

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet*

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Tartósítóipari technológiák és minőségügy**

Szakedolgozat készítés helye: Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Hallgató: Egyed Janka

A szakedolgozat címe: A tejfehérje-koncentrátum és a savópor különböző koncentrációinak hatása mousse minták állományára és érzékszervi tulajdonságaira

Konzulens: Hidas Karina Ilona, Dr. Balla Csaba
Külső konzulens esetén tanszéki felelős:

Beadás dátuma: 2023. május 3.



szakedolgozat készítés helyének vezetője
Dr. habil. Friedrich László



konzulensek
Hidas Karina Ilona, Dr. Balla Csaba

Dr. Máté Mónika Zsuzsanna
Tartósítóipari technológiák és minőségügy

SZAKDOLGOZAT

Egyed Janka – Szakdolgozat

Egyed Janka

2023.



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia
Tanszék

A tejfehérje-koncentrátum és a savópor
különböző koncentrációinak hatása mousse
minták állományára és érzékszervi
tulajdonságaira

Egyed Janka
Budapest
2023.

1. Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
2.	A munka célja	2
3.	Szakirodalmi áttekintés.....	3
3.1.	Tejdesszertek	3
3.1.1.	Tejdesszertek fehérjetartalma.....	4
3.1.2.	Tejdesszertek eltarthatósága	4
3.1.3.	Tejdesszertek piaca.....	6
3.2.	Kolloid rendszerek	7
3.2.1.	Emulziók.....	7
3.2.2.	Habok.....	8
3.2.3.	Mousse-ok.....	9
3.2.4.	Zselatin.....	10
3.2.5.	A tejfehérje-koncentrátum és a savófehérje funkcionális tulajdonságai.....	11
4.	Anyagok és módszerek	12
4.1.	Málna mousse-ok elkészítése és összetétele.....	12
4.1.1.	Tárolás.....	13
4.1.2.	Az összetevők és a minták fehérjetartalmai.....	13
4.2.	A kísérlet során alkalmazott módszerek.....	14
4.2.1.	A kísérlettervezés módszere	15
4.2.2.	Szárazanyagtartalom mérése	16
4.2.3.	Színmérés	17
4.2.4.	Állománymérés.....	18
4.2.5.	Ki nem fagyó víztartalom mérése	19
4.2.6.	Érzékszervi vizsgálat.....	21
4.2.7.	A statisztikai adatok kiértékelésének módszere.....	21
5.	Kísérleti eredmények és értékelésük.....	24
5.1.	Színmérés eredményei	24
5.1.1.	Az összetétel hatása a termék színének világossági tényezőjére	24
5.1.2.	Az összetétel hatása a termék színének pirossági tényezőjére	27
5.2.	Állománymérés eredményei.....	30
5.2.1.	Az összetétel hatása a kenhetőségre	30
5.2.2.	Az összetétel hatása a tapadóságra	34
5.3.	A termék összetételének hatása a ki nem fagyó víztartalomra	37

5.4.	Az érzékszervi vizsgálat eredményei	38
5.5.	Következtetések és javaslatok.....	40
6.	Összefoglalás.....	42
7.	Irodalomjegyzék	44

Egyed Janka – Szakdolgozat

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb az igény a boltokban kapható hűtött desszertekre. A különböző ízesített joghurtok mellett megjelentek a panna cották, sajtorták, és egyéb poharas desszertek, mint például a mousseok. Ahhoz azonban, hogy ezek a termékek népszerűek tudjanak lenni a fogyasztók körében, egyre több szempontnak kell megfelelniük.

Az utóbbi években egyre inkább előtérbe kerül a desszert jellegű termékek esetében is, hogy összetételük minél inkább megfeleljen az egészséges táplálkozásnak. Tehát minél kevesebb cukrot, tartósítószeret, állományjavítókat, ízfokozókat tartalmazzanak, rendelkezzenek magas a vitamin-, ásványi anyag- és fehérjetartalmuk. Az egészséges életmódra törekvők körében fontos szerepe van a sportnak is, így előtérbe kerültek az olyan termékek is, amelyek a sportolók számára kedvezőek. Ezen termékek közé tartoznak a nagy fehérjetartalmú termékek. Az elmúlt néhány évben a fehérjeporok, fehérjeitalok és a fehérjeszeletek után megjelentek a piacon az olyan fehérjével dúsított desszertek is, mint a pudingok, mousseok vagy joghurtok. Ezeknek a termékeknek az egészségesnek megfelelő összetétel mellett meg kell felelniük annak az elvárásnak is, hogy az élvezeti értékük kiemelkedő és be kell váltaniuk a fogyasztók nassoláshoz fűzött reményeit is.

Ha pedig ezeket a szempontokat mind kielégíti a termék, hozzáadott értéket jelent, ha mindemellett hosszú eltarthatósági idővel rendelkezik. Az eltarthatóság ugyanis közvetett hatással van a termék piaci keresletére. Egyrészt a hosszabb fogyaszthatósági idejű terméknek könnyebb piacot találni, mivel azok könnyebben készletezhetőek. Másrészt hosszadalmasabb szállítást igénylő helyekre is el lehet juttatni a terméket. Harmadrészt pedig a fogyasztó számára is több idő áll rendelkezésre az elfogyasztás szempontjából.

Ebből a kihíváscsomagból kiindulva kutatásom során különböző összetételű fehérjével dúsított málna mousseok, mint hűtött desszertek, állományát, színét, ízintenzitását és ki nem fagyó víztartalmát vizsgálom. A mousseokat különböző összetételben dúsítom tejfehérje-koncentrátummal (MPC85), illetve savóporral, mivel a szakirodalmi kitékintés alapján feltételezhető, hogy a fehérjetartalom növelése mellett a savópor és a tejfehérje-koncentrátum arányának növelése pozitív hatással van a termék víztartó képességére, ezáltal az eltarthatóságára is. Ezen összetevők arányának változtatása azonban befolyásolhatja a termék ízintenzitását, színét, állományát és ezek által a fogyasztói kedveltségét. Így a kísérletek mellett érzékszervi vizsgálatot is tartok, hogy fogyasztói visszacsatolás is legyen a készült mintákról.

2. A munka célja

A kutatásom célja, hogy közelebbről megismerjem a fehérjével dúsított tejdesszertek termékfejlesztési kihívásait. A kísérlettervezés során Gomez-Betancur és társai (2020) munkáját vettem alapul, amely során joghurt mousse-ok sovány tejpor és a tejsavófehérje-koncentrátum szintjének optimalizálását végezték válaszfelület-elemzési módszertannal, hogy a legjobb terméket kapják reológiai-, érzékszervi- és mikroszerkezeti tulajdonságok szempontjából. A kísérlettervem azonban több ponton is eltér az említett kutatástól.

A kísérlet során málna mousseokat vizsgálok, amelyeket különböző összetételben dúsítok tejfehérje-koncentrátummal, illetve savóporral. Szeretném megtudni, hogy milyen hatással van a termék fehérje-dúsításának a termék állományára, így a mintákat TA.XT Plus állománymérő készülékkel (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Egyesült Királyság) vizsgálom. Annak érdekében, hogy megállapítsam, az összetételváltozásnak milyen hatása van a termék színének változására, Minolta CR-400-as színmérő műszerrel végzek színméréseket. A termék vízmegtartó képességéhez szükséges adatok kiszámításához pedig differenciális pásztázó kalorimetria méréseket is végzek, illetve szárazanyagtartalom-méréseket. Mindezek mellett a fogyasztói kedveltségről való visszacsatolások céljából érzékszervi vizsgálatoknak is alávetem a málna mousse mintákat.

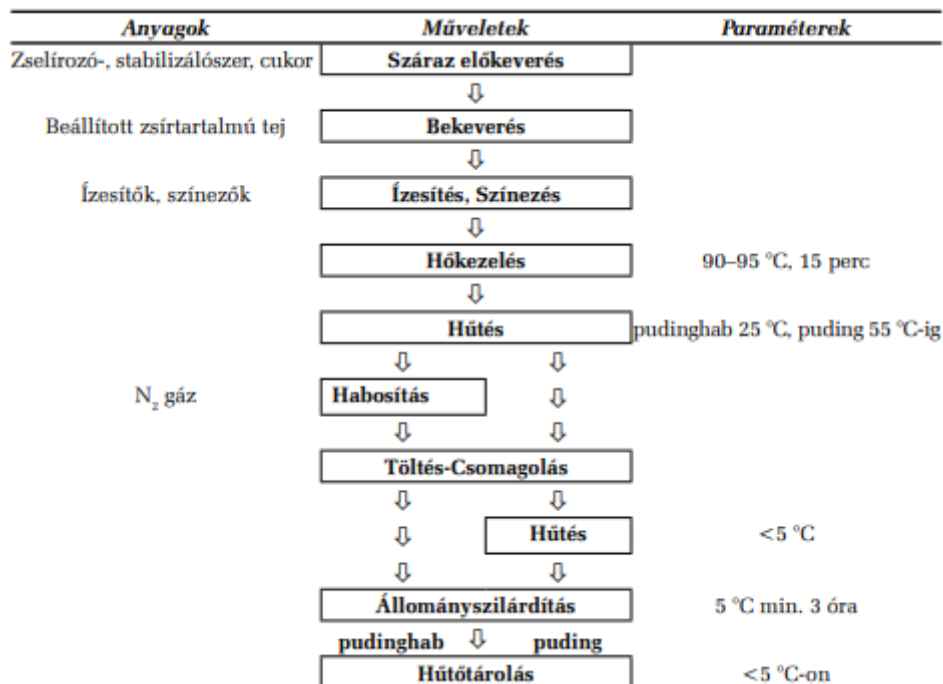
A mousseok összetételét centrum kompozíciós tervnek megfelelően állítom össze, hogy a mérési eredményeim kiértékelhetőek legyenek válaszfelület-elemzési módszerrel is és ezáltal vizsgálni tudjam azt is, hogy a termék különböző tulajdonságait milyen mértékben változtatja egyik vagy másik összetevő aránya, illetve hogy fellelhetők-e szinergia hatások is.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Tejdesszertek

A „tejtermékekből készült desszertek” avagy „tejdesszertek” azok a desszertek, amelyek nagy mennyiségben tartalmaznak tejszáranyagot. Külön kategóriába tartoznak azonban a joghurtok és a fagylaltok, annak ellenére, hogy előbbi állítás rájuk is igaz. A tejdesszertek közé tartozhatnak krémes és zselés desszertek, ide sorolandók a pudingok, sodók, sajtorták és a tasakos desszertkeverékek. A tejdesszertek többsége öt alapvető összetevőből álló sűrített vagy zselésített keverékből tevődik össze: víz, zsírmentes tejszáranyag, zsír, állománymódosítók és aromák/színezékek. Állománymódosítókként bármilyen hidrokolloid használható a tejdesszert-készítményekben, de a leggyakoribbak a keményítők és a karragének (McSweeney és McNamara, 2022).

