsgálata különböző állati  
fehérjékkel**

**Belső konzulensek:**

Nyulasné dr. Zeke Ildikó Csilla, egyetemi adjunktus

Dr. Hidas Karina Ilona, egyetemi adjunktus

**Belső konzulensek intézete, tanszéke:**

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,

Állatiternék- és Élelmiszertartósítási Technológia

Tanszék

**Készítette: Bakos Lili**

**Budapest**

**2025**

# Tartalom

1.	Bevezetés és célkitűzés .....	3
2.	Szakirodalmi áttekintés .....	5
2.1.	A jégkrém, a fagylalt és a kézműves fagylalt fogalma.....	5
2.2.	A Magyar Élelmiszerkönyv előírásai a fagylaltra és a jégkrémre vonatkozóan .....	5
2.3.	A jégkrém szerkezete és a gyártás során alapvetően alkalmazott összetevők.....	7
2.4.	A jégkrémgyártás műveletei .....	8
2.5.	A hazai jégkrémfogyasztás tendenciái .....	8
2.6.	A fehérjék szerepe a táplálkozásban.....	9
2.7.	Nagy fehérjetartalmú fagylaltok fejlesztésének lehetőségei .....	10
2.8.	Fehérjedús jégkrémek piaca .....	12
3.	Anyagok és módszerek .....	14
3.1.	Felhasznált anyagok bemutatása .....	14
3.2.	A kísérletek felépítése .....	15
3.2.1.	Első kísérlet: Édesítőszer hatásának vizsgálata a fagylalt levegőfelvételére és olvadékonyságára.....	15
3.2.2.	Második kísérlet: Fehérjedús jégkrémek fejlesztése a maltit-eritrit édesítőszer-kombinációval.....	17
3.3.	Mérési módszerek.....	19
3.3.1.	Szárazanyag-tartalom mérés .....	19
3.3.2.	Habosodás vizsgálat.....	19
3.3.3.	Olvadékonyság-vizsgálat .....	19
3.3.4.	Színmérés .....	20
3.3.5.	Reológiai tulajdonságok vizsgálata.....	21
3.3.6.	Differenciális pásztázó kalorimetriás mérés (DSC).....	21
3.3.7.	Érzékszervi bírálat.....	22
3.3.8.	Statisztikai elemzés .....	22
4.	Eredmények és értékelésük.....	23
4.1.	Első kísérlet eredményei: Édesítőszer hatásának vizsgálata a fagylalt levegőfelvételére és olvadékonyságára .....	23
4.1.1.	A különböző édesítőszer habosodásra gyakorolt hatása.....	23
4.1.2.	A különböző édesítőszer olvadékonyságra gyakorolt hatása .....	23
4.2.	Második kísérlet eredményei: Fehérjedús jégkrémek fejlesztése a kiválasztott maltit-eritrit édesítőszer-kombinációval .....	25

4.2.1.	Szárazanyag-tartalom mérés eredményei.....	25
4.2.2.	A különböző fehérjék habosodásra gyakorolt hatása .....	26
4.2.3.	A különböző fehérjék olvadákonyságra gyakorolt hatása.....	26
4.2.4.	Színmérés eredményei: a fehérjedús jégkrémek, és a maltit-eritrites kontroll közötti különbségek .....	29
4.2.5.	A fehérjedúsítás hatása a fagylaltok reológiai tulajdonságaira .....	32
4.2.6.	Differenciális pásztázó kalorimetriás mérés (DSC) eredményei .....	35
4.2.7.	A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek tápértékének összevetése egymással és az 1924/2006 EK rendelettel.....	36
4.2.8.	Érzékszervi bírálat eredményei .....	37
5.	Következtetések és javaslatok.....	40
6.	Összefoglalás .....	42
	Irodalomjegyzék.....	44
	Ábra- és táblázatjegyzék .....	50
	Nyilatkozatok .....	51

# 1. Bevezetés és célkitűzés

A fagyalt hazánkban egy közkedvelt nyári idény-termék, Magyarországon az egy főre eső fagyalt- és jégkrémfogyasztás átlaga körülbelül 3-4 liter évente (Internet 1). Szerkezetét egy összetett élelmiszer-mátrix alkotja, amely levegőbuborékokból, jégkristályokból és vizes fázisban (szérumban) diszpergált zsírcseppekből áll (Goff & Hartel, 2013).

A hagyományos tejes jégkrémek eredeti összetételüket tekintve 3,5-4% tejfehérjét tartalmaznak, mely szerepe az emulgeálás, habképzés és a víz megtartása a jeges desszertben. A zsírtartalom 8-10%, amely a hab stabilizálását segíti elő, emellett az olvadás lassítása és a textúra kialakítása is a feladatai közé tartozik. A cukrok jelentősége az édes íz kialakítása mellett a szárazanyagtartalom növelése (28-40%) és a fagyáspont szabályozása. Fontos még megemlíteni a vizet (60-70%), amely oldószere a cukroknak, ásványianyagoknak és elengedhetetlen a jégkrémekre jellemző kolloid fázis kialakításához (Goff & Hartel, 2013).

Habár a fentiek alapján a jégkrémek nem tartalmaznak túl sok fehérjét, a mai táplálkozási ajánlás szerint 19 év felett napi 0,8 g/ttkg protein bevitelét ajánlják. Ez egy 80 kilogrammos fő esetén 64 grammot jelent naponta, sportolóknak több, 1,2-2 g/ttkg javasolt az izomtömegük megőrzéséhez és növeléséhez. Egy étrend akkor tekinthető magas fehérjetartalmúnak, ha meghaladja a napi 0,8 g/ttkg értéket (Internet 2).

A KSH adatai szerint az egy főre jutó fehérjebevitel napi mennyisége Magyarországon, 2022-ben összesen 108,8 gramm volt, ebből 61,7 gramm állati fehérjéből származott. A lisztből és rizsből származó fehérjék 33,1 grammot tettek ki (Internet 3).

A fehérjék élő szervezetekben betöltött szerepe és táplálkozásélettani jelentősége is meghatározó. A tápanyagszállítás, a sejtvíz felépítése, az izmok működtetése, a védekezés és tárolás mellett energiát adnak és a fogyásban, valamint az izomtömeg megőrzésében is szerepet játszanak. Emellett fogyasztói oldalról is egyre nagyobb a kereslet a funkcionális, akár fehérjedús élelmiszerekre. Ezért az élelmiszerpiac számos szereplője állít elő magas proteintartalmú ételeket, italokat, desszerteket, annak ellenére, hogy nem ezek a hagyományos fehérjeforrások (Internet 4; Internet 5).

Diplomamunkám során célom olyan 12%-os proteintartalmú termékek létrehozása, állati fehérjeforrások segítségével, melyek az 1924/2006 EK rendelet alapján fehérjében gazdagnak minősíthetők. A termékfejlesztés során a jégkrémek édesítésére hagyományosan alkalmazott cukor és dextróz egy részét energiát nem adó édesítőszerekkel akarom kiváltani. További célom az alapmixek és késztermékek érzékszervi, valamint műszeres tesztelése különös tekintettel a különböző fehérjeforrások okozta változásokra és azoknak a végtermék tápértékre, érzékszervi

és fizikai-kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatásaira. A dolgozatomban a mérések mellett kitérek az alapanyagok bemutatására, valamint a technikai megvalósítás feltételeire és módjára is. A végső eredményeket szakirodalmi adatokhoz viszonyítva elemzem ki.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. A jégkrém, a fagylalt és a kézműves fagylalt fogalma

A címben szereplő fogalmakat gyakran azonosítják egymással a fogyasztók, pedig az elkészítésük módjában technológiai különbségek vannak.

A fagylalt egy vendéglátó-ipari termék, amely cukrászati technológia alkalmazásával készül, általában a fogyasztás helyszínén. Gyártása során többféle adalék- és járulékos anyag (pl. gyümölcsök, dió) alkalmazása is megengedett. Előállítása többféle eljárással történhet: porból, sűrítmenyből, tejből és vízből is készítik ezt a kedvelt desszertet. A fagylalt összetétele kedvező egyes romlást okozó baktériumoknak és mivel csomagolatlan a termék könnyen szennyezetté is válhat. Ennek elkerülésére a fagylaltpultoknak tisztának és szennyeződésmentesnek kell lenniük és az árusítópult hőmérséklete nem mehet  $-8\text{ °C}$  fölé, emellett a személyzetnek is fontos betartania a higiéniai szabályokat és előírásokat. A jó minőségű fagylaltban nem lehetnek jégdarabkák, mert ez arra utal, hogy az egyszer már megolvadt majd újra visszafagyott. A jégkrém ellenőrzött üzemi körülmények között készül, meghatározott hozzávalókból. Technológiai lépései közé tartozik többek közt a homogénezés, hőkezelés és fagyasztás. Végül egy csomagolt élelmiszeripari termék kerül értékesítésre, melyet fagyasztott állapotban kell tartani egészen az elfogyasztásig. A fogyasztás helyszínére már elkészített és csomagolt állapotban kerül a produktum. A jégkrémekkel szemben támasztott követelményeket a Magyar Élelmiszerkönyvben található 2-401 Jégkrém irányelv fogalmazza meg. Élelmiszerbiztonsági szempontból akárcsak a fagylaltnál, a jégkrémnél is fontos annak állaga, mivel annak kikristályosodása arra utalhat, hogy egyszer már felolvadt majd újra megfagyott a termék (Internet 6).

A kézműves/kézműves fagylaltokat a Magyar Élelmiszerkönyv a jégkrémektől és más édesipari termékektől is külön tárgyalja. Leginkább abban különböznek a többi fagylalttól, hogy nem tartalmazhatnak aromát, színezéket és tartósítószer sem, valamint szakaszos fagyasztással, szakképzett cukrász irányításával készülnek (MÉ 2-109 Számú Irányelv).

### 2.2. A Magyar Élelmiszerkönyv előírásai a fagylaltra és a jégkrémre vonatkozóan

„A jégkrémek a II. fejezet 2. pontja szerinti összetevőkből hőkezeléssel, rendszerint homogénezéssel, szükség szerint érleléssel és hűtött állapotban végzett habosítással, ezt követő fagyasztással készülnek. Szilárd vagy pépes szerkezetű, csomagolt termékek, amelyeket

fagyasztott állapotban tárolnak, szállítanak, árusítanak és fogyasztanak.”(MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv: 2).

A Codex Alimentarius azt is kimondja, hogy a jégkrémek társíthatóak más kiegészítő és díszítőanyagokkal is (pl. ostyatólcsér), ezen kívül 7 csoportba sorolja őket (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

Az első csoport a tejjégkrém, amelynek fő összetevői a tej, a tejfehérje tartalmú termékek és a tejszír. Ezen jégkrémfajta zsír- és fehérjetartalma csak tejeredetű lehet. Az ilyen termékek tejeredetű zsírtartalma legalább 5,0% (m/m), zsírmentes tejszáranyagtartalma legalább 8,0% kell, hogy legyen. Víz hozzáadása tilos, kivéve a vízelvonással készített anyagok rehidratálásához (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A tejes jégkrém csupán abban különbözik a tejjégkrémtől, hogy a tejeredetű zsírtartalom elég, ha eléri a legalább 2,5%-ot (m/m) a zsírmentes tejszáranyag tartalomnak pedig minimum 8,0% helyett minimum 6,0%-nak kell lennie (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A harmadik csoportba tartoznak a gyümölcsjégkrémek, amelyek meghatározó összetevője a gyümölcs, amelyből legalább 15%-ot kell tartalmaznia a desszertnek. De lehetnek kivételt képező esetek, mint a citrusfélék, ahol ez az érték elég, ha 10%. Ilyenkor további feltétel, hogy az adott gyümölcs levének savtartalma legalább 2,5% legyen, citromsavban kifejezve. Emellett kivételt képezhetnek erős ízű és jellegzetes állagú egzotikus vagy különleges gyümölcsök is (pl. ananász) (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A szorbé olyan gyümölcs vagy akár zöldség jégkrém, amely hozzáadott zsiradékot nem tartalmaz. Ezesetben a zöldség- vagy gyümölcstartalomnak a legalább 25%-ot kell elérnie. Továbbá kiegészítésként szerepel a Magyar Élelmiszerkönyvben, hogy a gyümölcsjégkrém és a tejes gyümölcsjégkrém gyümölcstartalma elég, ha eléri az 5%-ot, a szorbéé pedig a 7 %-ot, abban az esetben, ha ahhoz dióféléket vagy dió készítményeket használtak fel. Emellett a zöldségszorbé zöldségtartalma is 10%-ra csökkenthető, ha ahhoz erős ízű vagy erősen rostos állományú zöldséget használunk (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A tejes gyümölcsjégkrém olyan tejes jégkrém, amely tejeredetű zsírtartalma legalább 1,5% (m/m), gyümölcstartalma pedig legalább 15% (m/m) (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A jégkrém kifejezést azokra a termékekre használjuk, amelyek meghatározó összetevői a fehérje, zsiradék, cukor és édesítőszer. A vizes jégkrém nem tartalmazhat a tejsziradékon kívül hozzáadott tejfehérjét sem (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

A jégkrémekben felhasználható összetevők egyike a zsiradék, mely lehet tejszír vagy növényi eredetű zsiradék, emellett tojásból is származhat. A fehérjét tekintve felhasználhatók tejfehérjét tartalmazó készítmények, tojásból, algából, növényekből vagy akár gombákból,

mikroorganizmusokból származó proteinek is. A zselatin, mint állati fehérjeforrás szintén alkalmazható (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

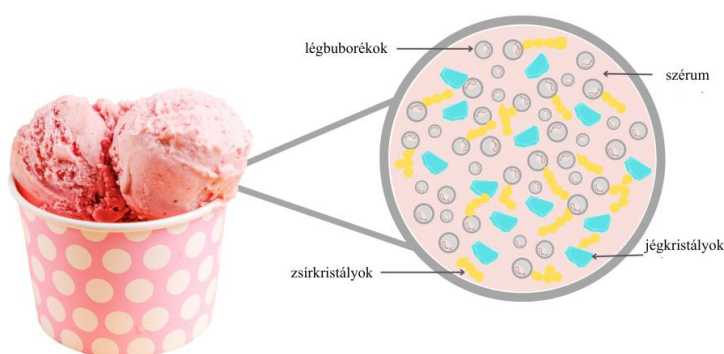
A jégkrémek csomagolását tekintve megkülönböztethetünk adagonként csomagolt, úgynevezett impulz jégkrémeket. Ezek a vásárlást követően azonnal elfogyasztandóak és adagonként lehet megvásárolni őket. Emellett előfordulnak családi, azaz „takehome” jégkrémek, amelyet vásárlás után otthon tárolnak még a fogyasztás előtt és általában több személynek szánt adagban árusítják. A harmadik kategória a csomagolás tekintetében a vendéglátóipari vagy más néven catering jégkrém. Ezeket a gyártók kizárólag vendéglátóipari egységeknek értékesítik, nagyobb csomagokban. Jellemzője, hogy igény szerint adagolható a fogyasztó számára. Mivel összetételük a romlást okozó baktériumok számára kedvező, az ilyen élelmiszereket  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  vagy annál hidegebb hőmérsékleten kell tárolni és szállítani. A vendéglátóipari jégkrémeknél ez a hőfok a bontatlan csomagolású termékekre vonatkozik. A már felnyitott és adagolásra előkészített termékeknél a  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$  tárolási hőmérsékletet írták elő (MÉ 2-401 Jégkrém Irányelv).

### 2.3. A jégkrém szerkezete és a gyártás során alapvetően alkalmazott összetevők

A jégkrém szerkezetét egy összetett élelmiszer-mátrix alkotja, amely levegőbuborékokból, jégkristályokból és vizes fázisban (szérumban) diszpergált zsírcseppekből áll. Ez egy kolloid rendszer, melyben a részecskék mérete  $1\text{ nm}$  és  $1\text{ }\mu\text{m}$  közötti. A légbuborékok,  $20$  és  $60\text{ }\mu\text{m}$  közötti méretűek és zsírcseppek veszik körül őket. A jégkristályok közötti oldatban (olvadt szérumban) kazein micellák is találhatóak (Goff & Hartel, 2013).

#### 1. ábra: A jégkrémek szerkezete

(Forrás: Internet 7)



A jégkrémek fő összetevői a víz, a levegő, a zsír és a cukor. A jégkrémek  $60-70\%$  vizet tartalmaznak, ennek  $40-60\%$ -a kifagyasztható a fagyasztva habosítás során, de keményítésnél ez a szám akár a  $80-90\%$ -ot is eléri. A levegő, szintén kulcsfontosságú összetevő, mennyisége a termék krémességét befolyásolja. Bár a zsírhányad jellemzően mindössze  $8-10\%$ , a

zsírkristályok fontos szerepe a légbuborékok stabilizálása. Ez a zsír származhat tejből vagy lehet akár növényi célzsír is, a lényeg, hogy 35 °C-on már ne tartalmazzon szilárdanyaghányadot. Ez azért fontos, hogy a késztermék fogyasztás során ne keltsen fagyús érzetet a szájban. A tejszír már 30 °C-on teljesen megolvad, így könnyen teljesíti ezt a minőségi feltételt. A nem zsír jellegű összetevők közül megemlítendőek még a cukrok, melyek az édes íz kialakítása mellett a termék keménységét is befolyásolják. A fő összetevők mellett vannak olyan anyagok is, melyek 1% alatti koncentrációban fordulnak elő a termékben. Ilyenek az emulgeátorok, melyek az emulzió kialakulását segítik elő és a zsírgömböcskék aggregációját korlátozzák, ami a légbuborékok stabilizálását szolgálja. A stabilizátorok, mint például a guar gumi a termék textúráját és vízmegkötő képességét javítják. Ezek mellett az iparban alkalmaznak folyékony vagy por állagú ízesítő és színezőanyagokat is az érzékszervi tulajdonságok javítására (Mohos, 2014).

Ezek az alapvető összetevők a fogyasztói igényeknek megfelelően változhatnak, kiegészülhetnek egyéb hozzávalókkal. Például sok kutatás irányul alacsony zsírtartalmú vagy cukormentes fagylaltok fejlesztésére, amely során a hagyományos állomány megtartása mellett egy egészség tudatosabb alternatíva létrehozására törekednek a kutatók (Harfoush et al., 2024).

## 2.4. A jégkrémgyártás műveletei

A jégkrém gyártástechnológiája során az összekeverést homogenizálás és pasztörözés követi. A homogenizálás során a cél a zsírgolyócskák és egyéb összetevők elosztatása az oldatban. Minél több a zsír az oldatban, annál kisebb nyomás szükséges a homogenizáláshoz. A pasztörözés a termék mikrobiológiai stabilitását és eltarthatóságát biztosítja, melynek során a terméket meghatározott ideig meghatározott hőmérsékleten tartják. Ezután az emulzió hűtése és 4 °C-on történő érlelése (opcionális) következik 4-24 órán keresztül. Ez arra szolgál, hogy a zsír megfelelő mértékig ki tudjon kristályosodni és kialakuljon a megfelelő szilárd/folyadék arány az emulzióban, valamint az emulgeátorok és stabilizátorok is kifejthessék hatásukat. Ezután történik az emulzió megfagyasztása, miközben levegőt nyomnak bele, ezáltal éri el a termék a kívánt krémes állagot. Ezt a folyamatot egy kaparókéses keverővel ellátott henger végzi, melyet hűtőköpeny vesz körül. Megfelelő jégkristályméret gyors hűtés alkalmazásával érhető el. Ezután a végső lépés a termék keményítése -20 °C-on, fagyasztószekrényben (Goff & Hartel, 2013).

## 2.5. A hazai jégkrémfogyasztás tendenciái

Magyarországon az egy főre eső jégkrémfogyasztás átlaga körülbelül 3-4 liter évente. A magyar fogyasztók kedvenc ízei a klasszikusok, mint a csokoládé, vanília, eper, citrom és málna

(Internet 1). Bár ezen fagyos desszert fogyasztása hazánkban szezonális jellegű, a Nielsen Piackutató cég adatai alapján a jégkrémszektor éves forgalma a 17 milliárd forintot is meghaladta az utóbbi években. Ennek több, mint harmadát impulz jellegű, harmadát pedig nagy kiszerezésű termékek tették ki. Az utóbbi vásárlása a Gfk Hungária Piackutató Intézet ConsumerScan adatai szerint a nagyobb boltokban történik, ahol az árak kedvezőbbek. Míg az impulz típusúakat kis üzletekben szerzik be (idézi Internet 6).

Huszka és Polereczki (2005) azt találták a tejtermékek gyakoriságának fogyasztását vizsgáló kutatásukban, hogy a jégkrémek fogyasztására hazánkban átlagosan kéthetente kerül sor éves szinten. Ugyanebben a kutatásban a résztvevők 29,1%-a nyilatkozta, hogy ritkábban, mint havonta fogyaszt jégkrémet, 22,4%-uk havi 1-2 alkalommal, 7,5%-uk hétfévente, 10,3%-uk heti néhány alkalommal, 1,2%-uk pedig napi szinten.

## 2.6. A fehérjék szerepe a táplálkozásban

A fehérjék hosszú láncú aminosavakból felépülő makromolekulák, szerepük a táplálkozásban és a szervezet működéséhez is elengedhetetlen. Amellett, hogy energiát adnak számos funkciót látnak el, mint a szállítás (hemoglobin), sejtváz felépítése (aktin), az izmok működtetése (miozin), a védekezés (antitestek), és a tárolás (albumin) (Internet 8).

A táplálkozásban betöltött szerepüket tekintve a fehérjét 20 aminosav építi fel, ezekből tizenegyet (alanin, arginin, aszparagin, aszpartát, cisztein, glutamin, glutamát, glicin, prolin, szerin, tirozin) a szervezet maga is képes szintetizálni, kilencet viszont külső forrásból kell bevinni a szervezetünkbe. Ezeket esszenciális aminosavaknak hívjuk (izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenil-alanin, treonin, triptofán, valin és gyermekkorban a hisztidin) és a nem esszenciális aminosavak felépítéséhez is szükségesek (Internet 8).

Legelérhetőbb formái a húsok, ugyanis ebben mind a kilenc esszenciális aminosav fellelhető. A vegán vagy vegetáriánus étrendet követőknek ezeket a különböző más élelmiszercsoportok kombinálásával kell pótolniuk, például a lizint hüvelyesek, a metionint gabonafélék fogyasztásával (Fritz et al., 2017).

Az alábbi néhány kutatás a téma megfelelő megalapozását szolgálja és segít rávilágítani, hogy miért is előnyös és megalapozott napjainkban a fehérjedús élelmiszerek fejlesztése.

Bradlee és munkatársai (2018) kutatásuk során arról számoltak be, hogy az állati eredetű fehérjetartalmú élelmiszerek magasabb bevitele önmagában is, de főleg a fizikailag aktív életmóddal együtt az izomtömeg és a funkcionális teljesítmény megőrzését eredményezte az alanyoknál. A növényi alapú fehérjék jótékony hatásai csak fizikai aktivitással együtt voltak

egyértelműek. Azt találták, hogy akik nagyobb mennyiségű állati vagy növényi fehérjeforrást fogyasztottak, náluk 35%-kal volt alacsonyabb a funkcionális hanyatlás kockázata.

Vandewater és Vickers (1996) arra mutattak rá, hogy a magasabb fehérjetartalmú ételek nagyobb jóllakottságérzetet eredményeznek, mint az ugyanolyan, viszont fehérjében szegényebb változataik. A tesztételek epres joghurt és szendvics voltak.

Ugyanakkor Pesta és Samuel (2014) kutatása a magas fehérjetartalmú étrend jóllakottság érzést növelő és testzsírcsökkenő hatása mellett figyelmeztet ezek szervezetre gyakorolt hatására is. Felhívják a figyelmet többek közt arra, hogy az elágazó láncú aminosavak magas bevitel nyugati étrenddel kombinálva növeli az anyagcsere-betegségek kialakulásának kockázatát, illetve jelentős savterhelést is jelenthet a vesék számára.

## 2.7. Nagy fehérjetartalmú fagylaltok fejlesztésének lehetőségei

Ahogy más élelmiszereknek, úgy a fagylaltok és jégkrémek fehérjetartalmát is lehet növelni. Mivel szakdolgozatomban a tejfehérje-koncentrátum (MPC), a tejsavófehérje-koncentrátum (WPC) és a tojásfehérjepor (EWP/TFP) fagylaltra gyakorolt technológiai és érzékszervi tulajdonságait vizsgálom a következő kutatások ezen anyagokhoz kapcsolódnak.

A tejsavófehérje-koncentrátum a sajtgyártás mellékterméke, tartalmaz minden olyan aminosavat, amelyre az emberi szervezetnek szüksége van, emellett új kutatásokban zsírhelyettesítőként is gyakran alkalmazzák. A jégkrémek állagának javításában funkcionális összetevőnek bizonyult (Poursani et al., 2021).

Gurskiy és Tvorogova (2022) tanulmányukban a tejsavófehérje-koncentrátummal dúsított fagylalt (1-5%) különböző technológiai és érzékszervi mutatóit elemezték. Azt találták, hogy ez az összetevő növelte a dinamikai viszkozitás és a titrálható savasság értékeit a késztermékekben. A fagylalt keménysége a tejsavófehérje-koncentrátum növekedésével csökkent, így javította a termék krémességét és állományát is. Azonban a kutatók azt is kiemelik, hogy a fő érzékszervi és technológiai mutatók alapján a savófehérje-koncentrátum tömegarányát 3% alatt kell tartani. Ennek fő oka, hogy magasabb koncentrációban túl keménnyé teszi a jégkrém állományát.

Thompson és munkatársai (1983) azt vizsgálták, hogy lehet-e a tejport savófehérje-koncentrátummal helyettesíteni fagylaltban és instant pudingban. Azt találták, hogy a tejsavófehérje-koncentrátum a jégkrémekben növelte a viszkozitást és olvadás ellenálló képességet, valamint csökkentette a fagyasztási időt és a habosodás mértékét. Az instant pudingporban pedig növelte a termék hidratáltságát és lassabban keményedett meg tőle a késztermék a tárolás során.

Poursani és munkatársai (2021) a savófehérje-koncentrátumot és a növényi forrásból származó mag eredetű gumit (Balangu Shirazi maggumi), mint zsír helyettesítőket alkalmazták a fagylaltokban. A kontroll mintából eltávolították a zsírt, ehhez képest a savófehérje-koncentrátumot vagy maggumit tartalmazó mintáknak nőtt a látszólagos viszkozitása, a keménysége, a krémessége és az érzékszervi elfogadottsága. Az olvadási sebesség és a jégkristályok mérete pedig csökkent az alkalmazott zsír helyettesítők koncentrációjának növelésével.

Robins és Radha (2019) szintén alacsony zsírtartalmú, de kecsketejből készült, savófehérje-koncentrátumos (2%) fagylaltot fejlesztettek. Azt találták, hogy nem volt szignifikáns különbség az íz, test, textúra, szín és megjelenés tekintetében az alacsony zsírtartalmú, de savófehérje-koncentrátumot tartalmazó jégkrém és a teljes zsírtartalmú kontroll között. Továbbá a sovány tejet tartalmazó kontroll elfogadási aránya szignifikánsan alacsonyabb volt a savófehérje-koncentrátumot tartalmazóhoz képest ( $p < 0,01$ ). A tejsavófehérje hozzáadásával az olvadási idő is szignifikánsan nőtt.

A tejfehérje-koncentrátum előnye a savófehérje-koncentrátummal szemben, hogy alacsony laktóztartalmú és megőrzi a tej eredeti savó-kazein arányát. Előállítás az ultraszűrés, bepárlás és porlasztva szárítás eljárásokkal történik (Mostafavi, 2016).

Egy 2024-es kutatásban tejalapú, magas fehérjetartalmú termékeket, többek közt tejfehérje-koncentrátumot vizsgáltak, hogy értékeljék melyek alkalmasak alacsony zsírtartalmú fagylaltok összetevőjeként. Azt találták, hogy ezek az anyagok hozzájárultak a fagylaltok viszkozitásának és vízmegkötő képességének növeléséhez, amely segített reprodukálni a jégkrémekre jellemző krémes állagot. Bár néhány mintából hiányoztak az esszenciális aminosavak a termék tápértékét így is javították a fehérje összetevők (Orazov et al., 2024).

Ugyanezek a kutatók 2024-ben az alacsony laktóztartalmú tejfehérje-koncentrátumok hatását vizsgálták a fagylaltok technológiai és érzékszervi mutatóira nézve. Azt találták, hogy a savófehérje-koncentrátum hatására a viszkozitás 1,8–2,6-szorosára csökkent, ezen kívül a keménység és tapadóképeség növekedését tapasztalták. A színmérés segítségével kimutatták a sárgasági index csökkenését a tejfehérje-koncentrátum használata esetén. Azt találták, hogy a technológiailag jelenős mutatók alapján a tejfehérje-koncentrátum előnyösebb az alacsony laktóztartalmú fagylaltok előállításához, mint a savófehérje-koncentrátum (Tvorogova et al., 2024).

Paglia és munkatársai (2023) a tejfehérje-koncentrátumot és a csökkentett kalciumtartalmú tejfehérje-koncentrátumot természetes emulgeálószerként alkalmazták a magas fehérjetartalmú fagylaltgyártásban. Azt találták, hogy e két anyag szintjének növekedésével a fagylaltkeverékek

viszkozitása nőtt. Emellett, a magas fehérjetartalmú mintáknál lassabb oladási sebesség mutatkozott meg, valamint magasabb keménységgel és tapadóképeséggel rendelkeztek. Ugyanakkor megemlítik, hogy a trendek nem voltak következetesek. Végül tárolási kísérletek után megállapították, hogy a tejfehérje-koncentrátumok hozzáadásával készült jégkrémek jobb tárolási stabilitással rendelkeztek, mint az emulgeálószer nélküli kontroll csoport tagjai.

Tang és munkatársai (1994) a tojásfehérjét több tejsavófehérje termékkel összevetve azt állapították meg, hogy adott fehérjekoncentrációk mellett a tojásfehérje alacsonyabb gélesedési hőmérséklettel, magasabb kezdeti gélesedési sebességgel és magasabb gélmerevséggel rendelkezik, mint a tejsavófehérje-termékek. Emellett a gélesedéshez szükséges minimális fehérjemennyiség is jóval kevesebb volt, mint a többi anyag esetében. A megnövelt sótartalmú tejsavófehérje-termékek gélesedési sebessége már jóval közelebb állt a tojásfehérjét tartalmazó termékekéhez, de ahhoz, hogy a tejsavófehérje-termékek a többi tulajdonságban megegyezzenek a tojásfehérjés termékekkel további fejlesztés szükségességére világítottak rá. Így, habár a savófehérje-koncentrátum is rendelkezik szerkezetkialakító tulajdonságokkal, a tojásfehérje szerkezetkialakító képességét nem tudta felülmúlni.

## 2.8. Fehérjedús jégkrémek piaca

A termékfejlesztés fontos lépése a piacon szereplő proteines jégkrémek összetevőinek tanulmányozása, hogy felmérhessük milyen összetevőket és legfőképp milyen fehérjéket tartalmaznak és mekkora mennyiségben. Az 1. táblázat 10 fehérjedús jégkrém ízét, fehérjetartalmát és az 1924/2006 EK rendelet szerinti besorolását szemlélteti. Mivel a magyarországi boltokban kis választék fellelhető az ilyen termékekből, az internet segítségével néhány külföldön forgalmazott termék összetevői is áttekintésre kerültek (Internet 9). Így tíz proteines jégkrém került összehasonlításra, melyeket többek közt azt Aldi, Lidl és Penny szupermarketek forgalmazznak. A fehérjés jégkrémek között a leggyakrabban alkalmazott ízesítések a csokoládé, a csokis keksz, a vanília, és a karamell.

**1. táblázat:** Különböző termékek a fehérjedús jégkrémek piacáról és besorolásuk az 1924/2006 EK rendelet alapján

(Forrás: saját szerkesztés Internet 9 alapján)

Márka és üzlet	Ízesítés	Fehérje mennyisége (g/100 g)	1924/2006 EK rendelet szerinti besorolás
Gelatelli-Lidl	Csokoládé-keksz	7,2	fehérjében gazdag
Gianni's-Aldi	Vanília-Karamell	11	fehérjeforrás
Rios-Penny	Dupla csokoládé	9,4	fehérjében gazdag
Alive-Lidl	Csokoládé	12	fehérjében gazdag
Nourish-Rewe	Vanília-Karamell	10	fehérjében gazdag
Barabells-FitFuel	Vanília	10	fehérjeforrás
Rewe-Rewe	Vanília	11	fehérjeforrás
Tonitto-Kifli.hu	Csokoládé	8,6	fehérjében gazdag
Icense-Prozis	Vanília	9,2	fehérjeforrás
Coolbite-Aldi	Fehérsokoládé-kókusz	17	fehérjeforrás

A tíz vizsgált termékből az 1924/2006 EK rendelet alapján öt nevezhető fehérjeforrásnak, amely feltétele, hogy az élelmiszer energiaértékének legalább 12%-át fehérje biztosítsa. Öt pedig fehérjében gazdag, amelyhez az szükséges, hogy az élelmiszer energiaértékének legalább 20%-a fehérjéből származzon (Internet 10). Emellett megnövelt fehérjetartalmúnak minősíthető minden olyan termék, amely a rendelet alapján fehérjeforrásnak nevezhető és legalább 30%-kal több fehérjét tartalmaz, mint a hasonló termékek. Ez az állítás mindegyik vizsgált termékre igaz, mivel egy átlagos jégkrém fehérjetartalma 3,5-4%, a vizsgált termékek közül pedig a legkevesebb fehérjét tartalmazó fagyaltban is 7,2% protein volt (1. táblázat). Édesítőszer tekintetében változatosság tapasztalható. A legnépszerűbb a stevia vagy abból származó steviol-glükozidok és az eritrit, előbbi hat utóbbi hét jégkrémekben található meg. Emellett előfordulnak xilitet, maltitot és inulint tartalmazó termékek is. A stabilizátorok közül a guar gumit és a szentjánoskenyérlistet tartalmazza a legtöbb termék. Mindegyik tejdesszertben van tejből származó fehérje, de előfordul olyan is, amelyikben emellett teljes tojáspor, illetve tojásfehérjepor található. A legtöbb energiát a Coolbite Protein jégkrémszelet tartalmazza, féhérsokoládé és kókusz ízesítésben, 100 grammban 370 kcal van (Internet 11). A legkevesebbet pedig a Gelatelli High protein fagyalt csokis keksz ízesítésben. Ennek 100 grammonként 124 kcal az energiataralma (Internet 12).