A tejdesszertek gyártásának általános folyamatát az 1. ábra mutatja be. Az első lépés a száraz előkeverés, ahol a zselésítő anyagokat és a stabilizálószereket cukorral keverik a jobb oldódás elérése miatt, ezután következik a beállított zsírtartalmú tejjel történő bekeverés, majd az ízesítés, amit a hőkezelés követ, aztán a keverék lehűtése után következhet (terméktípustól függően) a habosítás, végül pedig a csomagolás és a hűtés, amely során a termék eléri a megfelelő szilárdsági állapotot, majd ezután a késztermékek hűtve kerülnek tárolásra (Csapó, 2014).



1. ábra Pudingfélék gyártási folyamata (Csapó, 2014)

3.1.1. Tejdesszertek fehérjetartalma

Ahogy az 1. táblázatban is látható, a fehérjére vonatkoztatott napi referencia beviteli érték egy férfi számára átlagosan 56 g, míg egy nő számára 45 g (EFSA, 2015). A pudingok, mousseok és ízesített joghurtok átlagosan 3-5 százalék közötti fehérjetartalommal bírnak. Ez azt jelenti, hogy 100 g tejdesszerttel a napi szükséges fehérje mennyiség 5-11 %-a vihető be a szervezetbe. A nagy fehérjetartalmú élelmiszerek nagyjából 30% fehérjét tartalmaznak, azaz 100 g csirkehússal például a szervezet számára szükséges napi mennyiség 53-67%-a pótolható. A sportolók számára gyártott nagy fehérjetartalmú szeletek átlagosan 18,2% fehérjét tartalmaznak, a tejszínek és smoothiek 5,8%-ot, míg a tejdesszertek 9,5 %-ot (Safefood, 2019). Azaz egy nagyfehérjetartalmú tejdesszert jellegű termékkel a napi szükséges fehérje mennyiség 17-21%-a pótolható.

1. táblázat Különböző élelmiszerekkel a napi fehérjeszükséglet hány %-a pótolható, EFSA (2015) és Safefood (2019) alapján saját szerkesztés

Különböző élelmiszerekből 100 g elfogyasztásával a napi fehérjeszükséglet hány százaléka pótolható?				
	Napi referenciabevitel (g)	100 g átlagos tejdesszert RNI hány százaléka	100 g grillezett csirkemellfilé RNI hány százaléka	100 g proteinnel dúsított tejdesszert RNI hány százaléka
Átlag nő	45	5	67	21
Átlag férfi	56	3	53	17

3.1.2. Tejdesszertek eltarthatósága

A második világháború óta a hűtött, rövid fogyaszthatósági idejű tejdesszertek hatalmas technológiai fejlődésen mentek keresztül. A hűtőautók megjelenése új távlatokat nyitott a korábban csak helyi piacra gyártott termékek számára. Az export- és a tömegpiacra gyártás lehetősége rengeteg új technológiai kihívást hozott magával. Ezek közül az egyik legkardinalisabb az eltarthatóság növelése.

Az eltarthatóságot befolyásoló tényezők a következők:

- a nyersanyagok minősége
- a termék összetétele
- a feldolgozás módja
- a töltés és a csomagolás módja
- a tárolás és a forgalmazás körülményei

- a fogyasztói felhasználás és a kezelés (Man és Jones, 1994).

A tejdesszertek pH-ja közelít a semlegeshez, ennél fogva mikrobiológiai szempontból jobban ki vannak téve a romlást okozó organizmusok általi fertőzéseknek. A gyümölcsös tejdesszertek esetében az eltarthatóság szempontjából kiemelt jelentősége van a gyümölcs konzerválásának. Mikrobiológiailag stabil gyümölcskonservek létrehozásához minimum 85°C-os, több percig tartó hőkezelésre van szükség, illetve fontos a megfelelő pH és viszkozitás elérése is. (Man és Jones, 1994)

Ahogy a 2. táblázatban is látszik, a pasztörözés bevezetése nagy mértékben hozzájárul a tejtermékek biztonságos előállításához, mivel nagy mértékben csökkenti a romlást okozó mikroorganizmusok számát. Azonban a pasztörözött termékek esetében is előfordulhatnak lassan növekvő pszichotrófok és gombák, amelyek szaporodásának megakadályozása a gyártás során kihívást okozhat a tejfeldolgozók számára (Sperber, 2010).

2. táblázat Tejtermékek és a romlást okozó mikroorganizmusok vagy a mikrobiológiai aktivitás jellemző típusai, Sperber (2010) alapján saját szerkesztés

Élelmiszer	Romlást okozó mikroorganizmusok
Nyers tej	Különböző mikrobák széles skálája
Pasztörözött tej	Pszichotrófok, spóráképzők
Koncentrált tej	Spóráképző baktériumok, ozmofil gombák
Szárított tej	Mikrobiális enzimatis lebontás

A 3. táblázatban külön kiemelt azokat a patogén mikroorganizmusokat, amelyek túlélhetik a pasztörözést is. A pasztörözés mellett kiemelten fontos szerepe van a higiénikus tejfeldolgozásnak, illetve tejtermék-gyártásnak is. A patogén mikroorganizmusok egy része ugyanis csak így szűrhető ki magas biztonsággal (Csapó, 2014).

3. táblázat A tej és tejtermékek pasztörözést túlélő patogén mikroorganizmusai, Csapó (2014) alapján saját szerkesztés

Mikroorganizmus	Eredete	Kritikus termék
Bacillus cereus	talaj, por	tej, fagylalt
Clostridium perfringens	talaj, szennyvíz, bélsár	tejpor
Clostridium botulinum	adalék és segédanyagok	ömlesztett sajt, joghurt

3.1.3. Tejdesszertek piaca

A tejdesszertek piaca a hűtőautók megjelenése óta folyamatosan növekszik. Kezdetben az exportpiacok és a tömeggyártás lehetősége nyitott új távlatokat, mára azonban a fogyasztók újdonságokra való igénye a piac folyamatos növekedésének motorja. Rengeteg új piaci szereplő jelenik meg gyártói oldalon, ám ezzel párhuzamosan az is igaz, hogy sok termék kerül rövid időn belül le a polcokról. Ennek legfőbb oka, hogy a vásárlók értéklik és szeretik kipróbálni az új hűtött édességeket, ám azok közül soknak nem válnak állandó fogyasztóivá. Azok a termékek tudnak tartósan piacon maradni, amelyek esetében a gyártók el tudják érni, hogy hosszútávon, rendszeresen is azt a terméket vásárolják a fogyasztók. Ennek elérése szempontjából fontos tényező lehet a termék marketingje, minősége, ára, különlegessége, megkülönböztethetősége és szerepet játszhat az eltarthatóság is. (Technavio. 2022)

A tejdesszertek piacán belül egy újabb szegmensnek számít a magas fehérjetartalmú édességek piaca. Ez a piaci szegmens olyan fogyasztókat szolgál ki, akik napi fehérjebevitelüket praktikusán és gyorsan szeretnék növelni úgy, hogy közben a desszertet is kiváltják vele. Néhány népszerű példa a magas fehérjetartalmú tejdesszertekre: joghurtok, fehérjepudingok, fehérjefagylaltok és fehérjeturmixok (Suthar et al.,2017).

A fehérjék létfontosságú tápanyagok, mivel biztosítják az esszenciális aminosavakat az emberi szervezet egészséges működéséhez (Suthar et al.,2017). A bevitt fehérjék mennyisége, minősége és a bevitel időzítése kiemelten fontos, ha valaki rendszeresen fizikai terhelésnek teszi ki magát, így például sportolók számára (Fritz et al., 2017). A magas fehérjetartalmú tejdesszertek piaca az elkövetkező években várhatóan tovább fog növekedni, mivel a fogyasztók egyre egészségtudatosabbá válnak, ezáltal nő az egészségesebb desszertek iránti kereslet (Keogh,et al., 2019). Emellett az élelmiszer-technológia fejlődése lehetővé teszi a gyártók számára, hogy új és innovatív termékeket fejlesszenek, amelyek kiszolgálják ezt a

piaci szegmenst, mint például a magas fehérjetartalmú növényi alapú tejtermék-alternatívákat (Langyan et al., 2022).

3.2. Kolloid rendszerek

Sok élelmiszer kétfázisú rendszer vagy egymással nem keveredő folyadékok keveréke, így a fázisok között van egy határfelület. A fázisokat a diszpergált fázis és a folytonos fázis vagy diszperziós közeg kifejezésekkel különböztetjük meg. A kolloid rendszerek esetében a diszpergált részecskék mérete 1 nm és 1 μ m közötti tartományba esik (Lewis, 1990). A 4. táblázatban megtalálható, hogy milyen kolloid rendszereket különböztethetünk meg attól függően, hogy mi a halmazállapota a diszpergált fázisnak és a folyékony fázisnak.

4. táblázat Élelmiszerkolloid-rendszerek, Lewis (1990) alapján saját szerkesztés

Diszperz fázis	Folytonos fázis	Név	Példa
folyadék	gáz	köd, aeroszol	permet
szilárd	gáz	füst, aeroszol	füst
gáz	folyadék	hab, buborék	tejszínhab
folyadék	folyadék	emulzió	majonéz
szilárd	folyadék	szól, gél szuszpenzió	zavaros gyümölcslé, csokoládéitalok
gáz	szilárd	szilárd habok	habcsók, kenyér

A tejdesszertek közül a mousseok olyan komplex emulziók, amelyek habok és gélek is (Coussot, 2012), így jelen dolgozatban ennek a három kolloid rendszernek a bemutatására tértek ki részletesebben.