## 3. Anyagok és módszerek

### 3.1. Felhasznált anyagok bemutatása

Diplomamunkám során az itt felsorolt, kereskedelmi forgalomban kapható anyagokat használtam fel: 3,5%-os zsírtartalmú tej (Mizo), 30%-os zsírtartalmú habtejszín (Milli), 20-22% kakaóvaj tartalmú holland kakaópor (Nature Cookta), szacharóz (Koronás), dextróz (m-GEL), maltit (m-GEL), eritrit (Oligo Life) és guar gumi (m-GEL).

A hozzáadott fehérjét tartalmazó mintákban a fenti hozzávalókat tejfehérje-koncentrátum (MPC), savófehérje-koncentrátum (WPC), illetve tojásfehérjepor (TFP) egészítette ki. A következő részben a fehérjedús jégkrémek fejlesztése során alkalmazott fehérjeporokat és édesítőszerket mutatom be részletesebben.

A tojásfehérje az élelmiszeripar fontos erőforrása, kiváló habosító és zselésítő tulajdonsága miatt. Emellett, mivel fontos fehérjéket tartalmaz, tápértéknövelő összetevőként is alkalmazható. Az élelmiszeriparban a tojásfehérjepor alkalmazása gyakoribb, mint a friss tojásé, mivel olcsóbb és könnyebb tárolni, szállítani. Előállítására fagyasztva vagy porlasztva szárítással történik, melyek közül az utóbbi az elterjedtebb, idő- és energiahatékonyabb mivolta miatt (Hammami & René, 1997). Az általam felhasznált tojásfehérje is porlasztva szárítással készült, amit homogénezés és pasztörözés előzött meg a termékspecifikáció szerint (Internet 13). A termék Capriovus márkájú és önmagában 83%-os fehérjetartalommal rendelkezik.

A felhasznált tejfehérje-koncentrátum és savófehérje-koncentrátum 80% fehérjét tartalmaznak és a Szűcs és Társa cég forgalmazza őket. A két tejalapú fehérje pasztörözés, ultraszűrés és porlasztva szárítás technológiáival készül (Internet 14).

A tejsavó a sajt- és kazeingyártás mellékterméke, de feldolgozásával számos hozzáadott értékű termék nyerhető, mint például a savófehérje-koncentrátumok, melyek fehérjetartalma 34% és 89% közé esik (Wright et al., 2009).

Tejfehérje-koncentrátumnak azokat a tejfehérje porokat nevezik, melyek fehérjetartalma a szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva 90% alatt található. A koncentrált tejfehérjék miatt ezen termékek laktóz- és ásványianyag-tartalma jelentősen alacsonyabb a teljes vagy sovány tejporokénál (Meena et al., 2017).

Az eritrit egy természetes cukoralkohol, kalóriaértéke és glikémiás indexe 0, alternatív édesítőszerként használható a szacharóz és dextróz kiváltására az élelmiszerekben. Édesítőereje a cukorhoz képest 60-80%. Természetes formában is előfordul gyümölcsökben és fermentált élelmiszerekben. Előállítására fermentációs eljárással történik, valamilyen szénhidrátforrásból,

élesztőgombák segítségével. Ezután tisztításon és kristályosításon kell átesnie, hogy elérje fehér, kristályos formáját (Internet 15).

A maltit egy általában kukoricakeményítőből előállított cukoralkohol, melyet alternatív édesítőszerként tartanak számon. A kristálycukor édesítőerejének 75-90%-ával rendelkezik, de kalóriaértéke és glikémiás indexe kisebb, mint a szacharózé. Természetes módon fordul elő különböző gyümölcsökben és zöldségekben. Alkalmazása az élelmiszerek mellett gyógyszerekben és szájápolási termékekben is elterjedt (Saraiva et al., 2020).

A guar gumit a fürtös bab endospermiumából állítják elő, az élelmiszeriparban por formájában, adalékanyagként használják. Képes hidrogénkötéseket kialakítani a vízmolekulákkal, így főként sűrítőanyagként, illetve stabilizátorként alkalmazzák. Multifunkcionális anyagnak nevezhető, ugyanis a fent megemlített tulajdonságai mellett a guar gumi számos betegség kezelésében is hasznosnak bizonyult, ilyenek például a cukorbetegség, vagy a vastagbélrák kezelése (Mudgil et al., 2014).

Az előállítani kívánt fehérjedúsított csokoládé jégkrémek termékkonceptiója arra épült, hogy a piac szereplőihez hasonló összetételű és fehérjetartalmú, kevés energiát adó édesítőszer tartalmazó, ugyanakkor ízletes produktum készüljön, a jégkrém jellegzetes tulajdonságainak megőrzése mellett. Így a Fehérjedús jégkrémek piaca című fejezetből kiindulva stabilizátornak a guar gumit választottam, ízesítésnek pedig az egyik legnépszerűbbet, a magyar fogyasztók körében kedvelt csokoládét. Azt, hogy melyik édesítőszer kerüljön kiválasztásra a fejlesztett jégkrémek cukortartalmának csökkentésére, egy édesítőszerválasztási előkísérlet alapján döntöttem el.

## 3.2. A kísérletek felépítése

### 3.2.1. Első kísérlet: Édesítőszer hatástanak vizsgálata a fagyalt

#### levegőfelvételére és olvadékonyságára

A fehérjedús jégkrémek gyártási folyamatának első lépése a megfelelő tulajdonságokkal rendelkező alapmix kiválasztása és elkészítése volt. Ehhez először háromféle édesítőszer kombinálásával háromféle alapmixet készítettem, ezekhez még nem adtam extra fehérjeforrást. Mindegyik csokoládé ízesítésű volt, amelyet kakaópor hozzáadásával értem el. Céljaim közt szerepelt a szacharóz és dextróz legalább egy részét energiát nem adó édesítőszerekkel kiváltani. Az első jégkrémhez kristálycukrot és dextrózt (továbbiakban C,D) használtam 2:1 arányban, a másodikhoz maltitot és dextrózt (továbbiakban M, D) szintén 2:1 arányban, a harmadikhoz pedig maltitot és eritritet (továbbiakban M,E) 1:1 mértékben. A többi összetevő mennyisége és minősége ugyanaz volt mindhárom mintában.

A hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, különböző édesítőszerrel felhasználásával készült alapmixek anyagnormáit a 2. táblázat mutatja be.

**2. táblázat:** A hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, különböző édesítőszerrel készült alapmixek anyagnormái 1kg késztermékhez

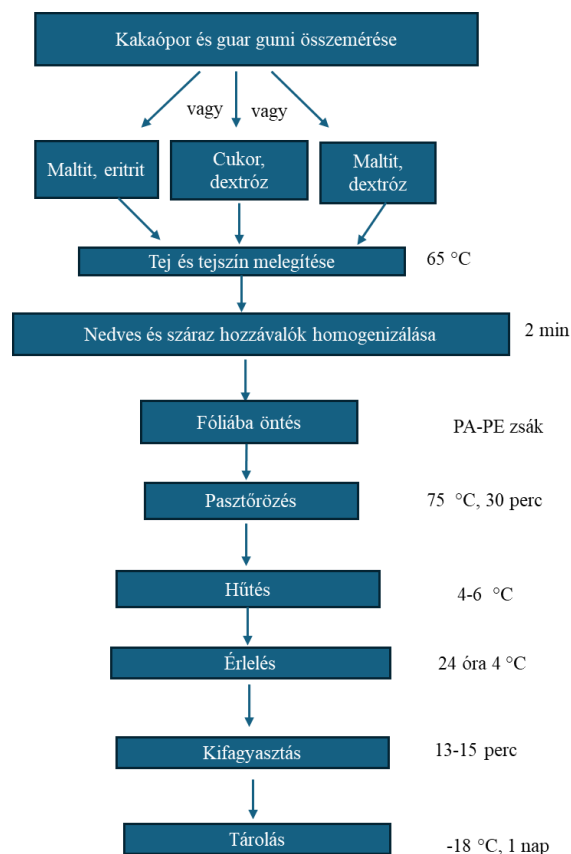
(Forrás: saját szerkesztés)

Cukor-dextróz csokoládé alapmix (C,D)	Maltit-dextróz csokoládé alapmix (M,D)	Maltit-eritrit csokoládé alapmix (M,E)
700 g tej (3,5%)		
120 g tejszín (30%)		
50 g kakaópor		
100 g kristálycukor	100 g maltit	100 g maltit
50 g dextróz	50 g dextróz	50 g eritrit
4 g guar gumi		

A 2. ábra az első kísérlet gyártástechnológiáját mutatja be, amely során négyféle édesítőszer kombinálásával készítettem el háromféle hozzáadott fehérjét nem tartalmazó alapmixet.

**2. ábra:** Az első kísérlet technológiai folyamatábrája

(Forrás: saját szerkesztés)



A jégkrémek összeállításához először külön-külön összemértem a folyékony és a por állagú összetevőket. Így az első mérőpohárba került a kakaópor, az édesítőanyagok és a guar gumi, egy másikba pedig a tej és a tejszín, melyet mikrohullámú sütőben 65 °C-ra melegítettem. A hőmérsékletet a folyamat közben bothőmérővel ellenőriztem. Amikor a tej és tejszín elérte a kívánt hőmérsékletet kisebb adagokban folyamatos keverés mellett a por állagú összetevőkhöz adtam a keveréket. Ezután ötös fokozaton két percen keresztül homogenizáltam az alapmixet a Robot Coupe Mini MP 160 VV félipari botmixer segítségével (1-9 fokozat; 2000-12500 fordulat/perc) (Robot Coupe, Montceau-en-Bourgogne, Franciaország), majd a keletkezett masszákat PA-PE (poliamid-polietilén) tasakokba töltöttem és lezártam egy impulzushegesztő gép segítségével. A mikrobiológiai stabilitás és megfelelő állomány létrehozása céljából 75 °C-os vízfürdőben 30 percn keresztül pasztöröztem az alapmixeket. Végül a kifagyasztás előtt 4-6 °C-on 24 órán át érleltem a mixeket a jobb aromák és tulajdonságok elérése érdekében. A kifagyasztást a CRM Macchine per Gelato by Telme GEL 5 típusú géppel végeztem, 13-15 percn keresztül. A kész jégkrémeket műanyagdobozokba és formákba szedtem és -18 °C-os fagyasztószekrényben egy napon át keményítettem. Ezután a mintákon olvadákonyság- és habosodás vizsgálatot végeztem, hogy megállapíthassam, a termék milyen tulajdonságait befolyásolja a hozzáadott édesítőszer típusa. Ezek végkimenetele, valamint, hogy melyik édesítőszerkombináció és miért került kiválasztásra az Eredmények című fejezetben olvasható.

### 3.2.2. Második kísérlet: Fehérjedús jégkrémek fejlesztése a maltit-eritrit édesítőszer-kombinációval

Miután az eredményekre alapozva kiválasztottam a maltit-eritrit (1:1) édesítőszer-kombinációt, a receptúrákat úgy írtam meg, hogy a hagyományos tejes fagyaltokra jellemző zsír- (8-10%) és szárazanyagtartalom (max. 40%) megtartása mellett 12%-os fehérjetartalmú, stabil állományú termékeket tudjak létrehozni (3. táblázat). A fehérjedúsításhoz a „Felhasznált anyagok” című fejezetben bemutatott tejfehérje-koncentrátumot (MPC), tejsavófehérje-koncentrátumot (WPC) és tojásfehérjeport (TFP) használtam. Ezenkívül ugyanazt a gyártástechnológiát alkalmaztam, mint a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó alapmixeknél, azzal a különbséggel, hogy a tojásfehérjeport tartalmazó alapmixet csak 65 °C-os vízfürdőben pasztöröztem, a koaguláció jelenségének megelőzése okán. Az elkészült jégkrémeken számos mérést végeztem, hogy megállapíthassam, melyik termék az optimális reológiai szempontok szerint és melyik felel meg legjobban a fogyasztói elvárásoknak. Az ehhez alkalmazott mérési módszerek az Anyagok és módszerek részben, az eredmények az Eredmények fejezetben olvashatóak.

**3. táblázat:** A különböző hozzáadott fehérjéket tartalmazó, maltit-eritrittel készült alapmixek anyagnormái 1kg késztermékhez

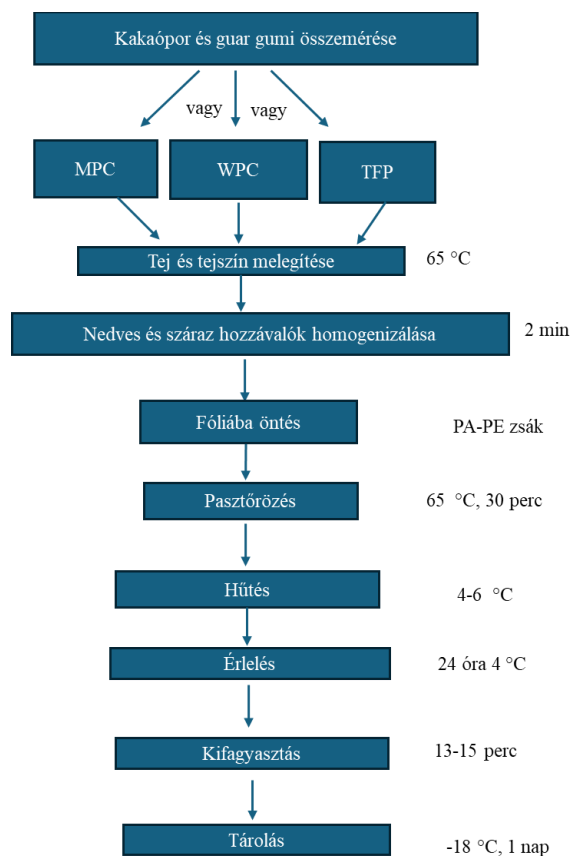
(Forrás: saját szerkesztés)

<i>Csokoládé jégkrém tejszín- koncentrátummal (MPC)</i>	<i>Csokoládé jégkrém tejszín- koncentrátummal (WPC)</i>	<i>Csokoládé jégkrém tojásfehérjével (TFP)</i>
552 g tej (3,5%)	542 g tej (3,5%)	552 g tej (3,5%)
150 g tejszín (30%)		
40 g kakaópor	44,5 g kakaópor	44,5 g kakaópor
70 g maltit		
70 g eritrit		
3,5 g guar gumi		
114,5 g MPC	120 g WPC	110 g TFP

A 3. ábra a második kísérlet gyártástechnológiáját mutatja be, amely során háromféle fehérjepor felhasználásával készítettem el háromféle fehérjedús alapmixet.

**3. ábra:** A második kísérlet technológiai folyamatábrája

(Forrás: saját szerkesztés)



### 3.3. Mérési módszerek

#### 3.3.1. Szárazanyag-tartalom mérés

A termékek szárazanyag-tartalmának meghatározásához a mintákat 105 °C-os szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottam. A mérés során három párhuzamost alkalmaztam, a pontos kiértékelhetőség érdekében. Ehhez analitikai mérleg segítségével petricsészékbe mértem 1,5-2 g mennyiségű felolvadt jégkrémet a második kísérlet mintáiból (nedves tömeg). Ezután a feliratozott üvegedényeket 4 órára szárítószekrénybe helyeztem, majd újra lemértem a tömegüket (száraz tömeg). Végül a szárazanyag-tartalmat az alábbi (1) képlet segítségével, százalékban fejeztem ki (Akalin & Erişir, 2008).

$$\text{Szárazanyag tartalom [\%]} = \frac{\text{száraz tömeg} - \text{petricsésze tömege}}{\text{nedves tömeg}} * 100 \quad (1)$$

#### 3.3.2. Habosodás vizsgálat

A habosodás vizsgálat, vagy másnéven levegőfelvétel azt mutatja meg, hogy a jégkrém mennyi levegőt vett fel az alapmix kifagyasztása során. Ezt a módszert az első és második kísérletben is alkalmaztam. Ehhez egy 50 ml térfogatú pohárban lemértem az alapmixek tömegét kifagyasztás előtt és az elkészült fagylalt tömegét kifagyasztás után, majd a tömegkülönbséget százalékban állapítottam meg a (2) képlettel (Ghaderi et al., 2021). A mérést három párhuzamos mintával végeztem.

$$\text{Habosodás [\%]} = \frac{\text{alapmix tömege} - \text{jégkrém tömege}}{\text{jégkrém tömege}} \cdot 100 \quad (2)$$

#### 3.3.3. Olvadékonyság-vizsgálat

Ezt a mérést hat mintán végeztem (ME, MD, CD, MPC, WPC, TFP) minden minta esetében szobahőmérsékleten, 21°C-on történt a mérés. Mind a fehérjedúsított, mind az alapjégkrémekből egyenletes 50 grammos hengereket fagyasztottam, majd ezeket rozsdamentes acél rácson hagytam megolvadni (4. ábra). A csepegési veszteséget főzőpoharakba gyűjtöttem és ötpercenként mértem, mérleg segítségével. Ezt addig ismételtam, amíg a teljes minta leolvadt (Baer et al., 1999). Az olvadást a csepegési veszteség tömegének és a jégkrémminta teljes tömegének hányadosaként határoztam meg, és az idő függvényében ábrázoltam. A maximális olvadási sebességet (MDR) az olvadási görbe legmagasabb meredekségén határoztam meg (Koxholt et al., 2001). A mérést három-három párhuzamos mintával végeztem.

#### 4. ábra: Olvadékonyság-vizsgálat, első kísérlet

(Forrás: saját fénykép)



#### 3.3.4. Színmérés

A második kísérlet során az alapmixek és a fagyasztott minták felületi színének CIELAB-értékekben (világossági tényező, L\*; vörös-zöld tényező, a\*; és sárga-kék tényező, b\*) történő vizsgálatát Konica Minolta CHROMA METER CHR-400 tristimulus színmérő készülékkel végeztem (Internet 16). A mérést 4 párhuzamos skálán valósítottam meg. A készülék által kijelzett paraméterekből a (3) képlet alapján számoltam a színkülönbségeket. A kifagyasztott, fehérjedús mintákat a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kifagyasztott kontrollhoz és saját alapmix párjukhoz viszonyítottam. A kapott eredmények az alábbi, 4. táblázat alapján kategorizálhatók be.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (3)$$

#### 4. táblázat: Érzékelt színkülönbségek kategóriái

(Forrás: saját szerkesztés, Internet 16 alapján)

$\Delta E^*$	Érzékelt színkülönbség
0-0,5	Nem észrevehető
0,5-1,5	Alig észrevehető
1,5-3,0	Észrevehető
3,0-6,0	Jól látható

### 3.3.5. Reológiai tulajdonságok vizsgálata

A kész fehérjedús fagylaltok reológiai tulajdonságait Anton Paar MCR 92 reométerrel vizsgáltam (Internet 17). A berendezést rotációs üzemmódban használtam, koncentrikus hengerrendszerrel (csésze átmérője 28,920 mm, rúdátmérő 26,651 mm, rúdhossz 40,003 mm, aktív hossz 120,2 mm, pozicionálási hossz 72,5 mm). Az alapmixek méréseit 20 °C-on végeztem, érlelést követően. Logaritmikusan növekvő, majd csökkenő nyírási sebességet alkalmaztam (10-1000 1/s), a nyírófeszültség pedig 3 másodpercenként került rögzítésre. A kísérlet során három párhuzamos mérést végeztem, amelyhez a RheoCompass szoftvert használtam (Internet 17). A kiértékelést a folyásgörbék és viszkozitásgörbék összehasonlításával végeztem. A kapott folyásgörbékre pedig a Herschel-Bulkley egyenletet (4) illesztettem, mert ez több szakirodalom szerint jól leírja a fagylaltok reológiai viselkedését (Ranaweera et al., 2022; Mostafavi et al., 2017). A modellillesztést a legkisebb négyzetek módszerével végeztem, Excel Solver segítségével. Az illesztett függvények alkalmasságát a korrelációval jellemeztem ( $R^2$ ), és minden minta esetében három párhuzamos mérést alkalmaztam.

$$\tau = \tau_0 + K\left(\frac{dy}{dt}\right)^n \quad (4)$$

A 4. egyenletben  $\tau$  a nyírófeszültséget (Pa),  $\tau_0$  a folyáshatárt (Pa),  $\left(\frac{dy}{dt}\right)$  a nyírási sebességet ( $s^{-1}$ ),  $K$  a konzisztencia együtthatót ( $Pa \cdot s^n$ ) és  $n$  kitevő az áramlási sebességet (dimenzió nélküli) jelöli.

### 3.3.6. Differenciális pásztázó kalorimetriás mérés (DSC)

A második kísérletben a jégkrémek termofizikai vizsgálatát Setaram DSC131 evo differenciális pásztázó kaloriméterrel végeztem, melynek során a fehérjedúsított mintákat vizsgáltam (Nagy et al., 2013). Analitikai mérleggel 30-40 mg mintát mértem a mintatartó edényekbe, a referencia egy üres edény volt. A mérés során alkalmazott program először +30°C-ról -50 °C-ra hűtötte a mintákat 5 °C  $min^{-1}$  hűtési sebességgel, majd 15 percig -50 °C-on tartotta a jégkrémeket. Végül a készülék -50 °C-ról +30 °C-ra melegítette a mintákat 2 °C  $min^{-1}$  fűtési sebességgel. A mérések vezérléséhez és kiértékeléséhez a Castillo Processing szoftvert használtam. A termogrammokhoz pedig tangenciális szigmoid típusú alapvonalat illesztettem, melynek segítségével meghatároztam az olvadás kezdeti hőmérsékletét. Emellett a görbék segítségével az üvegesedési hőmérsékleteket is megállapítottam. A kiértékelést az olvadás kezdeti hőmérséklete ( $T_0, ^\circ C$ ) és a látens olvadáshő ( $\Delta H, Jg^{-1}$ ) összehasonlításával végeztem el. Emellett a ki nem fagyó víztartalmat (UFW, g/100 g) is meghatároztam, a minta összes víztartalmának százalékában kifejezve, az alábbi (5) egyenlet segítségével (Goñi et al., 2007).

$$UFW = 100 - \frac{\Delta H_{minta}}{\Delta H_{v\acute{e}z} \cdot \left(\frac{W}{100}\right)} \cdot 100 \quad (5)$$

Az egyenletben UFW a ki nem fagyó víztartalmat (g/100 g),  $\Delta H_{minta}$  a jégkrém minták olvadásának látens hőjét ( $Jg^{-1}$ ),  $\Delta H_{v\acute{e}z}$  a desztillált víz olvadásának látens hőjét ( $330 \text{ kJ kg}^{-1}$ ), W a minta víztartalmát (g/100 g) jelöli. A mérést háromszor végeztem el, mindhárom fehérjedúsított mintán.

### 3.3.7. Érzékszervi bírálat

A maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll és a három fehérjedúsított jégkrém érzékszervi bírálatához a mintákat egyenesen a fagyasztószekrényből ( $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ ) vettem ki, és azonnal háromjegyű véletlenszerű számokkal kódolt, illatmentes műanyag poharakban kínáltam a résztvevőknek (Herald et al., 2008). A bírálói panel 17 főből állt, akik élelmiszermérnök hallgatók voltak. Az érzékszervi tulajdonságokat (szín, illat, íz, állomány és összbenyomás) 0-tól (legrosszabb) 9-ig (legjobb) terjedő skálán értékelték a bizottság tagjai. Emellett le kellett írniuk, hogy tapasztalnak-e valamilyen mellékízt a termékek kóstolásakor.

### 3.3.8. Statisztikai elemzés

A kísérleti eredmények rendszerezését és ábrázolását Microsoft Excel programban végeztem el. A mért paraméterek közötti összefüggéseket a lineáris korrelációs együtthatóval elemeztem. A szignifikáns hatások feltárásához az SPSS Statistic programot használtam, amelyben először normalitásvizsgálatot futtattam. Ennek során minden esetben bebizonyosodott a vizsgált adatok normalitása ( $p > 0,05$ ). Ezután Levenes-tesztet futtattam, amely rávilágított, hogy a minták szórásai egyformának tekinthetők ( $p > 0,05$ ). Így már alkalmazhattam az ANOVA-t (varianciaanalízis), melynek segítségével megállapítható, hogy van-e szignifikáns különbség az adatok valamely csoportjai között ( $p < 0,05$ ). Szignifikáns eltérések és homogén varianciák esetén a Tukey-féle post hoc teszttel elemeztem tovább az eredményeket. Az  $a^*$  és  $b^*$  értékek elemzésénél a szóráshomogenitás feltétele nem teljesült, a Games-Howell-tesztet kellett alkalmazni az eredmények kiértékeléséhez. Az adatokat az ábrákon és táblázatokban átlag $\pm$ szórás formában mutatom be, a kisbetűk pedig a Tukey- és Games-Howell-teszt során kialakult szignifikánsan különböző csoportokat jelölik.

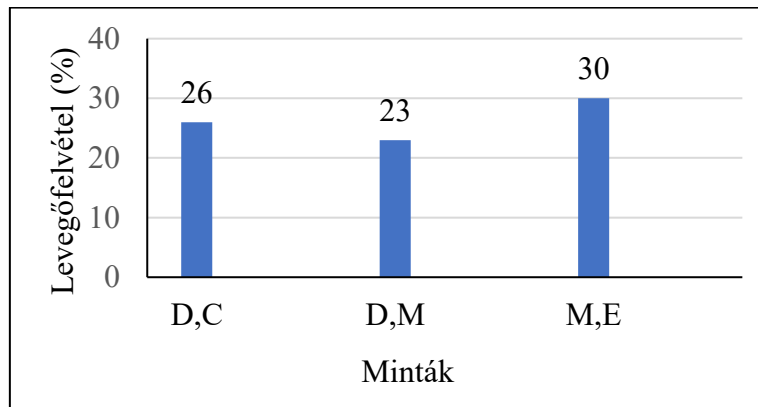
## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Első kísérlet eredményei: Édesítőszeres hatásának vizsgálata a fagyalt levegőfelvételére és olvadákonyságára

#### 4.1.1. A különböző édesítőszeres hatására gyakorolt hatása

A fagyaltgyártás során az alapmixbe levegőt keverünk, amely egy fontos minőséget meghatározó tényező. A különböző édesítő anyagokkal készített minták által felvett levegő mennyiségét az 5. ábra szemlélteti.

**5. ábra:** Habosodás értékek alakulása a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó alapmixekben  
(Forrás: saját szerkesztés)



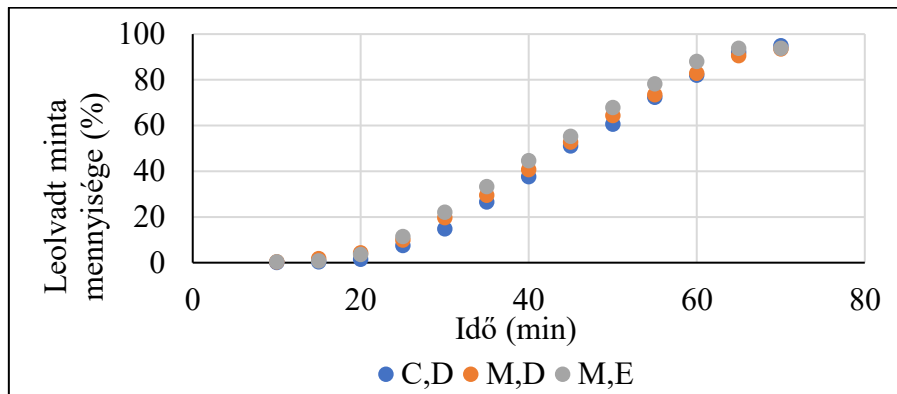
Ebben a kísérletben a fagyasztási folyamat során a legtöbb levegőt a maltit-eritrittel édesített jégkrém vette fel (30%), így ennek az állománya lett a leghabosabb és legkrémesebb is. Ezt követte a dextróz-cukros (26%) majd a maltit-dextrózos (23%) minta.

#### 4.1.2. A különböző édesítőszeres olvadákonyságra gyakorolt hatása

A 6. ábrán a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó jégkrémek olvadákonyság-vizsgálatának eredményei láthatóak.

**6. ábra:** Olvadékonyság-vizsgálat eredményei a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó jégkrémekben

(Forrás: saját szerkesztés)

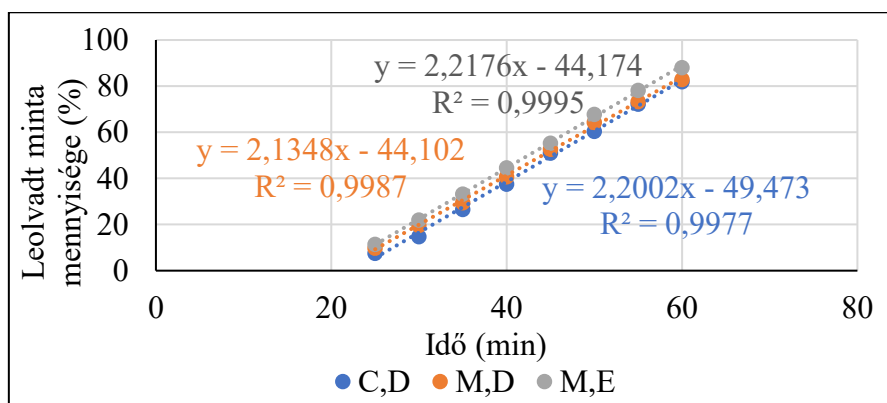


Ebben az esetben azt figyelhetjük meg, hogy a cukor-dextróz kombinációval elkészített jégkrém kezdett a legkésőbb olvadni (12. perc). Az első olvadt csepp leesése leghamarabb a maltit-dextrózos jégkrémnél következett be, átlagosan a 6. percben. A maltit-eritrites esetében ez a 10. percben valósult meg. Ugyanakkor a különböző mintákat jelölő pontok közel vannak egymáshoz a diagrammon és a teljes leolvadás percei is hasonlóan alakultak. Ez a cukor-dextrózos és maltit-dextrózos mintánál a 68. percben, a maltit-eritritet tartalmazónál a 65. percben történt meg. Így nem alakult ki nagy eltérés a minták olvadékonyságát tekintve.

A 7. ábrán lévő egyenletek meredeksége egyenlő az olvadási rátával, amely azt mutatja meg, hogy egy jégkrém mennyire gyorsan olvad el. Minél nagyobb a meredekség, annál lassabb a jégkrém olvadása.

**7. ábra:** Olvadási ráták alakulása a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó mintákban

(Forrás: saját szerkesztés)



Az olvadékonyság mellett a különböző alapmixek olvadási rátái is hasonlóan alakultak. A cukor-dextrózos és maltit-eritrites mintánál ez a 2,2, a maltit-dextrózosnál ez a 2,1 értéket vette fel. Tehát a cukor-dextrózzal édesített minta és a maltit-eritrittel édesített minta valamivel lassabban olvadt, mint a maltit-dextrózos jégkrém. Egy friss kutatás felhívja rá a figyelmet,

hogy az eritrit magasabb koncentrációban történő alkalmazása (30%) késleltetheti az olvadás kezdetét (Liburdi et al., 2025). Ugyanakkor megemlítendő, hogy az általam alkalmazott koncentráció mindössze 7% volt.

A habosodás és az olvadákonyság-vizsgálat eredményei alapján, mivel célom a magas fehérjetartalom mellett egy alacsony energiaértékű, krémes és stabil termék elérése volt, a fehérjedús jégkrémek édesítésére a maltit-eritrit kombinációt választottam.

## 4.2. Második kísérlet eredményei: Fehérjedús jégkrémek fejlesztése a kiválasztott maltit-eritrit édesítőszer-kombinációval

### 4.2.1. Szárazanyag-tartalom mérés eredményei

Az 5. táblázat a szárítószeletrényben mért szárazanyag-tartalom eredményeit tartalmazza.

**5. táblázat:** Szárazanyag-tartalom eredmények alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó alapmixekben

(Forrás: saját szerkesztés)

*Megjegyzés: az értékek átlag ± szórás formában vannak megjelenítve, az azonos oszlopban eltérő felsőindexű átlagok szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ )*

Minták	Szárazanyag tartalom mért (%)
Kontroll	$32,09 \pm 0,65^a$
MPC	$40,51 \pm 0,09^b$
WPC	$40,73 \pm 0,08^b$
TFP	$40,20 \pm 0,02^b$

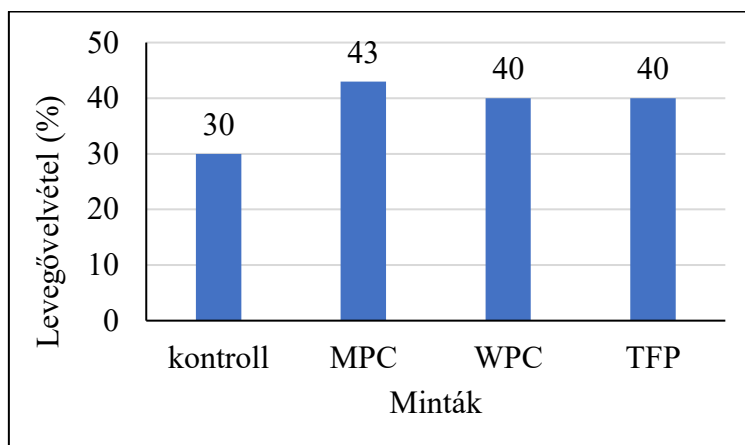
A szárítószeletrényes mérés során kiderült, hogy a fehérjével nem dúsított kontroll kevesebb, 32% szárazanyagot tartalmaz, míg a fehérjedúsított minták szárazanyag-tartalma 40-41% között alakult. Azt, hogy az állati fehérjeforrások jégkrémhez való hozzáadása megnöveli a szárazanyag-tartalmat más szakirodalom is megerősíti (Csurka et al., 2023). Emellett a statisztikai elemzés során is bebizonyosodott, hogy a kontroll szárazanyag-tartalma szignifikánsan különbözik a fehérjedúsított jégkrémekétől, jóval kisebb azokénál. A kapott adatok a differenciális pásztázó kalorimetriás mérésnél is hasznosítottam, a ki nem fagyó víztartalom kiszámítása során.