3.2.1. Emulziók

Az emulziók olyan kétfázisú rendszerek, amelyek két egymással nem diszpergálható folyadékból állnak és közülük az egyik véges gömbök formájában oszlik el a másikban. Többségében az élelmiszeremulziók víz és olaj fázisból állnak. Az olaj a vízben (O/V) emulzió esetében az olajcseppek a vizes fázisban diszpergálódnak, míg a víz az olajban (V/O) emulzióban az olajfázisban vízcseppek vannak jelen. (Lewis, 1990)

Az emulziók készítése általában energiabefektetést igényel, mivel a cseppek létrehozása a két folyadék közötti határfelület jelentős megnövekedésével jár. Általában ez mechanikai erőhatással érhető el. Ezek a keverékek azonban létrejöttük után instabilak, mivel ha két csepp találkozik, a felületi energia minimalizálása végett rögtön egymásba olvadnak és egy nagyobb cseppet alkotnak. Annak érdekében, hogy ez a folyamat lassabban menjen végbe,

stabilizátorokra van szükség, amelyek a határfelületek mentén fejtik ki hatásukat és felületaktív tulajdonságukkal megakadályozzák, hogy a szomszédos cseppek összeolvadjanak. (Coussot, 2012)

Az emulziók stabilitására hatással van a diszperz fázis viszkozitása, a diszpergált fázis részecskéinek mérete, a két fázis közötti sűrűségkülönbség, a zsírfázis határfelületi feszültsége, az alkalmazott emulgeálószer(ek) típusa, illetve az hogy milyen kezeléseknek vetjük alá az adott élelmiszert, illetve hogyan és mennyi ideig tároljuk azt (Gábor, 1987).

3.2.2. Habok

A habok olyan kétfázisú rendszerek, amelyeknél a gáz cellákat folyadék zárja el. Csakúgy, mint az emulziók, a habok is instabil szerkezetűek, így esetükben is felületaktív anyagokra van szükség az állapot hosszabb megtartásához (Weaire&Hutzler, 1999). Szerkezetük szintén mechanikai energiabefektetéssel jön létre (kevertetés), így juttatható a levegő a folyadékba. Az emulziókhoz hasonlóan itt is a szerkezet stabilitása okozhat kihívást. Olyan felületaktív anyagokat kell használni, melyek a levegő-folyadék határfelületek mentén megakadályozzák a levegő buborékok egybeolvadását (Coussot, 2012). A felületaktív anyagok csökkentik a felületi energiát vagy feszültséget, illetve stabilizálják a vékony filmeket, hogy azok ne szakadjanak el. Vizes habban a felületaktív molekulák amfifilek, egyik felük hidrofil, míg másik hidrofób, így mindkét oldalhoz tudnak csatlakozni (Weaire&Hutzler, 1999).

A habok létrehozásának célja, hogy a térfogat növelésével és ezáltal a sűrűség csökkentésével egyrészt nagyobbak láttatják az anyagmennyiséget, másrészt pedig könnyed textúrát biztosítanak, ezáltal kellemes élményt nyújthat a fogyasztásuk. Annak érdekében, hogy az összetevők harmonikusan diszpergáltak maradjanak a fogyasztásig, kellően magas felületfeszültségküszöböt kell elérni. A habok viselkedése elsősorban a buborékok koncentrációjától és azok méretétől függ. Az emulzióval ellentétben azonban a gáz fázis mennyisége a készítés során folyamatosan nő, csak a folyadék fázis mennyisége állandó. Kellő idő elteltével a buborékok mennyisége biztosítja a felületfeszültségküszöböt, ekkor jön létre egy olyan hab, amely nyugalmi állapotban stabil. A stabilitás függ a buborékok méretétől is, minél kisebbek a buborékok, annál nagyobb a felület/térfogat arány, így magasabb a felületküszöb is. (Coussot, 2012)

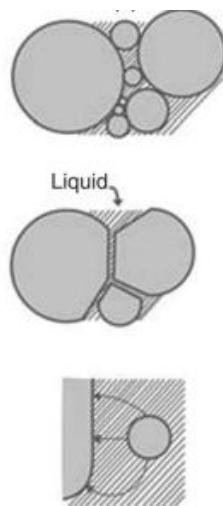
Mivel a diszpergált fázis (gáz) vízben való oldhatósága nagy a folytonos (vizes) fázisban, így a habok az emulziókhoz képest sokkal instabilabbak. Stabilabb habokat úgy lehet elérni, ha a folytonos fázis zselés vagy szilárd-szerű. (Kokini&Aken, 2006)

Habok közé tartoznak például a tejszínhabok, a tojáshabok és az olyan komplexebb típusú habok is, mint a mousse-ok (Campbell, 2008).

3.2.3. Mousse-ok

A mousseok a közepes viszkozitású habosított élelmiszer-emulziók közé tartoznak, ezáltal nem megszokott állománnyal rendelkeznek, amely különleges, könnyed érzetet okoz fogyasztás során (Campbell, 2008). Az olyan összetettebb tejdesszertek esetében, mint a mousseok, az eltarthatóság egyik szempontja a mikrobiológiai biztonság, a másik pedig a minőségmegőrzés időtartama. Fontos, hogy a tárolás során is megmaradjon a stabil, levegős, mousse-jellegű állomány és hogy ne alakuljon ki színvesztés vagy szinerézis (Man és Jones, 1994). A megfelelő állomány elérése szempontjából meghatározó a bevitt gáz mennyisége, illetve a gázbuborékok méretének eloszlása (Balerin et al, 2007). A termék minőségmegőrzése szempontjából pedig a stabil szerkezet fontos, amely érdekében meg kell előzni az Ostwald-érés és a koaleszcencia kialakulását (Müller-Fischer és Windhab, 2005).

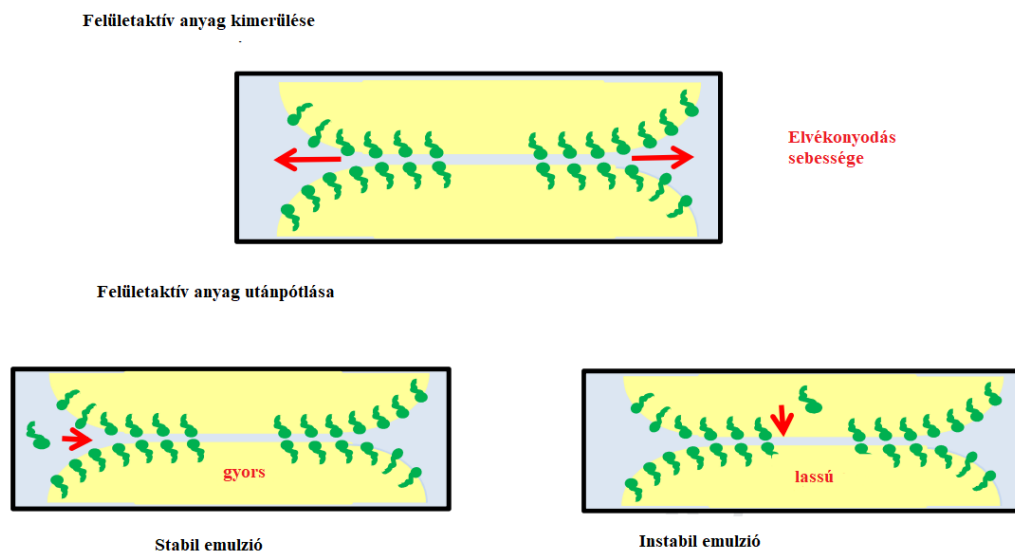
Ostwald érés során egy kétfázisú rendszer fenntartásához szükséges energiaszint csökkenthető azáltal, hogy a második fázis méretskálája növekszik, mivel így a teljes határfelület csökkenthető és kevesebb energiára lesz szükség a rendszer fenntartásához. Ez azonban egyúttal az anyagszerkezet változását is jelenti, az idő előrehaladtával, ahogy „öregszik” az anyag, egyre nagyobb lesz a második fázis részecskéinek méretskálája (Vorhees, 1985). Az érési folyamat hajtóereje a kémiai potenciál görbülettől való függősége (Vorhees, 1985). Ezt a folyamatot a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra Ostwald-érés folyamata (German et al, 2009)

A habok koaleszcenciája során két buborék egyesülése történik egy nagyobb buborékká, amely a két buborék közötti érintkezési film felszakadásának hatására jöhet létre (Rio és

Bianche, 2014). Emulziók és habok esetében a koaleszcencia azonban egy meglehetősen összetett folyamat, mivel ezen rendszerek esetében egyéb destabilizációs folyamatokkal is számolni kell, mint például a gravitációs hatások. Az emulziók és habok koaleszcenciája még összetettebb, mivel más destabilizációs mechanizmusokkal is számolni kell, mint például az Ostwald-érés vagy esetleg olyan gravitációs hatások, mint a krémesedés vagy a vízelvezetés (Langevin, 2019).



3. ábra A közeledő emulziós cseppek közötti filmek elvékonyodásának sematikus ábrázolása (Langevin, 2019)

A 3. ábrán látható, hogy a habok és az emulziók stabilitása attól függ, hogy milyen gyors a felületaktív anyagok utánpótlása (Langevin, 2019). Ha az utánpótlás gyors, akkor stabil tud maradni a hab, ha lassú, akkor instabil (Langevin, 2019). Azok a habok, amelyek stabillá válása során nagyon kevés koaleszcencia esemény történik, fizikokémiai tulajdonságaiktól függően órákig vagy akár hónapokig is tarthatják az állományukat (Rio és Bianche, 2014).