#### 4.2.2. A különböző fehérjék habosodásra gyakorolt hatása

A különböző fehérjeporokkal készített minták által felvett levegő mennyiségét a 8. ábra szemlélteti.

**8. ábra:** Habosodás értékek alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémekben

(Forrás: saját szerkesztés)



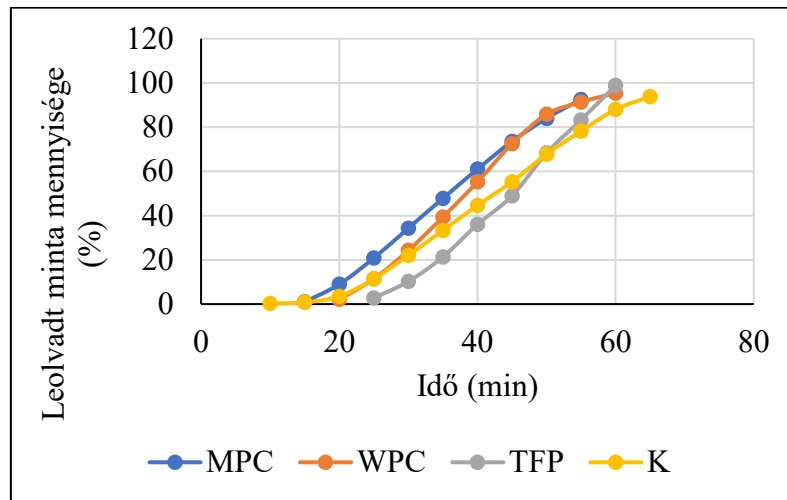
Azt láthatjuk, hogy a fehérjék hozzáadásával a levegőfelvétel mértéke megemelkedett. A kontrollhoz képest a tejfehérje-koncentrátumos minta levegőfelvétele 13%-kal, a savófehérje-koncentrátumos és a tojásfehérjeporos minták habosodása 10%-kal nőtt meg. Így ebből a szempontból az tejfehérje-koncentrátum bizonyult a legalkalmasabbnak a fehérjedúsított fagyaltok készítésére. Szakirodalmakkal összevetve az eredményeket azt találtam, hogy egyes esetekben a fehérjék hozzáadása csökkentette (savófehérjék alkalmazása), míg más esetekben (savófehérje és transzglutamináz együttes alkalmazása) növelte a levegőfelvétel mértékét (Danesh et al., 2017).

#### 4.2.3. A különböző fehérjék olvadékonyságra gyakorolt hatása

A 9. ábrán a hozzáadott fehérjét tartalmazó alapmixek olvadékonyság-vizsgálatának eredményei láthatóak.

**9. ábra:** Olvadékonyság-vizsgálat eredményei a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémekben

(Forrás: saját szerkesztés)

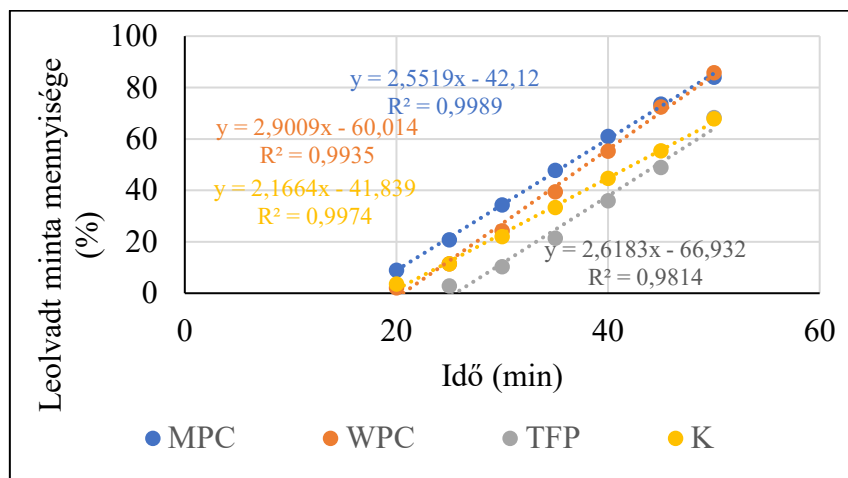


A hozzáadott fehérjét tartalmazó alapmixek esetében azt figyelhetjük meg, hogy a tojásfehérjeporral készített jégkrém kezdett a legkésőbb olvadni (22. perc). Az első olvadt csepp leesése a kontrollnál a 9. percben, a tejfehérje-koncentrátumot tartalmazó mintánál a 13. percben, a tejsavófehérje-koncentrátumot tartalmazónál a 16. percben következett be. A különböző mintákat jelölő pontok ez esetben már jobban szétválnak egymástól a diagrammon, emellett a teljes leolvadás percei is jobban elkülönülnek, mint a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó mintáknál. Ez átlagosan a tejfehérje-koncentrátumos mintánál az 55. percben, a tejsavófehérje-koncentrátumos mintánál az 57. percben, a tojásfehérjeport tartalmazónál a 60. percben, a kontrollnál a 65. percben történt meg. Az figyelhető meg, hogy bár az első cseppek később jelentek meg a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontrollhoz képest, a teljes leolvadás mégis hamarabb bekövetkezett.

A 10. ábrán lévő egyenletek meredeksége egyenlő az olvadási rátával, amely azt mutatja meg, hogy egy jégkrém mennyire gyorsan olvad el. Minél nagyobb a meredekség, annál lassabb a jégkrém olvadása.

**10. ábra:** Olvadási ráták alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó mintákban

(Forrás: saját szerkesztés)

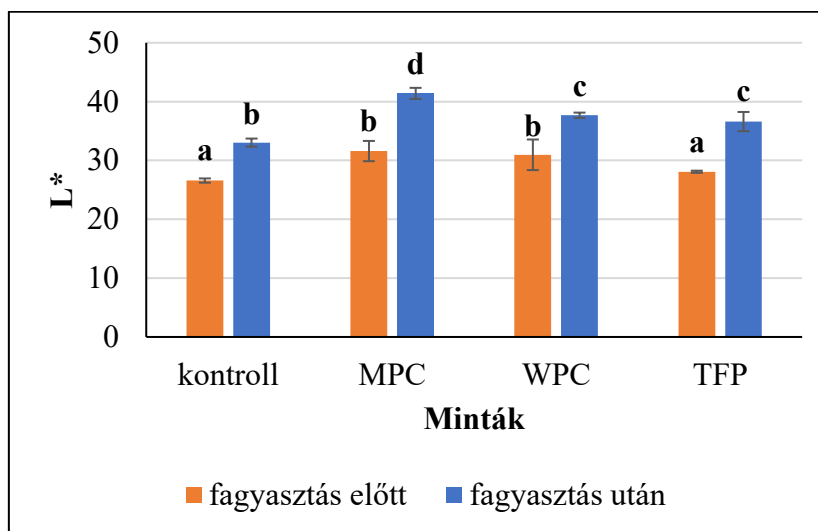


Az ábrán az látszik, hogy a kontroll mindegyik másik mintánál gyorsabban olvadt. A fehérjedús minták közül a savófehérje-koncentrátumot tartalmazó jégkrém olvadt a leglassabban. A második legmeredekebb trendvonalal a tojásfehérjeport tartalmazó jégkrém rendelkezik, a kontroll utáni legkisebb olvadási rátát pedig a tejfehérje-koncentrátumos minta mutatta. A tojásfehérjeportos és tejfehérje-koncentrátumos minták között az olvadási ráta értéke hasonlóan alakult, így a különbség nem mutatja egyértelműen, hogy az egyik minta lassabban olvadna a másikonál. Tehát az értékeket tekintve a tejsavófehérje-koncentrátum hozzáadásával növekedett leginkább az olvadás ellenálló képesség, amely egybehangzó a vizsgált szakirodalmakkal, melyek a savófehérje-koncentrátum mellett a tojásfehérje szerkezetkialakító és stabilitásnövelő tulajdonságaira is felhívják a figyelmet (Danesh et al., 2017; Thompson et al., 1983).

#### 4.2.4. Színmérés eredményei: a fehérjedús jégkrémek, és a maltit-eritrites kontroll közötti különbségek

A 11. ábra az  $L^*$  (világossági tényezők) alakulását mutatja a maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll és a fehérjedús jégkrémek esetében.

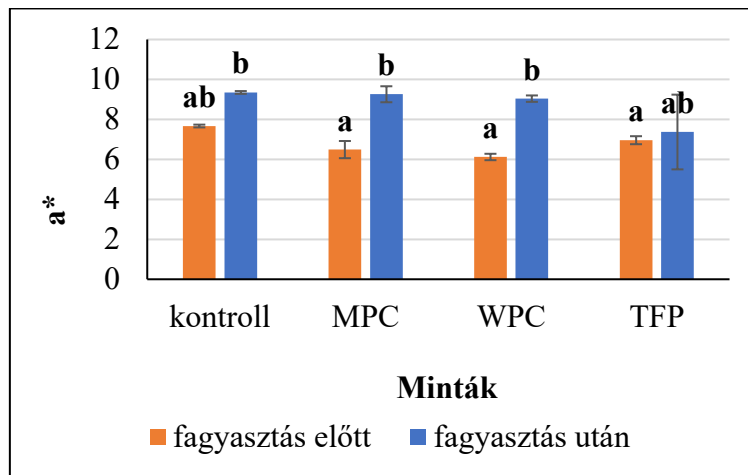
**11. ábra:**  $L^*$  (világossági tényezők) alakulása az alapmixekben és a kifagyasztott jégkrémekben (Forrás: saját szerkesztés)



A világossági tényező a kifagyasztás hatására minden minta esetében emelkedett. Emellett mind az alapmixek mind a kifagyasztott jégkrémek esetében a fehérjépor hozzáadása szintén megnövelte a világossági tényezőt. A fagyasztás előtti kontroll és tojásfehérjéporos minta szignifikánsan sötétebbek voltak mindegyik másik mintánál (a csoport). A fagyasztás előtti savófehérje-koncentrátumos és tejfehérje-koncentrátumos minta, valamint a kifagyasztott kontroll hasonló világosságúak voltak, ezek alkották a b csoportot. Ennél kissé világosabb értékeket vett fel kifagyasztás után a tojásfehérjéporos és a savófehérje-koncentrátumos minta, melyek egy csoportba kerültek (c csoport). A legvilágosabb minta, amely szintén szignifikánsan eltért a többitől a fagyasztás utáni tejfehérje-koncentrátumos minta lett (d csoport).

A 12. ábra az  $a^*$  (vörös-zöld tényezők) alakulását mutatja a maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll és a fehérjedús jégkrémek esetében.

**12. ábra:** a\*(vörös-zöld színtényezők) alakulása az alapmixben és a kifagyasztott mintákban  
(Forrás: saját szerkesztés)

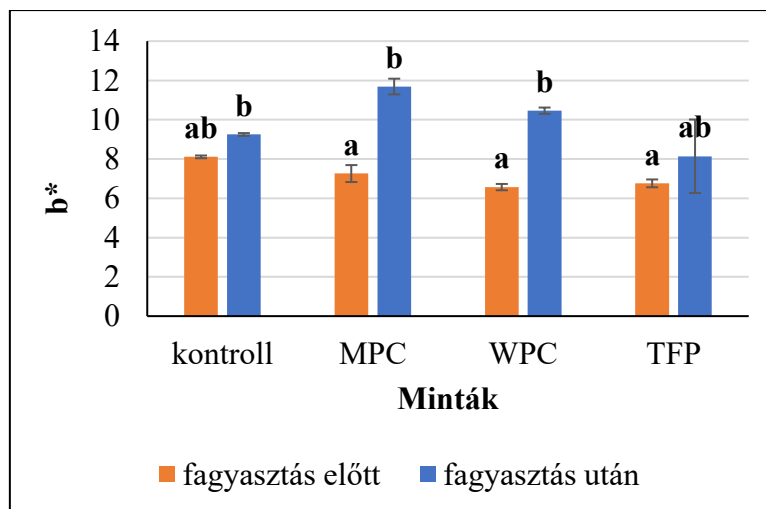


Az a\* értékeket tekintve mindegyik minta vörösés tónusokat mutatott. Az első csoportba tartozott az összes fehérjedús alapmix (a csoport). Ezek zöldesebb, hidegebb tónusokat tartalmaztak, mint a második csoportba (b csoport) tartozó kifagyasztott savófehérje-koncentrátumos és tejfehérje-koncentrátumos minták, valamint a kifagyasztott kontroll, amelyek a vörösés tónusból tartalmaztak többet. A kifagyasztott tojásfehérjeporos minta és az alapmix kontroll egyik másik mintától sem különböztek szignifikánsan (ab csoport).

A fagyasztás megnövelte az a\* értékeket, tehát az eltolódás a melegebb, vörösés színtényező irányába történt.

A 13. ábra a b\* (sárga-kék tényezők) alakulását mutatja a maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll és a fehérjedús jégkrémek esetében.

**13. ábra:** b\*(sárga-kék színtényezők) alakulása az alapmixekben és a kifagyasztott mintákban  
(Forrás: saját szerkesztés)



Akárcsak az a\*-nál a b\* esetében is megfigyelhető a hozzáadott fehérjét tartalmazó alapmixek színeinek hidegebb (jelen esetben kékes) tónus irányába való eltolódása a fagyasztás előtti kontrollhoz képest.

Az alapmixeket és jégkrémeket páronként egymáshoz viszonyítva azt láthatjuk, hogy fagyasztás hatására minden esetben a melegebb színtényezők felé tolódtak a minták értékei.

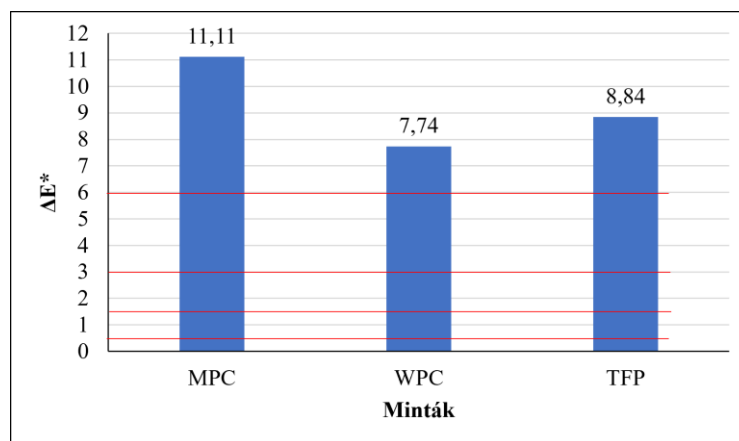
A b\* vizsgálata során ahogy az a\* színtényezőnél is, az első (a) csoportban a fehérjedús alapmixek szerepeltek. Ezekről a kifagyasztott kontroll, a tejfehérje-koncentrátumot tartalmazó minta és a savófehérje-koncentrátumot tartalmazó minta különbözött szignifikánsan (b csoport). A kifagyasztott tojásfehérjeporos minta és az alapmix kontroll ebben az esetben sem különbözött szignifikánsan a többi mintától (ab csoport).

Egy friss, több fehérjeforrás közt savófehérje-koncentrátumot is vizsgáló kutatás azt írja le, hogy a tejsavófehérje fagyaltokhoz való hozzáadásakor a kontrollhoz képest alacsonyabb L\* értéket kaptak, ami ellentétben áll a fentebb leírtakkal. Ugyanakkor a vizsgált mintákat a kontrollhoz képest alacsonyabb a\* értékek és a sárga-kék tényező (b\*) növekedése jellemezte, mely tények megegyeznek az általam végrehajtott színvizsgálat során kapott eredményekkel (Kiełczewska et al., 2025).

A 14. ábrán láthatóak a fehérjedús jégkrémek színelkülönbségei, alapmix párjukhoz viszonyítva.