3.2.4. Zselatin

A zselatin egyike az élelmiszeriparban sűrítésre vagy stabilizálásra használt hidrokolloidoknak. Ezen hidrokolloidok közül a legtöbb poliszacharid, míg a zselatin egy teljes egészében emészthető fehérje, amely esszenciális aminosavakat is tartalmaz. A zselatin habképző tulajdonsággal bír, jelenléte csökkenti a folyékony (víz) fázis felületi feszültségét. Stabilizátor, mivel segíti a sejtfalak mechanikai ellenállóképességét. Mindezek mellett nagy mennyiségű vizet képes megkötni, aminek köszönhetően növelni tudja a késztermék eltarthatósági idejét. (Armisen&Imeson, 1997)

A zselatinok egyik legfontosabb fizikai tulajdonsága a gél szilárdság, amit úgynevezett „bloom” értékkel fejeznek ki. Minél magasabb a bloom érték, annál nagyobb a zselatin szilárdsága. Ez az érték 30 és 300 közé eshet, 150 alatt számít alacsonynak, 220 felett pedig magasnak. Termék függő, hogy mikor milyen bloom értékű zselatin alkalmazására van szükség. (Hanani, 2016)

A zselatint a tejiparban állománykialakító szerként használják többek között joghurtok, desszert krémek, tejjalok, jégkrémek és mousse-ok gyártása során. Mousseok esetében kiemelt jelentőséggel bír a zselatin habképző tulajdonsága. Vegyesen alkalmazva más hidrokolloidokkal erős emulzióstabilitás hozható létre, nem válnak szét az összetevők és meg tud maradni habként a rendszer. (Armisen&Imeson, 1997)

3.2.5. A tejfehérje-koncentrátum és a savófehérje funkcionális tulajdonságai

A savófehérjét jó oldhatósága és zselésítő tulajdonsága miatt olyan édesipari termékek gyártása esetében, mint a fagyasztott desszertek vagy a pékáruk, tojás és tej helyettesítésére is használják (Knights, 1990). A tejfehérje-koncentrátumnak (MPC) szintén jó a zselésítő tulajdonsága, minél magasabb a fehérje-szárazanyagtartalom, annál stabilabb hálózatot alkot (Uluko, 2015).

A fehérjék fontos szerepet játszanak a habok kialakításában és stabilizálásában is olyan habosított élelmiszerek esetében, mint például a jégkrémek (Uluko, 2015). A savófehérjének jók a habképző tulajdonságai is, viszont hab-stabilizáló tulajdonsága már gyengébb (Singh, 2011). Ezzel szemben a tejfehérje-koncentrátumok habosítási tulajdonságai sokkal jobbak, mind habosítás, mind hab-stabilizálás tekintetében (Yankov és Panchev, 1996). A habosítás-ereje függ a hőkezeléstől, a pH-tól és az ionos környezet hatásától (Huppertz, 2010). Az MPC habosítási tulajdonságai jobbak, ha a fehérjék teljesen oldható állapotban vannak jelen (Uluko, 2015).

A tejfehérje-koncentrátum oldhatósága alapvetően rossz, szobahőmérsékleten vagy annál hidegebb hőmérsékleten nem oldódik, csak hőmérséklet-növeléssel lehet elérni az oldódását, illetve hatása van a fehérje-koncentrációnak is az oldhatóságra, ugyanis minél kisebb a fehérje-koncentráció, annál könnyebben oldódik (Uluko, 2015).

4. Anyagok és módszerek

4.1. Málna mousse-ok elkészítése és összetétele

A kísérletek során tejfehérje-koncentrátummal, illetve savóporral dúsított málna mousse mintákat vizsgáltam. A középponti összetételnek megfelelő, málna mousse minta 100 g-ja a következőket tartalmazza: 54,7 g fagyasztott guruló málna, 22 g UHT Habtejszín (Milfina), 11 g kereskedelmi forgalomban kapható kristálycukor, 8 g Mizo Sole tejfehérje-koncentrátum (MPC85), 3 g Mizo Sole savópor, illetve 1,3 g 200 bloom-os lapzselatin. Mivel 9 különböző összetételű minta készült, amelyekben a savópor, illetve a tejfehérje-koncentrátum százalékos-arányai eltérőek, ezért a többi összetevő arányai is minimálisan eltérőek a mintákban.

A málna mousse elkészítését úgy kezdtem, hogy a fagyasztott (magos) málnát a cukorral forrásig melegítettem, majd feloldottam benne az előzetesen hideg vízbe áztatott lapzselatint. Az MPC85 és a savópor keveréke a 80°C-os málna gélekben kevertetéssel került feloldásra. Végezetül a hideg tejszínt lágy habbá vertem, majd az is hozzá lett keverve a tejfehérje-koncentrátummal és savóporral dúsított málnához. Ezután a még folyékony állapotú mousse mintákat zárható tetejű műanyag mintartó edényekbe töltöttem. A minták elkészítéséhez használt műanyag edényeket és a mintatartó edényeket is előzetesen feliratoztam a minták számával.



4. ábra A készülő mousse-minták a felvert habtejszín hozzákeverése előtt

Az elkészítés során a legnagyobb nehézséget a kis tömegű minták egyenletes elkeverése jelentette (4. ábra).

4.1.1. Tárolás

A mintákat az elkészítést követően 1 °C-os hőmérsékletű hűtőszekrényben helyeztem el. 3 órára volt szükség ahhoz, hogy a kis mennyiségű minták teljesen áthűljenek és elérjék az 5-7°C-os hőmérsékletnek megfelelő stabil állapotukat. A kísérlet szempontjából nagy jelentősége volt, hogy az első minták vizsgálatának megkezdésekor minden minta elérje a tárolási hőmérsékletnek megfelelő stabil állapotát, mivel a mousseok állománya erősen függ a hőmérsékletüktől. Emiatt a mousse minták hőmérséklete minden vizsgálat előtt és a vizsgálat közben is többször ellenőrzésre került. A kis mennyiségű minták hőmérséklete a hűtőszekrényből kivéve viszonylag hamar emelkedett, így az volt a cél, hogy minden mintát 11±0,5 °C közötti hőmérséklettartományban vizsgáljunk.

4.1.2. Az összetevők és a minták fehérjetartalmai

A mousse elkészítéséhez használt alapanyagok fehérjetartalmait az 5. táblázatban foglaltam össze. Ugyan a legmagasabb fehérjetartalommal az összetevők közül a lapzselatin bír, ám annak aránya a késztermékben mindössze 1,3% körüli, míg a második legnagyobb fehérjetartalommal bíró összetevő, a tejfehérje-koncentrátum (MPC85) aránya a mousse-ban 4,2 és 11,8 százalék között mozog. A fehérjetartalmat, azoknál az alapanyagoknál, ahol elérhető volt összetétel vagy specifikáció, ott az ott feltüntetett adatokkal számoltam, a többi esetben pedig az USDA (U.S. Department of Agriculture) adatbázisában feltüntetett adatokra alapoztam.

5. táblázat Összetevők fehérjetartalma

Összetevő	Fehérjetartalom (%)
Lapzselatin (200 bloom)	85,6 %
Mizo Sole tejfehérje-koncentrátum	min. 80,3 %
Mizo Sole savópor	min. 11 %
30%-os zsírtartalmú habtejszín	2,2 %
Fagyasztott málna	1,15 %
Kristálycukor	0 %

A fehérjetartalom növelése céljából hozzáadott összetevők a Mizo Sole savópor és a Mizo Sole tejfehérje-koncentrátum voltak. A felhasznált savópor két fő összetevője a laktóz és a fehérje, előbbiből minimum 65%-ot tartalmaz, utóbbiból pedig minimum 11%-ot. A tejfehérje-koncentrátum fő összetevői szintén a laktóz és a fehérje, ám jóval magasabb a fehérjetartalma, minimum 80,3%, míg laktóz tartalma pedig jóval alacsonyabb, maximum 8%. Az MPC85 megjelölés arra utal, hogy a termék szárazanyag-tartalmában minimum 85% a fehérje aránya, ám mivel a terméknek van (max) 5,5% nedvességtartalma, így az össztermékben csak 80,3% a garantált fehérjetartalom. A 6. táblázatban összefoglaltam, hogy pontosan milyen arányban tartalmaztak az egyes minták tejfehérje-koncentrátumot, illetve savóport, illetve feltüntettem azt is, hogy ezeknek megfelelően melyik mintának mekkora a fehérjetartalma.

6. táblázat Minták tejfehérje-koncentrátum és savópor tartalma és az azoknak megfelelő fehérjetartalom %-ban, illetve RNI %-nak (ajánlott referenciabeviteli érték) megfelelően

Minta sorszáma	tejfehérje - koncentrátum (%)	savópor (%)	fehérje-tartalom (%)	RNI % 100 g-ban (nő)	RNI % 100 g-ban (ffi)
1	5,3	4	7	15,6%	13%
2	10,7	2	11	24,4%	20%
3	4,2	3	6	13,3%	11%
4	8	4,4	9,1	20,2%	16%
5A	8	3	9	20,0%	16%
5B	8	3	9	20,0%	16%
5C	8	3	9	20,0%	16%
5D	8	3	9	20,0%	16%
5E	8	3	9	20,0%	16%
6	10,7	4	11,2	24,9%	20%
8	5,3	2	6,8	15,1%	12%
9	8	1,6	8,9	19,8%	16%

Mivel a mousseok összetétele a savóporon és a tejfehérje-koncentrátumon kívül azonos, a fehérjetartalmak százalékos-arányában való különbségek ez utóbbi két összetevő változtatásainak tudható be. A táblázat utolsó két sorában az látható, hogy ezeknek megfelelően a különböző minták 100 g-jával a fehérjéből ajánlott referenciabeviteli érték hány százaléka vihető be.

4.2. A kísérlet során alkalmazott módszerek

Összesen 13 minta készült a kísérletekhez, amelyek összetételei a 4.2.1 fejezetben bemutatott kísérlettervhez lettek illesztve. A 13 összetétel közül 5 minta összetétele azonos volt, így a kísérlet kiértékelése során arról is lehetett visszacsatolást kapni, hogy azonos összetételű minták esetében mekkora az eltérés a mérési eredmények között.

Annak érdekében, hogy minél összetettebb képet kapjak arról, milyen hatásai vannak a tejfehérje-koncentrátum és a savópor összetételváltoztatásának a termék színére, ízére, állományára, kedveltségére és eltarthatóságára, a kísérlet során készült érzékszervi vizsgálat, szárazanyagtartalom-mérés, színmérés, állománymérés, illetve hőfizikai tulajdonságokat is mértem.

A 5. ábrán összefoglaltam, hogy mely méréseket mely mintákkal végeztem el. Ahogy az ábrán is látszik, a kísérletek egyik részét Gomez-Betancur és társai (2020) kísérletéhez hasonlóan a 2 faktoros centrum kompozíciós terv alapján meghatározott összetételeknek megfelelően előállított 13 mintával végeztem el, hogy azok válaszfelület-elemzési módszerrel is kiértékelhetőek legyenek. Ezen vizsgálatok közé tartoztak az SMS-TA mérőberendezéssel végzett állománymérések, a Minolta CR-400-as színmérő műszerrel végzett színmérések, illetve a szárazanyagtartalom-mérések. A DSC mérés esetében a mérések hosszúsága miatt, az érzékszervi vizsgálatok esetében pedig a könnyebb összehasonlíthatóság miatt, illetve számolva azzal, hogy az érzékszervi bírálók érzékszervei kifáradhatnak, szűkítettem a minták elemszámán. Ez utóbbi két esetben a 13 minta közül 4 négyzetponti összetételnek megfelelő mintát és egy központi összetételnek megfelelő mintát választottam ki és ezt az 5 különböző összetételű mintát vettem vizsgálat alá.



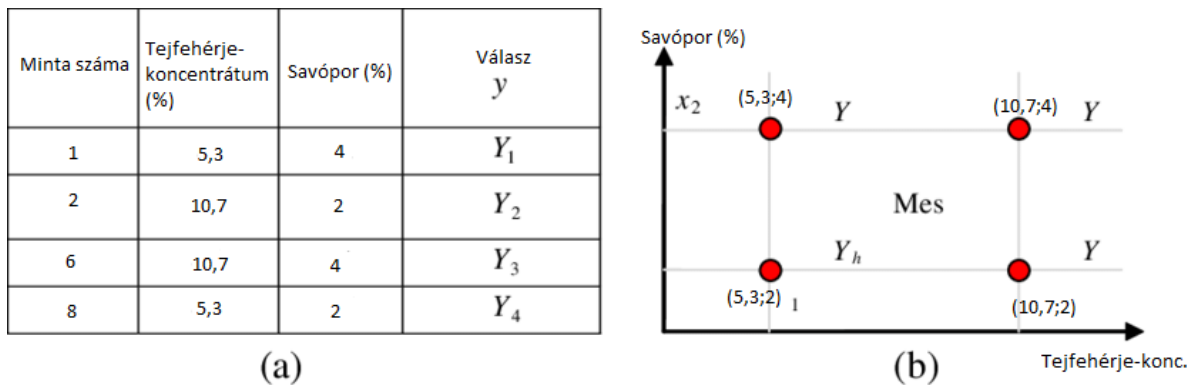
5. ábra Mérések és vizsgálatok megosztása a kísérlettervek szerint

4.2.1. A kísérlettervezés módszere

A kísérlettervezés fontos része a kutatási és fejlesztési munkáknak. Jó kísérlettervezéssel adott mérésszámok mellett maximalizálni tudjuk a kinyerhető információ-tartalmat (Kemény et al, 2017). Ezen munka során kétféle kísérlettervet használtam, egyrészt a 2^2 típusú teljes

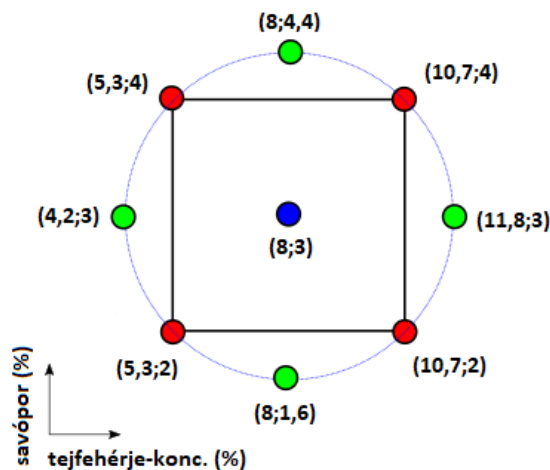
faktoriális tervet, másrészt pedig szintén két faktorra a centrum kompozíciós tervet. A faktorokat a tejfehérje-koncentráció, illetve a savópor százalékos mennyiségei adták.

A teljes faktoriális terv esetében egy a középponti összetételnek megfelelő minta, illetve 4 a középponttól egyenlő távolságra eső, átlópontra került vizsgálatra. Azaz ahogy az 6. ábra (a) táblázatában is látszik, mindkét faktornak 2-2 szintje volt, a középponti szinten kívül.



6. ábra Teljes faktoriális terv 2^2 táblázata (a), illetve ábrázolása (b) (Boucekara és társai (2011) alapján saját szerkesztés)

A centrum kompozíciós terv szerint 5 középponti összetételnek megfelelő minta készült, illetve 8 minta, amelyek összetételei a tejfehérje-koncentráció(%)–savópor(%) koordináta-rendszeren a középponti összetételtől egyenlő távolságra vannak, egy kör 4 átlóján fekszenek, a kört 8 egyenlő szeletre osztva, ahogy az 7. ábrán látható.



7. ábra Centrum kompozíciós terv (dvelope.net alapján átszerkesztve)

4.2.2. Szárazanyagtartalom mérése

A minták szárazanyagtartalmának méréséhez először analitikai pontossággal lemértem a petri csészék tömegeit, amelyekbe a mintákat a szárításhoz kimértem, majd lemértem a minták tömegeit is, amelyek 1,5-2 g közé estek. Ezután a mintákat 105 °C-os szárítószekrényben

tömegállandóságig szárítottam. Végül újra lemértem a mintákat tartalmazó petri csészéket, így a kapott adatokból ki tudtam számolni minden minta szárazanyagtartalmát, amelyekre a ki nem fagyasztható víztartalom meghatározásához volt szükségem.

A számításhoz használt képlet a következő volt:

$$\text{minta sz. a. tart. (\%)} = \frac{(\text{csésze tömege a szárazanyaggal} - \text{csésze tömege})}{\text{minta tömege}} * 100$$

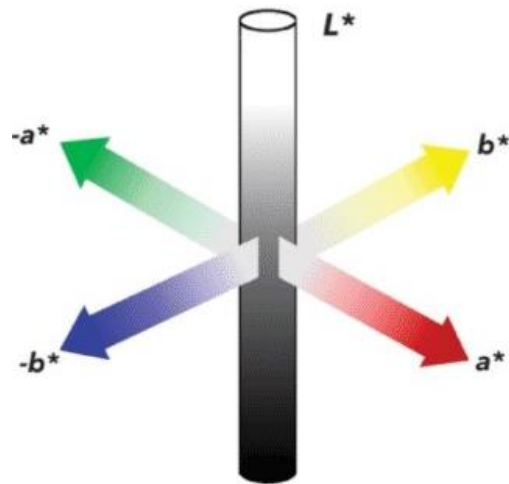
4.2.3. Színmérés

A színmérést a 8. ábrán látható Konica Minolta CR-400-as színmérő eszközzel végzem. Ez a reflexiós mérésére alkalmas színmérő eszköz az emberi látáshoz hasonló, CIELAB színszűrőkkel dolgozik.



8. ábra Konica Minolta CR-200 készülék

Ez a rendszer a színeket három értékkel fejezi ki: ahogy a 9. ábrán is látható, L* adja a világossági tényezőt (0 értéknél fekete, 100 értéknél fehér) a* és b* értékek pedig az emberi látás négy egyedi színét: a vöröset, a zöldet, a kéket és a sárgát. A* érték negatív tartománya adja a zöld színtényezőt, pozitív tartománya pedig a piros színtényezőt. B* esetében pedig a negatív tartomány adja a kék színtényezőt, a pozitív tartomány pedig a sárgát.



9. ábra A CIELAB színtér

A színmérések során mind a 13 minta esetében 3 párhuzamos mérést végeztem. Ahogy a 10. ábrán is látható, a málna mousse minták közötti színkülönbségek szabad szemmel is jól láthatóak voltak.



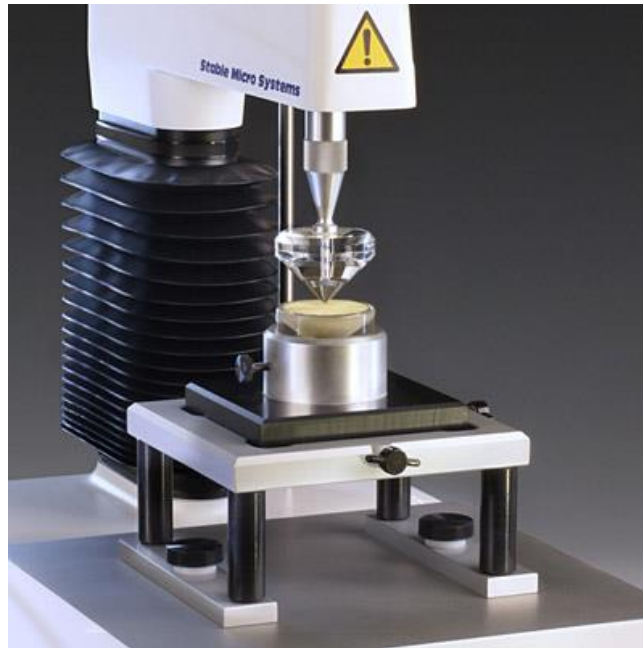
10. ábra Két vizsgált málna mousse minta szabad szemmel is látható színkülönbsége

4.2.4. Állománymérés

Az állományméréseket SMS TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd. Godalming, Surrey, UK) berendezéssel (későbbiekben SMS) végeztem. A mérőberendezés mérőfejei közül a kenhetőség méréséhez használt Spreadability Rig mérőfejet (11. ábra) és az SMS állománymérőhöz tartozó Texture Exponent 32 s kiértékelő programot használtam az állománymérések során. Ezzel a mérőfejjel viszkózus és plasztikus anyagok állományokat mérhetünk.