**14. ábra:**  $\Delta E^*$  (színelkülönbség) a fehérjedús alapmixek és jégkrémek között

(Forrás: saját szerkesztés)

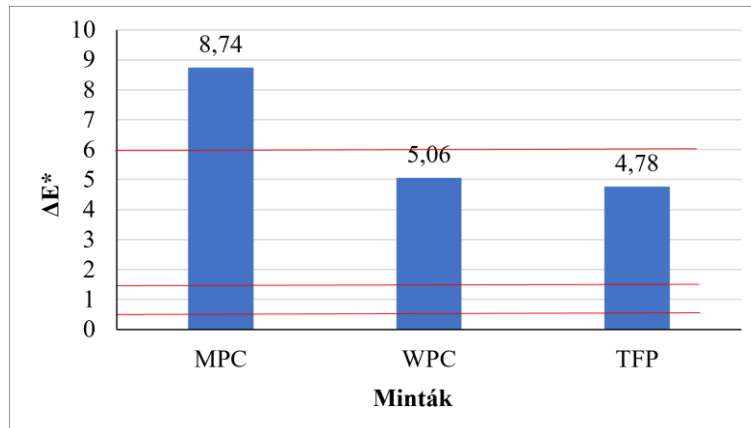


Az látszik, hogy a tejfehérje-koncentrátummal készült jégkrém mutatta a legnagyobb színelterést a kifagyasztás hatására az alapmix párjához képest. A második legnagyobb különbség a tojásfehérjeporos minta és annak alapmixe között volt, a legkisebb pedig a kifagyasztott és ki nem fagyasztott savófehérje-koncentrátumot tartalmazó minta között, igaz mindhárom meghaladta a jól látható tartomány felső határát is ( $\Delta E^*=3,00-6,00$ ).

Ezután az 15. ábrán a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, maltit-eritrites kontrollal vettem össze a kifagyasztott jégkrémek színét.

**15. ábra:**  $\Delta E^*$  (színkülönbség) a kifagyasztott minták és a kontroll között

(Forrás: saját szerkesztés)



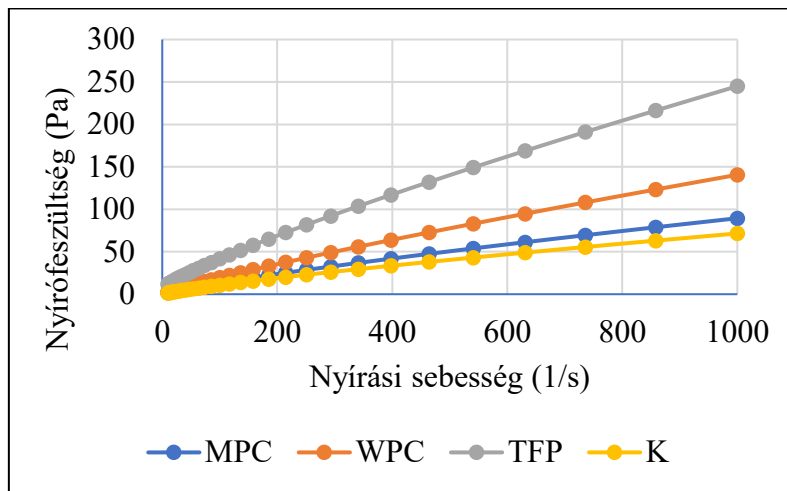
Már ránézésre megállapítható volt, hogy mindegyik minta színe jelentősen eltér a referenciától. A színmérés segítségével kiderült, hogy az tejfehérje-koncentrátumos minta tér el leginkább a kontrolltól. A savófehérje-koncentrátumos minta és a tojásfehérjeport tartalmazó minta hasonló értékeket adtak. A savófehérje-koncentrátumos minta valamivel jobban különbözött, de mindegyik színkülönbség a jól látható tartományba esett vagy meg is haladta azt ( $\Delta E^*=3,00-6,00$ ).

#### 4.2.5. A fehérjedúsítás hatása a fagylaltok reológiai tulajdonságaira

A 16. ábra a maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll és a fehérjedús fagylaltok folyásgörbéit mutatja be, melyből következtethetünk a fagylaltok reológiai tulajdonságaira.

**16. ábra:** A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek folyásgörbéi

(Forrás: saját szerkesztés)



A modellillesztés során a Herschel-Bulkley modellt alkalmaztam, de mivel a kontroll, a tejfehérje-koncentrátumos és a savófehérje-koncentrátumos minta esetében nincs folyáshatár ( $\tau_0=0$ ), ezek a „Power Law” vagyis a hatványtörvény segítségével is leírhatóak (Talbot, 2009). A minták folyásgörbéin az figyelhető meg, hogy a legnagyobb viszkozitással a tojásfehérjeporos minta rendelkezik, mivel ennek a folyásgörbéje a legnagyobb meredekségű (Figura & Teixeira, 2007). Ezt követi a savófehérje-koncentrátumos minta, majd az tejfehérje-koncentrátumos minta és a kontroll viszkozitása a legkisebb. Ez a tulajdonság a szakirodalom alapján összefügghet olvadási viselkedéssel, úgy, hogy a nagyobb viszkozitás hatására jobb olvadákonysági tulajdonságokkal rendelkezik a jégkrém (Lian et al., 2020). Emellett annál nagyobb energiaigényű annak mozgatása és szivattyúzása, mivel a nagyobb viszkozitású folyadéknak nagyobb az áramlási ellenállása (Zhao et al., 2024). Ezek alapján megállapítható, hogy a tojásfehérjeporos mintát lenne a legnehezebb és a kontroll mintát a legkönnyebb mozgatni. Ezt alátámasztja, hogy bár a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó mintáknál később következett be a teljes leolvadás, az első csepp leesése a tojásfehérjeporos mintánál következett be legkésőbb.

Az áramlási görbék konvex profilja és az áramlási sebességi index alapján megállapítható, hogy a minták nem newtoni, nyírásra vékonyodó (pseudoplasztikus) viselkedést mutattak ( $0 < n < 1$ ) (Figura & Teixeira, 2007). Ez azt jelenti, hogy a nyírófeszültség hatására „fellágyul” a jégkrémek szerkezete.

Folyáshatár értékkel egyedül a tojásfehérjeporos minta rendelkezett, ennek konzisztencia együtthatója is szignifikánsan különbözött a többi mintájától, mindegyiknél magasabb volt. A folyásindexet vizsgálva pedig a savófehérje-koncentrátumos minta mutatott eltérést a többi jégkrémhez képest, ez szintén szignifikáns növekedést mutatott. Ez abból fakadhatott, hogy bár

az áramlási sebességi indexre kapott értékek között elsőre nem látszik nagy eltérés, a kis szórás értékek miatt mégis bizonyíthatóan szignifikáns különbség mutatkozik meg a tojásfehérjeporos, tejfehérje-koncentrátumos és savófehérje-koncentrátumos minták között, ezen tulajdonságot vizsgálva (6. táblázat).

**6. táblázat:** A maltit-eritrites kontroll és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémek reológiai paraméterei a Herschel-Bulkley modell alapján

(Forrás: saját szerkesztés)

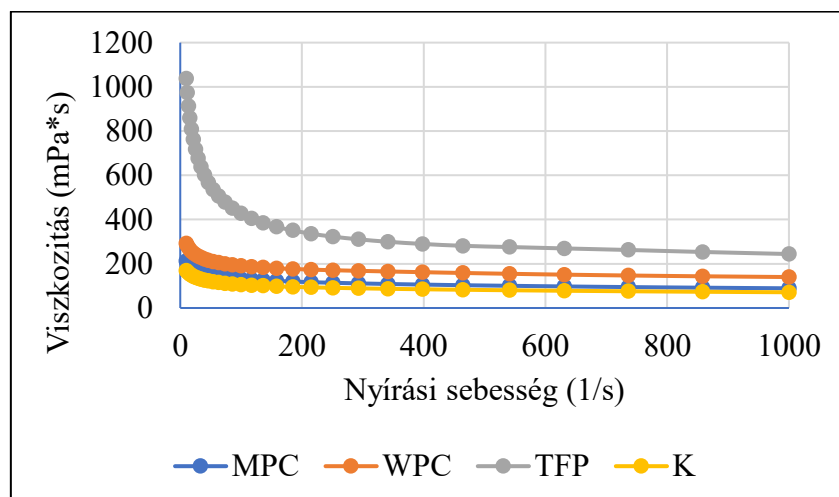
Megjegyzés: az értékek átlag  $\pm$  szórás formában vannak megjelenítve, az azonos oszlopban eltérő felsőindexű átlagok szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ )

Minták	Tau0	K	n
K	0 $\pm$ 0,00	0,24 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,82 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
MPC	0 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>	0,82 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
WPC	0 $\pm$ 0,00	0,38 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,86 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
TFP	7,1 $\pm$ 0,24	0,73 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	0,84 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>

A 17. ábrán a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek viszkozitásgörbéi láthatóak, melyből következtethetünk azok reológiai tulajdonságaira.

**17. ábra:** A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek viszkozitásgörbéi

(Forrás: saját szerkesztés)



A feltüntetett viszkozitásgörbékéből szintén megállapítható, hogy mind a négy minta nyírásra vékonyodó, azaz a nyírási sebesség növelésével csökken a viszkozitásuk és ez alapján is jól látszik, hogy a tojásfehérjeporos fagylalt szerkezete mondható a legviszkózusabbnak. A tojásfehérjepor és savófehérje szerkezetkialakító és stabilitásnövelő hatását szakirodalom is

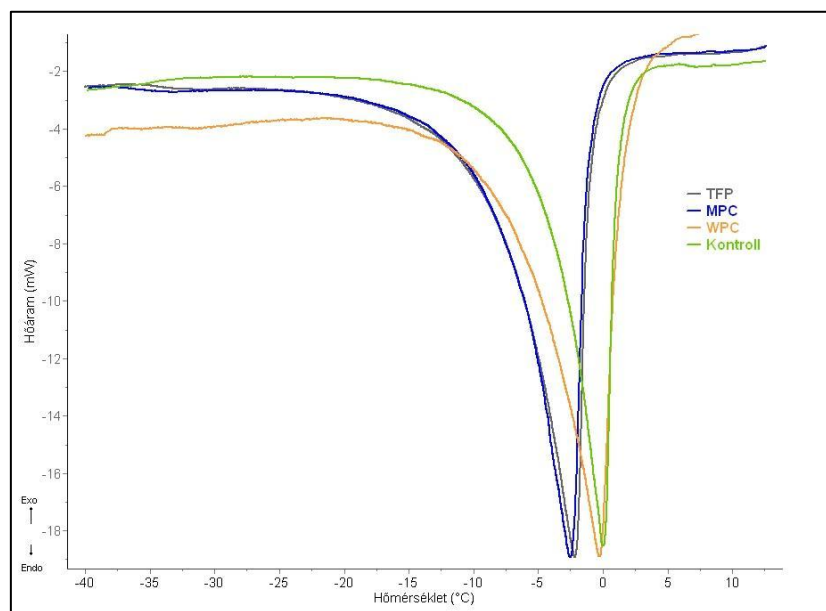
alátámasztja (Morianó & Alamprese, 1947). Az olvadákonyság-vizsgálattal egybevetve az eredményeket az látszik, hogy a kontroll és a tejfehérje-koncentrátumos jégkrém kevésbé stabil, mint a másik kettő.

#### 4.2.6. Differenciális pásztázó kalorimetriás mérés (DSC) eredményei

A 18. ábrán egy cukorral készült, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll csokoládé jégkrém és a fehérjedúsított jégkrémek DSC görbéi láthatóak.

**18. ábra:** Cukorral készült, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll csokoládé jégkrém és a fehérjedúsított jégkrémek DSC görbéi

(Forrás: saját szerkesztés)



Azt láthatjuk, hogy a savófehérje-koncentrátumos minta fagyásgörbéje hasonlít legjobban a cukorral készült és hozzáadott fehérjét nem tartalmazó csokoládé jégkrém fagyásgörbéjére. A tejfehérje-koncentrátumos és a tojásfehérjeporos minták görbéi pedig szinte egybeesnek. Ezeknek a mintáknak kisebb a görbe alatti területük, így nagyobb a kötött víztartalmuk, ami jellemző a hozzáadott fehérjét tartalmazó mintákra (Guo et al., 2024). Az átlagos (cukorral és tehéntejjel készült) csokoládé jégkrém kötött víz tartalma 20-30% (de CARVALHO et al., 2022). Ez jellemző a vizsgált kontrollra is, viszont a fehérjedúsított termékeké jóval magasabb 44-52% (7. táblázat), ezáltal hamarabb elolvadtak, mint hagyományos társaik. Ezt az is igazolja, hogy a teljes leolvadás a fehérjés jégkrémek esetében előbb következett be.

Bár a reológiai vizsgálat során a tojásfehérjeporos minta viszkozitása nagyobb volt és később is kezdett el olvadni, mint a savófehérje-koncentrátummal készített jégkrém, az utóbbi arányaiban lassabban olvadt és ezen DSC mérés során stabilabb állománnyal rendelkezőnek

bizonyult. A kontroll minta után a savófehérje-koncentrátumos minta kifagyó víztartalma a legnagyobb, amely azt erősíti meg, hogy ez a fehérjedúsított termék a legstabilabb és a leglassabban olvadó, amelyet az olvadási ráta értéke támaszt alá, hiszen ennek lett a legmagasabb, a három fehérjedúsított minta közül. Ezen értékek összefüggésére más kutatások is rámutattak (Hidas et al., 2023).

A DSC görbék endoterm csúcsai 0 és -5 fok közé esnek, amelyet a jégtartalom olvadási tartományának hívnak (Alvarez et al., 2005). Az olvadás kezdeti hőmérsékletét, az üvegesedési hőmérsékletet és a ki nem fagyó víztartalmat az egyes mintákra nézve a 7. táblázat tartalmazza.

**7. táblázat:** DSC mérés eredményei

(Forrás: saját szerkesztés)

*Megjegyzés: az értékek átlag ± szórás formában vannak megjelenítve*

Minták	Olvasás kezdeti hőmérséklete (°C)	Üvegesedési hőmérséklet (°C)	Ki nem fagyó víztartalom (g/100 g)
K	-7,03 ± 0,83	-31,34 ± 0,14	28,54 ± 2,65
MPC	-9,57 ± 1,01	-38,61 ± 0,14	49,09 ± 0,95
WPC	-9,74 ± 0,73	-30,18 ± 1,35	44,63 ± 1,12
TFP	-8,72 ± 0,11	-33,42 ± 2,73	52,39 ± 1,73

4.2.7. A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek tápértékének összevetése egymással és az 1924/2006 EK rendelettel

A 8. táblázat a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, maltit-eritrites kontroll és a fehérjedúsított minták tápértékét szemlélteti. Emellett az is látható, hogy az 1924/2006 EK rendelet alapján milyen kategóriákba sorolhatóak be a készített jégkrémek.

**8. táblázat:** Tápérték-táblázat és a minták fehérjetartalommal összefüggő besorolása az 1924/2006 EK rendelet alapján

(Forrás: saját szerkesztés Internet 10 alapján)

	Zsír (g/100 g)	Szénhidrát (g/100 g)	Fehérje (g/100g)	E tart. (kcal) /100 g	E tart. (kJ) /100 g	Fehérjéből származó energiatartalom (%)	Besorolás
K	7,1	19	3,4	154	646	9	nincs
MPC	7,4	18	12	188	511	26	fehérjében gazdag
WPC	8,1	18	12	193	809	25	fehérjében gazdag
TFP	7,4	18	12	188	788	26	fehérjében gazdag

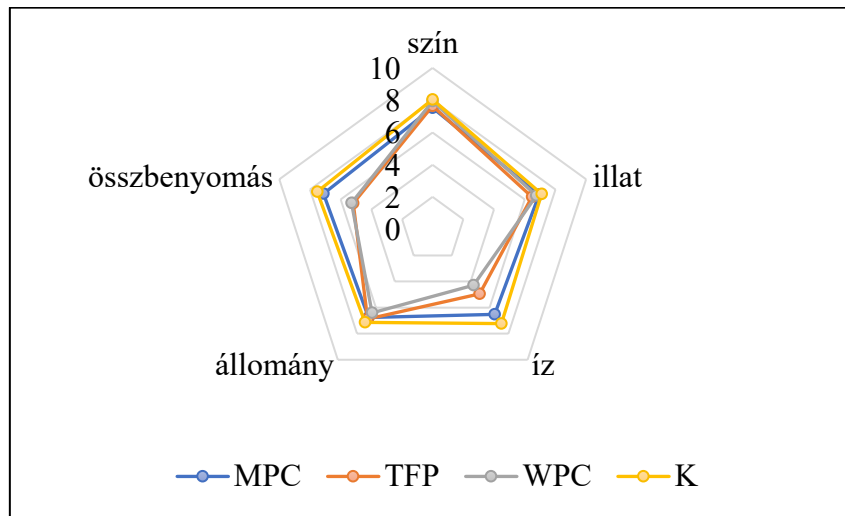
Azt láthatjuk, hogy a kontrollhoz képest mindegyik hozzáadott fehérjét tartalmazó minta proteintartalma jelentősen megnőtt, így a második kísérlet során nemcsak megnövelt fehérjetartalma, de fehérjében gazdagnak minősíthető jégkrémek születtek (Internet 10). Míg a kontroll jégkrém 100 grammonként 3,4 gramm fehérjét tartalmaz, addig a fejlesztett, hozzáadott fehérjét tartalmazó termékekben 100 grammonként 25-26 gramm protein található. Az energiatartalmat tekintve a kontrollban van a legkevesebb kalória, ezt követik holtversenyben a tojásfehérjeporos és a tejfehérje-koncentrátumos fagylaltok, a tejsavófehérjével dúsított tartalmazza a legtöbb energiát. A fehérjetartalmat leszámítva az egyéb makrotápanyagok aránya hasonlóan alakult a négy termékben.