A mérőfej egy 90°-os kúp alakú „férfi” szondából és öt pontosan illeszkedő, kúp alakú, „női” plexiüvegből készült terméktartóból áll. A mintatartó kúp rögzítésre kerül, a „férfi” fej pedig úgy kerül beállításra, hogy lefelé haladása során a kúp elérje a minta felületét, majd

elkezdje a két felület közti résen át 45 fokos szögben kifelé préselni a vizsgált mintát (Zeke, 2015). A mérőfej 2mm/s sebességgel halad a mintában a mérőcella pedig 500 N erővel bír.



11. ábra SMS állománymérő műszer (texturetechnologies.com)

A mért adatok közül a lefele irányba kifejtett munka (görbe alatti terület nagysága) alapján a kenhetőségre, míg a visszafelé úton kifejtett munka (görbe alatti terület nagysága) alapján a tapadóságra lehet következtetni.

4.2.5. Ki nem fagyó víztartalom mérése

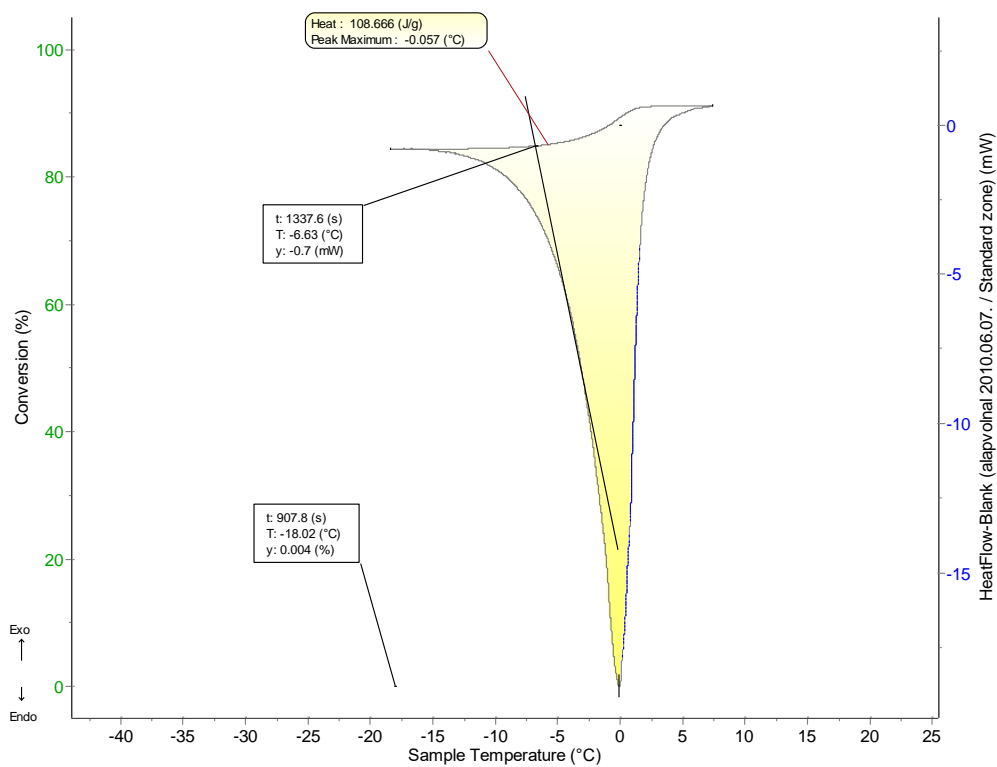
Az élelmiszerekben a kötött víz az élelmiszerben lévő víz azon mennyiségére utal, amely üvegesedési hőmérséklet alatt is folyékony állapotban marad, oldat formájában (Rahman, 2006). Az olyan tejtermékekben, amelyek fehérje géleket tartalmaznak a víz és a fehérje kölcsönhatásának nagy jelentősége van (Örsi et al, 1979). A víztartalom hozzáférhetősége és mozgékonyága hatással lehet a mikrobiális folyamatokra, a reológiai tulajdonságokra, illetve az érzékszervi tulajdonságokra is (Örsi et al, 1979).

Az élelmiszerek ki nem fagyó víztartalmának meghatározására szolgáló technikák közé tartozik a differenciális pásztázó kalorimetria (DSC) is. A DSC egy olyan hőelemzési módszer, amely a hőmérsékletváltozás során az anyag által elnyelt vagy leadott hő mennyiségét teszi mérhetővé (Farkas, 1994).

A málna mousse minták ki nem fagyasztható víztartalmát Setaram DSC 131 evo típusú műszer (Setaram, Caluire, Franciaország) segítségével határoztam meg. A mérést és a kiértékelést Hidas (2022) munkájának megfelelően végeztem el. Az elkészített 13 minta közül 5 mintáról készítettem DSC mérést, mindegyik mért minta esetében 3 párhuzamos mérést

végeztem. A mérőberendezést a Calisto Acquisition szoftverrel (Setaram, Caluire, Franciaország) vezéltem. A mérések során 100 µl-es alumínium mintatartóba 25 és 30 mg közötti tömegű mintákat mértem analitikai pontosságú mérleggel, a pontos tömegeket feljegyeztem. Referencia mintaként a mérések során egy üres lezárt mintatartó szolgált. A mérési program hűtési szakasza 30°C-ról indult, és -50°C-ra hűtötte a mintákat, 5,0°C/perc hűtési sebességgel. Ezután egy 15 perces állandó hőmérsékletű szakasz következett, majd pedig a felfűtési szakasz, amely során -50°C-ról 30°C-os hőmérsékletig kerültek felmelegítésre a minták, 2,0°C/perces fűtési sebességgel. A mérés során a minta hőmérsékletének függvényében rögzítettem a hőáramváltozást. (Hidas, 2022)

A mérési eredmények kiértékeléséhez Calisto Processing 7.6 szoftvert alkalmaztam, amelynek módja a 12. ábrán látható. A fűtési szakaszban felvett termogramokra tangenciális szigmoid típusú alapvonalat illesztettem, majd a görbe alatti terület meghatározásával leolvastam a minta felolvadásához szükséges entalpiaváltozást (ΔH_{olv} , J/g). (Hidas, 2022)



12. ábra Egy jellemző olvadás során felvett hőáramgörbe és kiértékelése

A kapott entalpiaváltozási adatok és a mért szárazanyagtartalom adatok segítségével az alábbi egyenlet segítségével meg tudtam határozni a minták A ki nem fagyasztható víztartalmait:

$$UFW\% = 100 - \left[\frac{\Delta H_{minta}}{\Delta H_{v\acute{e}z} * \frac{W}{100}} * 100 \right]$$

Ahol UFW jelöli a ki nem fagyasztható víztartalmat (g/100 g), ΔH_{minta} a minta olvadási entalpiáját (J/g), $\Delta H_{\text{víz}}$ a víz olvadási entalpiáját (J/g), W pedig a minta nedvességtartalmát (g/100 g) (Zeke, 2015).

4.2.6. Érzékszervi vizsgálat

A különböző összetételű mousse-okban eltérő emulziós és habszerkezet alakul ki, amely meghatározó lehet az érzékszervi tulajdonságok szempontjából is (Chung és McClements, 2014), így a műszeres mérések mellett fogyasztói érzékszervi-vizsgálat is készült. Az érzékszervi vizsgálat olyan módszer, amelyet az élelmiszerek érzékszervi jellemzőinek, például a megjelenésnek, az illatnak, az íznek, az állománynak és az általános elfogadhatóságnak az értékelésére használnak (Meilgaard et al, 2007). Az érzékszervi vizsgálatot általában érzékszervi szakértőkből vagy fogyasztókból álló, képzett testület végzi, akiket arra kérnek, hogy meghatározott kritériumok alapján értékeljék az élelmiszertermékeket (Meilgaard et al, 2007).

Az érzékszervi vizsgálatok fontosak az élelmiszeriparban, mivel segítenek biztosítani, hogy az élelmiszerek megfeleljenek a kívánt érzékszervi tulajdonságoknak és a fogyasztók preferenciáinak (Meilgaard et al, 2007). Az élelmiszertermékek érzékszervi jellemzőinek értékelésével az élelmiszer-gyártók kiigazításokat végezhetnek a termékek összetételén, feldolgozásán és csomagolásán annak érdekében, hogy optimalizálják érzékszervi tulajdonságaikat és a fogyasztók tetszését (Meilgaard et al, 2007).

A különböző típusú érzékszervi vizsgálati módszerek közül ebben az esetben a skálázó módszer tűnt a legideálisabbnak. Összesen 9 különböző összetételű minta készült, ám egyszerre 9 minta összehasonlítása nehéz lett volna a vizsgálatban résztvevők számára, így a 9 minta közül 5 minta került kiválasztásra. A skála egyik vége 0 volt (egyáltalán nem kedvelem), a másik pedig 10 (nagyon kedvelem). Összesen 12-en vettek részt a vizsgálatban, mindannyian potenciális fogyasztók voltak. A szempontok a következők voltak: íz, szín, állomány, illat és összbenyomás. A kiértékelést Excel táblázatban végeztem, a kapott eredményeket pókháló diagramon ábrázoltam.

4.2.7. A statisztikai adatok kiértékelésének módszere

A kapott mérési adatokat Excel program és Minitab program segítségével értékeltem ki.

A mért adatok átlagait és szórásait minden esetben oszlopdigramokon ábrázoltam, amelyeket Excel táblázatban készítettem el. Az érzékszervi bírálatához szintén Excel táblázatban készítettem pókháló diagramot.

A 2^2 faktoriális tervet és a centrum kompozíciós tervet egyaránt Minitab programban készítettem el. A 2^2 típusú faktoriális tervre faktoriális regressziós modellt illeszttem és a kapott modellt a program segítségével értékeltem ki. A centrum kompozíciós tervre válaszfelület-modellt illeszttem, amelyet szintén a program segítségével értékeltem ki. Mivel ez utóbbi modell nem volt minden mért attribútum esetében szignifikáns, több tényező esetében illeszttem a mért adatokra a program segítségével kéttényezős lineáris regressziós modellt, egytényezős lineáris regressziós modellt, illetve egytényezős kvadratikus regressziós modellt. Ezek mindegyikét szintén a Minitab program segítségével értékeltem ki. Azokat a mérési eredményeket, amelyek esetében centrum kompozíciós tervnek megfelelően lett mind a 13 minta mérve, a 13. ábrán bemutatott folyamat alapján értékeltem ki. A minták összetételét ugyan válaszfelület-analízissel történő kiértékeléshez állítottam be, ám mivel döntő többségben ebben a modellben nem lett szignifikáns mindkét faktor, így több esetben meg kellett keresni, hogy hogyan, mely modellel lehet a kapott mérési adatokat legjobban magyarázni. A 13. ábrán összefoglaltam, hogy hogyan jutottam el a megfelelő kiértékelési módszer kiválasztásához.