#### 4.2.8. Érzékszervi bírálat eredményei

A 19. ábra az érzékszervi bírálat eredményeit mutatja, a kóstolt minták a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó maltit-eritrites kontroll és a három fehérjedús jégkrém voltak.

**19. ábra:** A hozzáadott fehérjét nem tartalmazó maltit-eritrites kontroll és a három fehérjedús jégkrém érzékszervi bírálatának eredményei

(Forrás: saját szerkesztés)



Habár a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll minden tulajdonságban jobban teljesített a fehérjedús mintáknál, az érzékszervi bírálat alapján az állapítható meg, hogy nem mutatkozott erős eltérés a négy jégkrém között az illat, szín és állomány tulajdonságokban. A fehérjedús jégkrémek közül az íz (6,53 pont) és illat (6,94 pont) szempontjából az tejfehérje-koncentrátumos jégkrém győzedelmeskedett. Ez a két szempont fontos volt a bírálóknak, mivel a kontroll (7,53 pont) után az összbenyomás kategóriában is ez a minta kapta a legjobb értékelést, átlagosan 7,12 ponttal. A másik két fehérjedús jégkrém ebben a kategóriában csak 5,29 pontot (WPC) és 5,18 (TFP) pontot értek el.

A kontroll (8,05 pont) után legjobb színűnek a savófehérje-koncentrátumos mintát értékelték (7,94 pont), amely a legsötétebb volt a három fehérjedús jégkrém közül. Ez valószínűleg azért alakult így, mert a bírálók a sötétebb színt a nagyobb kakaótartalommal kötötték össze. Ezt követte a tojásfehérjeporral dúsított (7,65 pont), majd a legvilágosabb tejfehérje-koncentrátumos minta (7,53 pont). A bírálók a kontroll illatára 7,11 pontot, a savófehérje-koncentrátumos jégkrém illatára 6,76 pontot, a tojásfehérjeporos illatára 6,47 pontot adtak. Az íz esetében a tojásfehérjeporos minta ért el valamivel jobb pontszámot (4,94 pont), míg a savófehérje-koncentrátumos kapta a legkevesebb, 4,29 pontot. Az állomány kategóriában a tojásfehérjeporos minta lett a második legjobb, amire 6,88 pontot kapott. Ezt nem sokkal lemaradva követte a tejfehérje-koncentrátumos (6,76 pont), majd a savófehérje-koncentrátumos minta (6,41 pont).

A kontroll kóstolása során a fogyasztók nem számoltak be mellékízokról. Azonban az tejfehérje-koncentrátumos minta kóstolásakor már a bírálók 11,8%-a tapasztalt oda nem illő

aromákat (vizes, savanyú). A tojásfehérjeporos mintánál ez 58,8%-ra emelkedett, melyből 5 fő tojás ízt érzett, de előfordult olyan is, aki kesernyés vagy élesztő aromákat tapasztalt a bírálás során. A savófehérje-koncentrátumos minta kóstolásakor szintén 58,8% érzett mellékízt, melyből hárman avas ízhatásokat azonosítottak, de a kesernyés jelző itt is megjelent.

Összegezve, a bírálók a kontroll után a tejfehérje-koncentrátumos mintát értékelték a legjobbnak, ez megmutatkozott az íz tulajdonságra kapott pontszámokban és a tapasztalt utóízek mennyiségében is. Emellett az habosodás tekintetében is ez a jégkrém bizonyult a legjobbnak, ami a termék levegőfelvételét mutató érték. A másik három kategóriában (állomány, szín, illat) a jégkrémek nagyon hasonlóan teljesítettek.

Az érzékszervi teszt eredményeit más szakirodalmakkal összevetve azt találtam, hogy a tejfehérje-koncentrátumos és savófehérje-koncentrátumos minták összbenyomásra kapott pontszámai között nem mutatkoztak ekkora különbségek (Patel et al., 2006).

## 5. Következtetések és javaslatok

Az első, édesítőszerválasztási kísérlet során azt tapasztaltam, hogy a legtöbb levegőt a maltit-eritrittel édesített jégkrém vette fel (30%), az olvadákonyság-vizsgálat során pedig az is bebizonyosodott, hogy ez a jégkrém az egyik leglassabban olvadó. Mivel a céloom egy krémes állományú, a hagyományosnál kisebb energiatartalmú termék elérése volt, arra a következtetésre jutottam, hogy a maltit-eritrit édesítőszerkombináció a legalkalmasabb a fehérjedús jégkrémek édesítésére.

A második kísérlet során a szárazanyag-tartalom mérés bebizonyította, hogy a fehérjedúsítás hatására a szárazanyag-tartalom szignifikánsan megnőtt a kontrollhoz képest, valamint a differenciális pásztázó kaloriméterrel végzett mérések során kiderült, hogy a ki nem fagyó víztartalom értéke is megemelkedett. A kontroll minta után a savófehérje-koncentrátumos minta kifagyó víztartalma lett a legnagyobb, amely azt erősíti meg, hogy ez a fehérjedúsított termék a legstabilabb és a leglassabban olvadó, amelyet az olvadási ráta értéke támaszt alá, hiszen ennek lett a legmagasabb, a három fehérjedúsított minta közül.

Az olvadákonyság-vizsgálat során mindegyik fehérjedúsított jégkrém előbb elolvadt a maltit-eritrites, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontrollnál, ami a már említett ki nem fagyó víztartalom növekedésére vezethető vissza. Ugyanakkor az első olvadt csepp leesését a fehérjetartalom növelése késleltette.

A második kísérletben is mértem a habosodást, ahol a fehérjék hozzáadásával a levegőfelvétel mértéke megemelkedett. A kontrollhoz képest a tejfehérje-koncentrátumos minta levegőfelvétele volt a legnagyobb (13%).

A világossági tényező a kifagyasztás hatására és a fehérjepor hozzáadásával is minden minta esetében emelkedett. Az fehérjeporok hozzáadása csökkentette a vörös tónusok intenzitását az alapmixekben és a jégkrémekben is. A fehérjét tartalmazó alapmixek színeinek hidegebb (kékes) tónus irányába való eltolódását a  $b^*$  értékek is alátámasztják. A fagyasztás utáni a tejfehérje-koncentrátumos minta a savófehérje-koncentrátumos minta is a sárgásabb irányba tolódott, egyedül a tojásfehérjeporos vett fel a kékesebb tónusokat a kontrollnál. A nem fehérjedúsított kontrolltól és saját alapmix párától legjobban a tejfehérje-koncentrátumos jégkrém különbözött, ami abból fakadhat, hogy ez volt a legvilágosabb színű az összes közül. Bár a fogyasztóknak a kontrollt leszámítva ez ízlett legjobban az érzékszervi bírálat során, a legjobb színűnek a kontroll után a sötétebb, savófehérje-koncentrátummal dúsított fagylaltot értékelték, mivel a sötétebb színt valószínűleg a magasabb kakaótartalommal kötötték össze.

Ezért a jövőben érdemes lehet tejfehérje-koncentrátumot tartalmazó, de magasabb kakaótartalmú, ezáltal sötétebb színű terméket fejleszteni.

A reológiai tulajdonságokat tekintve a fehérjék hozzáadásával minden esetben megnőtt a termékek viszkozitása, a legviszkózusabb a tojásfehérjeporos minta lett, így ezt lenne a legnehezebb mozgatni, szivattyúzni. Ugyanakkor a savófehérje-koncentrátummal készített jégkrém arányaiban lassabban olvadt és a DSC mérés során is stabilabb állománnyal rendelkezőnek bizonyult.

A tápértéket tekintve a tejsavófehérje-koncentrátumos és a tojásfehérjeporos jégkrém lettek kiemelkedőek, mivel ezek a 12%-os fehérjetartalom mellett csak 188 kalóriát tartalmaznak.

Így az érzékszervi tulajdonságok nagy része és a tápérték szempontjából a tejfehérje-koncentrátumos minta lett a legjobb, mivel ez a termék habosodott a legjobban és az összbenyomás és íz szempontjából is felülmúlta a többi fehérjedús mintát.

Így a fentieket egybevetve javaslataim közé tartozik egy tejsavófehérje-koncentrátumot és savófehérje-koncentrátumot egyszerre tartalmazó jégkrém fejlesztése, valamint a keletkező termék tulajdonságainak mérése az általam is alkalmazott módszerekkel. Így ötvözve lenne a legjobb technológiai és legjobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező fagyalt. Továbbá a tojásfehérjeporos és savófehérje-koncentrátumos mintáknál más ízesítés kipróbálása is ajánlott, mivel ezek kevésbé ízlettek a fogyasztóknak. Esetleg a csokoládét ki lehetne egészíteni gyümölcsökkel, szirupokkal, hogy a fogyasztók jobban elfogadják a fehérjeporok okozta mellékízeket (pl. narancs, pumpkin spice szirup). Ezesetben a savtartalom megváltozása miatt pH méréssel érdemes kiegészíteni a mérési folyamatot.

## 6. Összefoglalás

A jégkrém hazánk egyik közkedvelt nyári idény-terméke, mely szerkezetét egy összetett élelmiszer-mátrix alkotja, amely levegőbuborékokból, jégkristályokból és vizes fázisban (szérumban) diszpergált zsírcseppekből áll. A hagyományos tejes jégkrémek eredeti összetételük szerint 3,5-4% tejfehérjét tartalmaznak, mely szerepe az emulgeálás, habképzés és a víz megtartása a jeges desszertben. Habár a jégkrémek nem tartalmaznak túl sok fehérjét, e tápanyag táplálkozásélettani és élő szervezetben betöltött szerepe meghatározó. Emellett fogyasztói oldalról is egyre nagyobb a kereslet a funkcionális, akár fehérjedús élelmiszerekre, ezért az élelmiszerpiac számos szereplője állít elő magas proteintartalmú élelmiszereket. Diplomamunkám során fehérjedús jégkrémek fejlesztését kíséreltem meg, tejfehérje-koncentrátum, tejsavófehérje-koncentrátum és tojásfehérjepor alkalmazásával. Emellett szerettem volna a hagyományosan alkalmazott cukor és dextróz egy részét energiát nem adó édesítőszerrel kiváltani. Továbbá céljaim közt szerepelt olyan 12% fehérjét tartalmazó termékek előállításának, melyek az 1924/2006 EK rendelet alapján fehérjében gazdagnak nevezhetők, majd ezen édességek műszeres és érzékszervi elemzése. Ehhez két kísérlettervet valósítottam meg, az első célja az édesítőszerválasztás, a másodiké a különböző fehérjék késztermékre gyakorolt hatásának elemzése volt. Az első kísérlet során a különböző édesítőszer-kombinációkkal készült csokoládéjégkrémek minősítésére az olvadákonyságot és a habosodást mértem, melynek során a maltit-eritrit kombináció bizonyult a legjobbnak, mivel ez adta a legkrémesebb állományú és az egyik lelassabban olvadó terméket. A második kísérletben már az összes fehérjedúsított minta maltit-eritrit édesítőszerrel készült. A fehérjedús jégkrémek fejlesztését követően az alapmixeket és az elkészült termékeket különböző módszerekkel mértem. Ilyenek voltak a már első kísérlet során alkalmazott habosodás és olvadákonyság-vizsgálat, melyek kiegészültek szárazanyag-tartalom méréssel, szín-méréssel, a reológiai tulajdonságok mérésével, differenciális pásztázó kalorimetriás méréssel, érzékszervi bírálattal és egyes esetekben statisztikai elemzéssel is. A második kísérlet eredményeit tekintve azt találtam, hogy a fehérjedúsítás késleltette az első cseppek leesését az olvadákonyság-vizsgálat során, ugyanakkor a fagyaltok időben hamarabb leolvadtak, mint a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, maltit-eritrites kontroll. A második kísérlet során a DSC mérést kivéve mindenhol ezt a fagyaltot alkalmaztam kontrollnak. A habosodás, a viszkozitás, a szárazanyag-tartalom és a ki nem fagyó víztartalom mind növekedtek a fehérjék hozzáadásával a jégkrémekben. A legnagyobb viszkozitással a tojásfehérjeporos minta, a legkisebb ki nem fagyó víztartalommal a kontroll után a tejsavófehérje-koncentrátumos minta

rendelkezett. A színmérés során a világossági tényező nőtt a fehérjedúsítás és a kifagyasztás hatására is. A vörös-zöld tényező értékét a fehérjeporok alkalmazása csökkentette kifagyasztás előtt és után is (zöldesebb szín). A sárga-kék tényezőt a fehérjeporok hozzáadása az alapmixekben csökkentette (kékesebb szín). A fagyasztás utáni  $b^*$  értékek tekintetében a tejfehérje-koncentrátumos és a savófehérje-koncentrátumos minták sárgásabb irányba tolódtak, a kontrollhoz képest, míg a tojásfehérjeporos minta kissé kékesebb tónusú volt ezeknél. A színmérés során a kontrolltól és saját alapmix párjától is a tejfehérje-koncentrátumot tartalmazó minta különbözött leginkább. Az érzékszervi bírálat során a kontroll győzedelmeskedett, de a tejfehérje-koncentrátumos minta az összbenyomás és íz kategóriákban kiemelkedett a többi fehérjedús minta közül. A tápértékeket vizsgálva megállapítható, hogy minden fehérjedús mintát sikerült fehérjében gazdag terméké alakítani a zsír- és szénhidrát tartalom jelentős megváltoztatása nélkül. Mivel technológiailag a savófehérje-koncentrátumos, érzékszervileg pedig a tejfehérje-koncentrátumos jégkrém lett a legalkalmasabb a fehérjében gazdag termékek fejlesztésére, a jövőben érdemes lehet ezt a két fehérjeforrást kombinálva alkalmazni a fehérjedúsított jégkrémek összetevőiként.

## Irodalomjegyzék

- Akalin, A. S., & Erişir, D. (2008): Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *Journal of Food Science*, 73(4). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00728.x>
- Alvarez, V. B., Wolters, C. L., Vodovotz, Y., & Ji, T. (2005): Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 862–871. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72752-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72752-1)
- Baer, R. J., Krishnaswamy, N., & Kasperson, K. M. (1999): Effect of Emulsifiers and Food Gum on Nonfat Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 82(7), 1416–1424. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75368-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75368-3)
- Bradlee, M. L., Mustafa, J., Singer, M. R., & Moore, L. L. (2018): High-protein foods and physical activity protect against age-related muscle loss and functional decline. *The Journals of Gerontology: Series A*, 73(1), 88-94.
- Csurka, T., Hidas, K. I., Varga-Tóth, A., Dalmadi, I., Pásztor-Huszár, K., & Friedrich, L. F. (2023): Effect of High Biological Value Animal Protein Sources on the Techno-Functional Properties of Ice Cream. *Sustainability (Switzerland)*, 15(24). <https://doi.org/10.3390/su152416794>
- Danesh, E., Goudarzi, M., & Jooyandeh, H. (2017): Short communication: Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5206–5211. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12537>
- de CARVALHO, C. C., Bodini, R. B., Sobral, P. J. D. A., & de OLIVEIRA, A. L. (2022): Ice creams made from cow's and goat's milks with different fat concentrations: physical-chemical and sensory properties. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.79721>
- Figura, L. O., & Teixeira, A. A. (2007): Food physics: Physical properties - Measurement and applications. *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*, 1–550. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-34194-9/COVER>
- Fritz, P., Mészáros, N., Ignits, D., & Katona, S. (2017): A fehérjék táplálkozás-élettani hatása, szerepük a sporttáplálkozásban. *Recreation*, 7(3), 10–12. <https://doi.org/10.21486/recreation.2017.7.3.5>
- Ghaderi, S., Mazaheri Tehrani, M., & Hesarinejad, M. A. (2021): Qualitative analysis of the structural, thermal and rheological properties of a plant ice cream based on soy and

- sesame milks. *Food Science and Nutrition*, 9(3), 1289–1298.  
<https://doi.org/10.1002/FSN3.2037>
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013): Ice cream, seventh edition. In *Ice Cream, Seventh Edition*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>
- Goñi, O., Muñoz, M., Ruiz-Cabello, J., Escribano, M. I., & Merodio, C. (2007): Changes in water status of cherimoya fruit during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1), 147–150. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.005>
- Guo, R., Xiong, J., Li, P., Ma, C., & Huang, Q. (2024): Effect of yeast protein on reduced-fat ice cream: Sensory quality, rheological behaviour, thermal properties and fat destabilisation. *International Journal of Dairy Technology*, 77(4), 1146–1158.  
<https://doi.org/10.1111/1471-0307.13112>
- Gurskiy, I. A., & Tvorogova, A. A. (2022): The Effect of Whey Protein Concentrates on Technological and Sensory Quality Indicators of Ice Cream. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(3), 439–448. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2376>
- Hammami, C., & René, F. (1997): Determination of freeze-drying process variables for strawberries. *Journal of Food Engineering*, 32(2), 133–154.  
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(97\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(97)00023-X)
- Harfoush, A., Fan, Z., Goddik, L., & Haapala, K. R. (2024): A review of ice cream manufacturing process and system improvement strategies. *Manufacturing Letters*, 41, 170–181. <https://doi.org/10.1016/J.MFGLET.2024.09.021>
- HERALD, T.J., ARAMOUNI, F.M. and ABU-GHOUSH, M.H. (2008), COMPARISON STUDY OF EGG YOLKS AND EGG ALTERNATIVES IN FRENCH VANILLA ICE CREAM. *Journal of Texture Studies*, 39: 284-295. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2008.00143.x>
- Hidas, K. I., Nyulas-Zeke, I. C., Szepessy, A., Romvári, V., Gerhart, K., Surányi, J., Laczay, P., & Darnay, L. (2023): Physical properties of hemp drink-based ice cream with different plant proteins guar gum and microbial transglutaminase. *LWT*, 182.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114865>
- Huszka, P. és Polreczki, Z. (2005): „Tejtermékek fogyasztási gyakoriságának vizsgálata Magyarországon”, *Acta Agraria Kaposváriensis*, 9(1), o. 99–106.  
 Elérhető: <https://journal.uni-mate.hu/index.php/aak/article/view/1739> (Elérés: 29 október 2025).

- Kielczewska, K., Smoczyński, M., & Gutkowska, M. (2025): The Use of High-Protein Preparations in Ice Cream Production. *Foods*, 14(3).  
<https://doi.org/10.3390/foods14030345>
- Koxholt, M. M. R., Eisenmann, B., & Hinrichs, J. (2001): Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 84(1), 31–37.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74448-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74448-7)
- Lian, J. W., Zhang, J. J., Han, D., Li, H., Zhao, B. Y., Du, Y., & Wang, J. (2020): Effect of the Dual Protein on the Quality of Ice Cream. *Science and Technology of Food Industry*, 41(17), 8–12. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020.17.002>
- Liburdi, K., Crinò, A., Fabrizi, C., & Esti, M. (2025): Preparation and evaluation of sucrose-reduced ice cream: optimization via physiochemical and sensory study. *International Dairy Journal*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2025.106339>
- Magyar Élelmiszerkönyv 2-401 számú irányelv (2019): Jégkrémek  
<https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/5/4b/a2000/2-401%20J%C3%A9gkr%C3%A9m%20ir%C3%A1nyelv.pdf>
- Magyar Élelmiszerkönyv 2-109 számú irányelv (2013): Kézműves/kézműves élelmiszerek általános jellemzői [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/a/3b/a2000/2-109\\_2016-12-21.pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/a/3b/a2000/2-109_2016-12-21.pdf)
- Meena, G. S., Singh, A. K., Panjagari, N. R., & Arora, S. (2017): Milk protein concentrates: opportunities and challenges. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3010–3024. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2796-0>
- Mohos (2014): Édesipari technológia II, Harmadik kiadás. Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet, Budapest, 221-224.
- Moriano, M. E., & Alamprese, C. (1947): *Whey Protein Concentrate and Egg White Powder as Structuring Agents of Double Emulsions for Food Applications*.  
<https://doi.org/10.1007/s11947-020-02467-0/Published>
- Mostafavi, F. S. (2016): *Rheological and sensory properties of fat reduced vanilla ice creams containing milk protein concentrate (MPC)*. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9424-y/Published>
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2014): Guar gum: Processing, properties and food applications - A Review. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 51, Issue 3, pp. 409–418). <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>

- Nagy, D., Krassóy, M., Zeke, I., Pásztor-Huszár, K., & Balla, C. (2013): Effects of different freezing methods on some properties of a pasta filata cheese. *Acta Alimentaria*, 42(SUPPL. 1), 45–52. <https://doi.org/10.1556/AAlim.42.2013.Suppl.6>
- Orazov, A., Abbasbeigi, S., Koishiyeva, Z., & Nadtochii, L. (2024): Assessment of milk-based high protein products as ingredients of low-fat ice creams. *Applied Food Biotechnology*, 11(1). <https://doi.org/10.22037/afb.v11i1.46380>
- Paglia, J., Fung, C., & Yeung, C. K. (2023): Milk protein concentrate and reduced-calcium milk protein concentrate as natural emulsifiers in clean label high-protein ice cream manufacture. *Journal of Future Foods*, 3(2), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.12.009>
- Patel, M. R., Baer, R. J., & Acharya, M. R. (2006): Increasing the protein content of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1400–1406. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72208-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72208-1)
- Pesta, D. H., & Samuel, V. T. (2014): A high-protein diet for reducing body fat: Mechanisms and possible caveats. In *Nutrition and Metabolism* (Vol. 11, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-11-53>
- Poursani, P., Razavi, S. M. A., Mazaheri Tehrani, M., & Javidi, F. (2021): Rheological, physical, and sensory properties of non-fat ice creams as affected by selected fat replacers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15010. <https://doi.org/10.1111/JFPP.15010>
- Ranaweera, H., Krishnan, P., & Martínez-Monteagudo, S. I. (2022): Rheological behavior of ice-cream mixes: Impact of temperature and protein concentration. *Journal of Food Process Engineering*, 45(3). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13989>
- Robins, A., & Radha, K. (2019): DEVELOPMENT OF LOW-FAT ICE CREAM FROM GOAT MILK INCORPORATING WHEY PROTEIN CONCENTRATE. *Indian Journal of Small Ruminants*, 25(2), 222–225. <https://doi.org/10.5958/0973-9718.2019.00044.8>
- Saraiva, A., Carrascosa, C., Raheem, D., Ramos, F., & Raposo, A. (2020): Maltitol: Analytical determination methods, applications in the food industry, metabolism and health impacts. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 14, pp. 1–28). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145227>
- Talbot, Geoff. (2009): *Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products*. First published, CRC Press; New York, Woodhead Pub. ISBN 978-1-4398-0136-9

- Tang, Q., McCarthy, O. J., & Munro, P. A. (1994): A tojásfehérje, a tejsavófehérje-koncentrátumok, a tejsavófehérje-izolátum és a  $\beta$ -laktoglobulin gélesedési jellemzőinek oszcilláló reológiai összehasonlítása. *Mezőgazdasági És Élelmiszerkémiai Folyóirat*, 42(10), 2126–2130. <https://doi.org/10.1021/jf00046a010>
- Thompson, L. U., Reniers, D. J., Baker, L. M., & Siu, M. (1983): Succinylated Whey Protein Concentrates in Ice Cream and Instant Puddings. *Journal of Dairy Science*, 66(8), 1630–1637. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81985-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81985-7)
- Tvorogova, A. A., Gurskiy, I. A., & Bogdanova, Y. I. (2024): TECHNOLOGICALLY IMPORTANT QUALITY INDICATORS OF LOW-LACTOSE ICE CREAM WITH MILK AND WHEY PROTEIN CONCENTRATES. *Food Systems*, 7(2), 198–205. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-198-205>
- Vandewater, K., & Vickers, Z. (1996): Higher-protein foods produce greater sensory-specific satiety. *Physiology & Behavior*, 59(3), 579–583. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(95\)02113-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(95)02113-2)
- Wright, B. J., Zevchak, S. E., Wright, J. M., & Drake, M. A. (2009): The Impact of Agglomeration and Storage on Flavor and Flavor Stability of Whey Protein Concentrate 80% and Whey Protein Isolate. *Journal of Food Science*, 74(1), S17–S29. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2008.00975.X>
- Zhao, Z., Jiang, L., Bai, L., Pan, B., & Zhou, L. (2024): Numerical Simulation and Entropy Production Analysis of Centrifugal Pump with Various Viscosity. *CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 141(2), 1111–1136. <https://doi.org/10.32604/cmes.2024.055399>

Internetes források:

- Internet 1: *KSH Könyvtár honlap*, Retrieved September 4, 2025, from <https://www.kshkonyvtar.hu/article/4/869/ma-van-a-fagylalt-napja-magyarorszagon>
- Internet 2: *World Health Organization*, Retrieved September 23, 2025, from [www.who.int/bookorders](http://www.who.int/bookorders)
- Internet 3: *Központi Statisztikai Hivatal*, Retrieved September 23, 2025, from [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0063.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0063.html)
- Internet 4: *Pöttyös honlap*, Retrieved September 23, 2025, from <https://www.pottyos.hu/termek-pottyos-protein-rudi-natur-51g.php>
- Internet 5: *Mizo honlap*, Retrieved October 25, 2025, from <https://mizo.hu/hu/hirek/mizo-protein-mozdulj-r>
- Internet 6: *Nébih honlap*, Retrieved September 4, 2025, from <https://portal.nebih.gov.hu/-/fagylalt-vagy-jegkrem-tajekoztato-a-nyar-husito-kedvenceirol>
- Internet 7: Guelph Food Innovation Centre (GFIC), Retrieved October 26, 2025, from The Scoop on Ice Cream: How Ice Cream Gets Its Structure <https://www.linkedin.com/pulse/scoop-ice-cream-how-gets-its-structure>
- Internet 8: *Khan Academy honlap*, Retrieved September 23, 2025, from <https://hu.khanacademy.org/science/biology/xd0add07ff39257dd:macromolecules/xd0add07ff39257dd:proteins-and-amino-acids/a/introduction-to-proteins-and-amino-acids>
- Internet 9: *Openfoodfacts honlap*, Retrieved September 2, 2025, from <https://world.openfoodfacts.org/product/4056489238621/high-protein-cookies-cream-gelatelli>
- Internet 10: EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 1924/2006/EK RENDELETE <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1924/oj>
- Internet 11: *Aldi webshop*, Retrieved September 27, 2025, from [https://shop.aldi.hu/termek/P%C3%A1lcik%C3%A1s%20%C3%A9s%20%C3%B6les%C3%A9res%20j%C3%A9gkr%C3%A9m/COOLBITE-Protein-jegkrem-szelet-feher-csokolade-4-x-40-ml?srltid=AfmBOoplYfzRFn26Pk\\_JdaD97owS\\_R\\_onnt2\\_1nnGY0gfHv3o38oakX](https://shop.aldi.hu/termek/P%C3%A1lcik%C3%A1s%20%C3%A9s%20%C3%B6les%C3%A9res%20j%C3%A9gkr%C3%A9m/COOLBITE-Protein-jegkrem-szelet-feher-csokolade-4-x-40-ml?srltid=AfmBOoplYfzRFn26Pk_JdaD97owS_R_onnt2_1nnGY0gfHv3o38oakX)
- Internet 12: *Dine4Fit.hu honlap*, Retrieved September 27, 2025, from <https://www.dine4fit.hu/elelmiszerek/high-protein-fagylalt-cookies-cream-gelatelli>
- Internet 13: Capriovus, Szigetcsép, Letöltés dátuma: 2025.10.30. <https://capriovus.eu/tojasfeherjepor/>
- Internet 14: Szücs és Társa, Zengővárkony, Letöltés dátuma: 2025.10.30. <https://www.milchmann.hu/feherjek.html>
- Internet 15: *Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége*, Letöltés dátuma: 2025.11.03. <https://mdosz.hu/hun/wp-content/uploads/2023/03/az-eritrit-eritritol-e-968-cukoralakohol-biztonsagossagarol-mdosz.pdf>
- Internet 16: *Sensing Konica Minolta honlap*, Retrieved September 27, 2025, from <https://sensing.konicaminolta.eu/mi-en/products/colour-measurement/colour-readers/cr-10-plus>
- Internet 17: *Anton Paar honlap*, Retrieved October 16, 2025, from [https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/software-for-rheometry-rheocompasstm/?srltid=AfmBOoo6gy8NsnX-DFWzoTs4ry0JBr0BSVIG\\_A8s67qILh7U270BNPf](https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/software-for-rheometry-rheocompasstm/?srltid=AfmBOoo6gy8NsnX-DFWzoTs4ry0JBr0BSVIG_A8s67qILh7U270BNPf)

# Ábra- és táblázatjegyzék

1. <b>ábra:</b> A jégkrémek szerkezete.....	7
2. <b>ábra:</b> Az első kísérlet technológiai folyamatábrája.....	16
3. <b>ábra:</b> A második kísérlet technológiai folyamatábrája.....	18
4. <b>ábra:</b> Olvadékonyság-vizsgálat, első kísérlet.....	20
5. <b>ábra:</b> Habosodás értékek alakulása a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó alapmixekben..	23
6. <b>ábra:</b> Olvadékonyság-vizsgálat eredményei a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó jégkrémekben.....	24
7. <b>ábra:</b> Olvadási ráták alakulása a hozzáadott fehérjét nem tartalmazó mintákban.....	24
8. <b>ábra:</b> Habosodás értékek alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémekben.....	26
9. <b>ábra:</b> Olvadékonyság-vizsgálat eredményei a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémekben.....	27
10. <b>ábra:</b> Olvadási ráták alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó mintákban.....	28
11. <b>ábra:</b> L* (világossági tényezők) alakulása az alapmixekben és a kifagyasztott jégkrémekben.....	29
12. <b>ábra:</b> a*(vörös-zöld színtényezők) alakulása az alapmixben és a kifagyasztott mintákban.....	30
13. <b>ábra:</b> b*(sárga-kék színtényezők) alakulása az alapmixekben és a kifagyasztott mintákban.....	30
14. <b>ábra:</b> $\Delta E^*$ (színkülönbség) a fehérjedús alapmixek és jégkrémek között.....	31
15. <b>ábra:</b> $\Delta E^*$ (színkülönbség) a kifagyasztott minták és a kontroll között.....	32
16. <b>ábra:</b> A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek folyásgörbéi.....	33
17. <b>ábra:</b> A maltit-eritrites kontroll és a fehérjedús jégkrémek viszkozitásgörbéi.....	34
18. <b>ábra:</b> Cukorral készült, hozzáadott fehérjét nem tartalmazó kontroll csokoládé jégkrém és a fehérjedúsított jégkrémek DSC görbéi.....	35
19. <b>ábra:</b> A hozzáadott fehérjét nem tartalmazó maltit-eritrites kontroll és a három fehérjedús jégkrém érzékszervi bírálatának eredményei.....	38
1. <b>táblázat:</b> Tíz termék a fehérjedús jégkrémek piacáról és besorolásuk az 1924/2006 EK rendelet alapján.....	13
2. <b>táblázat:</b> A hozzáadott fehérjét nem tartalmazó, különböző édesítőszerekkel készült alapmixek anyagnormái 1kg késztermékhez.....	16
3. <b>táblázat:</b> A különböző hozzáadott fehérjét tartalmazó, maltit-erittrittel készült alapmixek anyagnormái 1kg késztermékhez.....	18
4. <b>táblázat:</b> Érzékelt színkülönbségek kategóriái.....	20
5. <b>táblázat:</b> Szárazanyag-tartalom eredmények alakulása a maltit-eritrites kontrollban és a hozzáadott fehérjét tartalmazó alapmixekben.....	25
6. <b>táblázat:</b> A maltit-eritrites kontroll és a hozzáadott fehérjét tartalmazó jégkrémek reológiai paraméterei a Herschel-Bulkley modell alapján.....	34
7. <b>táblázat:</b> DSC mérés eredményei.....	36
8. <b>táblázat:</b> Tápérték-táblázat és a minták fehérjetartalommal összefüggő besorolása az 1924/2006 EK rendelet alapján.....	37

# Nyilatkozatok

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes diplomadolgozat készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

## NYILATKOZAT

### diplomadolgozat eredetiségéről

A hallgató neve: Bakos Lili

A Hallgató Neptun kódja: CD8GQF

A dolgozat címe: Fagylaltok dúsítási lehetőségeinek vizsgálata különböző állati fehérjékkel

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítás Technológiai Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

Kelt: 2025 \_\_\_\_\_ év \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ hó \_\_\_\_\_ 30 \_\_\_\_\_ nap



Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Bakos Lili (hallgató Neptun azonosítója: CD8GQF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>2</sup>

Kelt: Budapest, 2025. 10. 30.

  
belső konzulensek

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

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

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bakos Lili
Neptun-kódja:	CD8GQF
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomamunka 2.
	Fagylaltek dúsítási lehetőségeinek vizsgálata különböző állati fehérjékkel

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)**

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Szakirodalmak keresése Ábrák, táblázatok értelmezése	Scopus AI, Chat GPT 5	

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Budapest, 2025. 10. 30.

*Falvas Álló*  
.....

Hallgató aláírása

*Dr. Kiss Katalin*  
.....

Konzulens/Témavezető aláírása