13. ábra Centrum kompozíciós terv alapján mért adatok esetében a releváns statisztikai modell kiválasztásának folyamata

Minden esetben a válaszfelület-analízissel kezdtem, majd abban az esetben hogyha ez a modell vagy a modellben a két fő tag közül (tejfehérje-koncentrátum aránya és savópor aránya) bármelyik tag nem lett szignifikáns, alapvetően ($p < 0,05$) szinten, de legalább ($p < 0,1$) szinten, akkor lefuttattam egy kétváltozós lineáris regressziót.

Amennyiben a kétváltozós lineáris regressziós modell a modellre is és a modell minden tagjára szignifikáns lett ($p < 0,05$), akkor ezt a modellt választottam ki a mért változó magyarázásához. Amennyiben azonban a kétváltozós lineáris regressziós modell egésze vagy valamely tag nem mutatott kellően magas szignifikancia-szintet, akkor megnéztem, hogy van-e a kettő közül olyan tag, amely szignifikáns.

Ha egyik tag sem mutatott legalább ($p < 0,1$) szinten szignifikanciát, akkor leszűrtem a következtetést, hogy az adott jellemző mért adatai sem a tejfehérje-koncentráció arányának változásával, sem pedig a savópor arányának változásával nem magyarázhatóak.

Abban az esetben, ha valamely faktor szignifikáns volt a modellben, akkor arra a faktorra lefuttattam egy lineáris regressziós modellt, illetve egy kvadratikus regressziós modellt is. Ha a modell csak az egyik esetben lett szignifikáns ($p < 0,05$), akkor azt a modellt választottam ki a kettő közül, amelyik szignifikáns lett, amennyiben viszont mindkét modell szignifikáns lett ($p < 0,05$), akkor azt a modellt választottam ki, amely magasabb szignifikancia szintet mutatott.

A ki nem fagyó víztartalomra mért adatok esetében a 2^2 faktoriális terv szerint felvett minták adatait faktoriális regressziós modellel értékeltem ki, amely szignifikáns lett, így nem volt szükség más elemzési modellek vizsgálatára.

A kiértékeléshez használt egyenletekben és ábrákon TF a tejfehérje-koncentráció százalékos arányának értékét jelöli, míg SP a savópor százalékos arányát.

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

A kísérlet során a különböző mérések eredményeinek kiértékelése során megvizsgáltam, hogy az adott tényezőre (világosság, pirosasság, kenhetőség, tapadósság és a ki nem fagyó víztartalom aránya) hatással van-e tejfehérje-koncentráció és a savópor arányának változtatása is vagy csak az egyik összetevő, esetleg egyik sem. Amennyiben azt találtam, hogy hatással van valamelyik összetevő az adott tényezőre, megvizsgáltam annak irányát is.

A mérések során kapott eredményeket összevettem az érzékszervi vizsgálatok eredményeivel, hogy lássam, vajon azok is alátámasztják-e a mért adatokból kikövetkeztetett összefüggéseket és a kezdeti hipotéziseket.

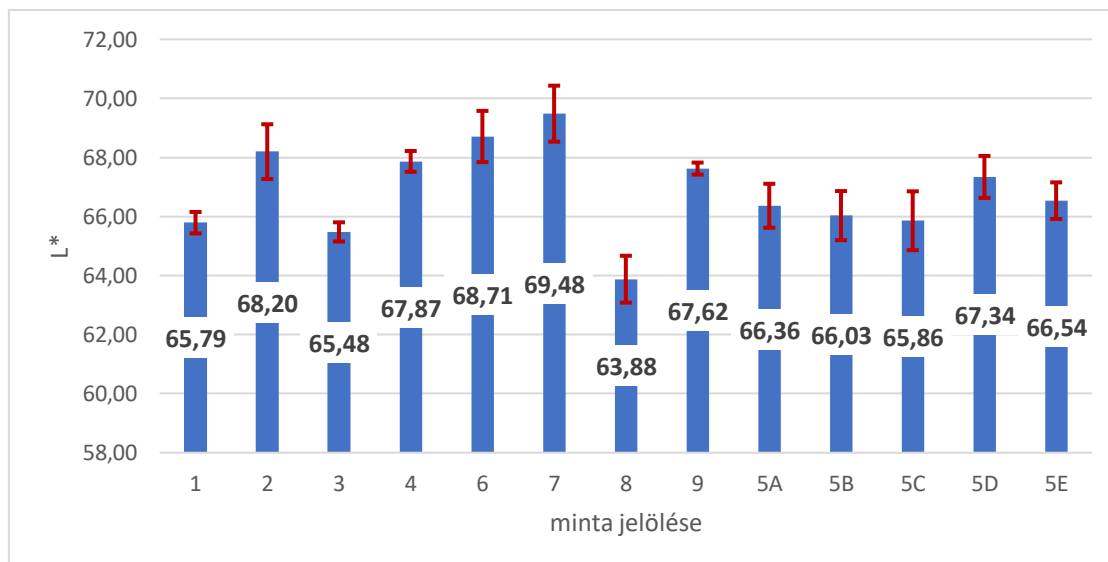
5.1. Színmérés eredményei

A szín intenzitása fontos szempont a termék minőségének megítélése szempontjából. Egy málna-mousse minta esetében, ha a fogyasztó ránéz a termékre, valószínűleg annál inkább málnásnak képzelem, minél élénkebb pirosas (vagy rózsaszín) színű az. A színmérés esetében a^* és L^* mérési adatok lettek kiértékelve, mivel a b^* esetében kapott értékek között nagyon kis különbségek voltak csak. A^* alapján következtethetünk a termék pirosasságára, L^* alapján pedig arra, hogy mennyire világos a termék.

5.1.1. Az összetétel hatása a termék színének világossági tényezőjére

Ebben az esetben a termék megítélése szempontjából vélhetően az a pozitívabb, ha kevésbé világos, mert akkor élénkebb színt kapunk, amelyet málnával telibbnek gondolhatnak a fogyasztók. Előzetesen azt feltételezzük, hogy minél több tejfehérje-koncentrátumot és minél több savóport tartalmaz a termék, annál világosabbá válik a színe.

A mért adatok átlagai a 14. ábrán láthatóak a hozzájuk tartozó szórásokkal. Minden mintát 3* mértem. Látható, hogy a szórások alapján a mérések lehetnének precízebbek, ám a különböző összetételű minták közötti különbségek egyértelműen nagyobbak, mint a feltüntetett szórások, illetve az 5A-E minták közötti különbségek alapján is azt láthatjuk, hogy az azonos összetételű mintákra vetített eredmények nagyjából a szórás mértékével térnek csak el egymástól, így vélhetően van annyira pontos a mérésünk, hogy érdemi következtetéseket tudjunk levonni a kiértékelt eredményekből.



14. ábra A különböző savópor és tejfehérje-koncentrátum tartalmú málna mousse minták világossági szintényezőinek átlagai és szórásai

Az adatok kiértékelését ez esetben is válaszfelület-analízissel kezdtem, amely nem adott a modell egyetlen tagjára sem megfelelő ($p < 0,05$) szignifikancia-szintet, így a következő lépés az volt, hogy lefuttattam egy kéttényezős lineáris regressziót, amelynek varianciaanalízis táblázatából (7. táblázat) látszik, hogy a két tényező közül csak TF tényező szignifikáns ($p < 0,05$) a modellben.

7. táblázat Kéttényezős lineáris regresszió varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	21,7812	10,8906	18,70	0,000
TF	1	20,8215	20,8215	35,76	0,000
SP	1	0,9597	0,9597	1,65	0,228
Error	10	5,8226	0,5823		
Lack-of-Fit	6	4,6631	0,7772	2,68	0,179
Pure Error	4	1,1594	0,2899		
Total	12	27,6037			

Mivel a kéttényezős regresszió esetében sem lett SP tényező szignifikáns, csak TF tényező, így ezután lefuttattam a programban egy lineáris regressziót és egy kvadratikus regressziót TF tényezőre, amelyek közül mindkét modell szignifikáns lett. Ám ahogy egymás mellé téve a két modell varianciaanalízis táblázatából látszik (15. ábra), a p érték a lineáris regresszió esetében sokkal kisebb lett ($p=0,000$), így végül a lineáris regressziós modellel magyaráztam a kapott adatokat.

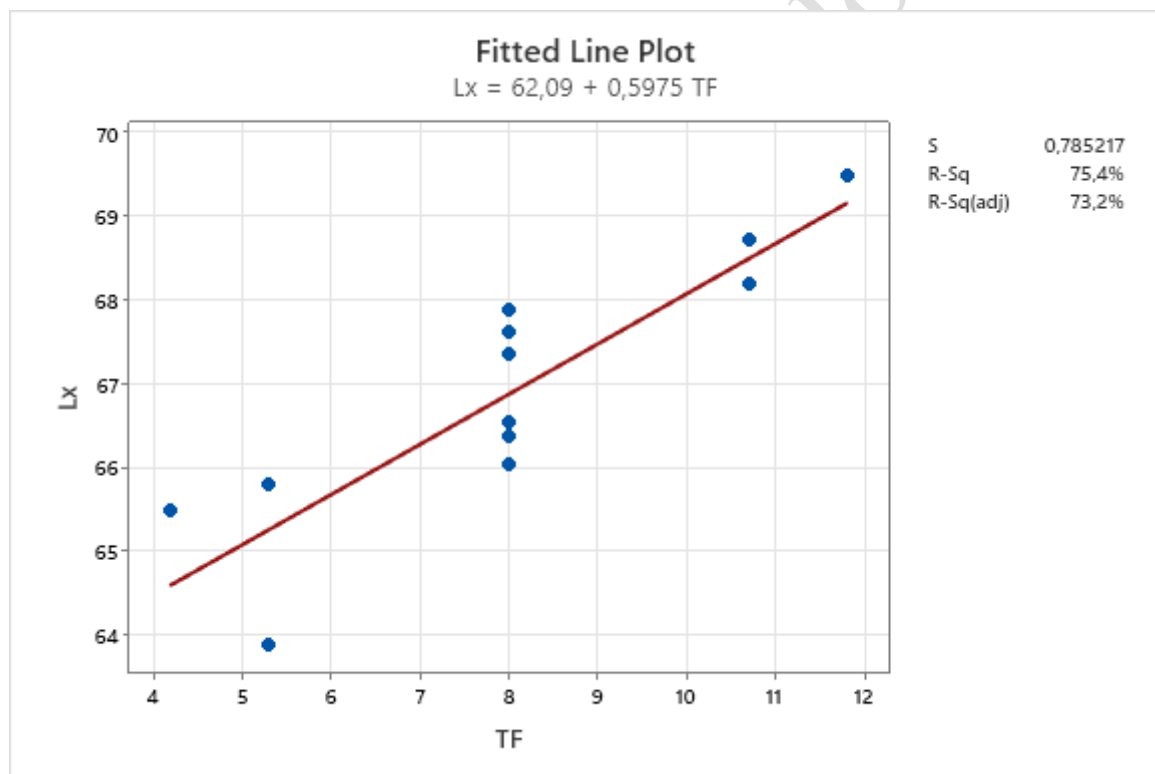
Lineáris regresszió varianciaanalízise Kvadratikus regresszió varianciaanalízise

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	20,822	20,8215	33,77	0,000
TF	1	20,822	20,8215	33,77	0,000
Error	11	6,782	0,6166		
Lack-of-Fit	3	1,272	0,4240	0,62	0,624
Pure Error	8	5,510	0,6888		
Total	12	27,604			

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	21,1502	10,5751	16,39	0,001
Error	10	6,4536	0,6454		
Total	12	27,6037			

15. ábra L^* -ot TF-el magyarázó lineáris és kvadratikus regressziók varianciaanalízisének összehasonlítása

Az illesztett regressziós egyenes grafikus ábrázolásán (16. ábra) látható, hogy elég nagy azoknak a mintáknak az L^* érték szerinti szórása, amelyek egyenlő arányban tartalmaznak tejfehérje-koncentrációt, így ez nagy mértékben rontja a modell szignifikancia-szintjét.



16. ábra L^* -ot TF-el magyarázó lineáris regresszió grafikus ábrázolása

A lineáris regresszió kapott egyenlete:

$$L^* = 62,09 + 0,5975 TF$$

A kapott egyenlet alapján arra következtethetünk, hogy minél több fehérjeport tartalmaz a minta, annál világosabb lesz a színe. Azaz megerősítést kapott, amit előzetesen feltételezhettünk is minél több fehérjét tartalmaz a termék, annál kevésbé lesz élénk színe.

Ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk a világossági tényező és a tejfehérje-koncentráció arányának kapcsolatáról, érdemes lenne olyan méréseket végezni, ahol a mintákban csak a tejfehérje-koncentráció aránya változik, illetve ahol kisebb (akár 1%-os) összetételkülönbségű mintákat is összehasonlítunk.

Meglepő és kezdeti hipotézissel ellentétes eredmény azonban az, hogy a savópor arányának változása nem volt hatással a termék világosságára. Mindez talán azzal magyarázható, hogy a savóporban található savófehérjének jobb az oldódási képessége, mint a tejfehérje-koncentrátumban található fehérjének (Knights, 1990), illetve hogy eleve jóval kisebb százalékban található fehérje a savóporban, mint a tejfehérje-koncentrátumban.

5.1.2. Az összetétel hatása a termék színének pirossági tényezőjére

A málna-mousse esetében fogyasztó szempontból vélhetően az a termék kap pozitívabb megítélést, amely pirosasabb (rózsaszínűbb) színű, mivel az hasonlít jobban a málna színére, azt gondolhatja nagyobb málna-tartalmúnak a fogyasztó. Így az a termék a kedvezőbb, amelynek nagyobb a mért a^* szintényezője. Előzetesen azt feltételezhetjük, hogy azok a termékek lesznek pirosasabbak (rózsaszínűbbek), amelyek kevesebb savóport, illetve tejfehérje-koncentrációt tartalmaznak.

Az a^* -ra mért adatok átlagai és szórásai a 17. ábra oszlopdiagramján láthatóak. Az ábra alapján egyértelműen leszűrhető, hogy a mérések precízek voltak, mivel a szórások kicsik, illetve a különböző összetételű minták között egyértelmű különbségek vannak, míg az 5 azonos összetételű minta esetében (5A-5E) a különbségek nem számottevőek.



17. ábra A különböző savópor és tejfehérje-koncentrátum tartalmú málna mousse minták vörös-zöld szintényezőinek átlagai és szórásai

A mérések kiértékelését ebben az esetben is a válaszfelület-elemzési módszerrel kezdtem. A modellre nagyon magas, 98,16%-os, R^2 determinációs együtthatót kaptam. A modell tagjai azonban, ahogy a 8. táblázatban látható, csak ($p < 0,1$)-os szinten lettek szignifikánsak, és azon a szinten se minden tag.

8. táblázat a^* -ra kapott válaszfelület-elemzési modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	73,3972	14,6794	74,64	0,000
Linear	2	3,4043	1,7021	8,65	0,013
TF	1	2,5953	2,5953	13,20	0,008
SP	1	0,0421	0,0421	0,21	0,658
Square	2	1,1195	0,5598	2,85	0,125
TF*TF	1	0,0091	0,0091	0,05	0,836
SP*SP	1	1,0658	1,0658	5,42	0,053
2-Way Interaction	1	0,6806	0,6806	3,46	0,105
TF*SP	1	0,6806	0,6806	3,46	0,105
Error	7	1,3768	0,1967		
Lack-of-Fit	3	0,5532	0,1844	0,90	0,517
Pure Error	4	0,8235	0,2059		
Total	12	74,7740			

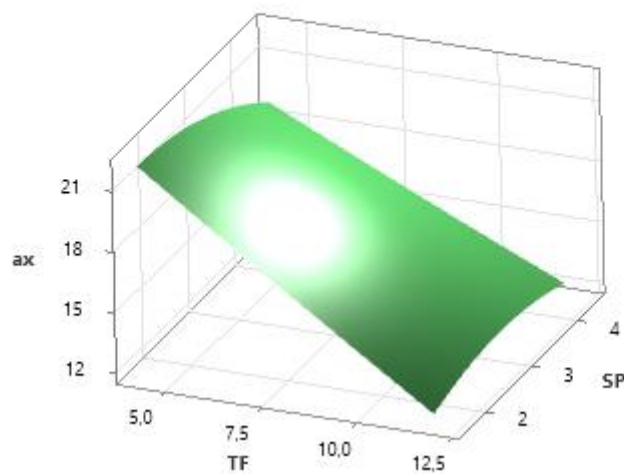
90%-os megbízhatósági szinten a modell tagjai közül TF ($p=0,008$) és SP*SP ($p=0,053$) lettek szignifikánsak, ám TF*SP ($p=0,105$) tag is majdnem eléri ezt a megbízhatósági szintet, TF*TF ($p=0,836$), illetve SP ($p=0,658$) tagok azonban már messze esnek ettől a szinttől is. Mivel a kapott modellben SP*SP tag szignifikáns lett, így SP tagot is benne kell hagynunk a modell egyenletében, TF*SP-t pedig azért hagyom benne, mivel nagyon közel van a kitűzött 90%-os megbízhatósági szinthez, így csak TF*TF tagot nem tekintem relevánsnak, mely egyébként is a többi taghoz képest kicsi szorzóval és ezáltal alacsony magyarázóerővel szerepelt a modell egyenletében ($+0,0049$ TF*TF).

Mindezeknek megfelelően a válaszfelület-illesztési modell egyenlete a következő:

$$a^* = 27,80 - 1,626 \text{ TF} + 0,56 \text{ SP} - 0,391 \text{ SP*SP} + 0,1528 \text{ TF*SP}$$

A 18. ábra térben ábrázolja, miképp változik a mousse-minták pirosságra utaló színtényezője a tejfehérje-koncentráció összetételének és a savópor összetételének változtatása hatására.

Surface Plot of a* vs SP; TF



18. ábra A mousse minták a*-értékére illesztett modell válaszfelülete

A modell egyenlete és a térbeli ábra alapján is arra következtethetünk, hogy mind a savópor arányának növelése, mind pedig a tejfehérje-koncentráció arányának növelése negatív hatással van a termék a* szintényezőjére. Azaz minél több savóport és minél több tejfehérje-koncentrátumot tartalmaz a minta, annál kevésbé lesz pirosas (rózsaszín) színe. Ahogy látjuk, SP pozitív előjellel szerepel az egyenletben, ám egyrészt a legkisebb savópor koncentráció (=1,6%) esetében is a savópor összhatása összességében negatív ($+0,56*SP - 0,391*SP*SP = -0,10496$) az a* értékre.

Érdekes eredmény továbbá, hogy a TF*SP tag szintén pozitív előjelet mutat az egyenletben, és habár az összhatás negatív súlya nagyobb, fontos jelentőséggel bírna, ha további kísérletekkel alátámaszthatóvá válna, hogy annak érdekében, hogy kevésbé rontsa a termék színét a fehérjével történő dúsítás segíthet, ha a tejfehérje-koncentrátumot és a savóport együttesen alkalmazzuk, mert fellép egy negatív szinergia-hatás.

Mivel a válaszfelület-elemzési modell csak súrolja a kellő megbízhatósági szintet ($p < 0,1$), így ellenőrzésképp lefuttattam egy kéttényezős lineáris regressziót is az adatokra, amely varianciaanalízis táblázata lent látható (9. táblázat). Ebben az esetben egy minden tagra szignifikáns ($p < 0,05$) modellt kaptam, 95,75%-os R^2 tényezővel.

9. táblázat a* szintényezőt magyarázó kéttényezős lineáris regressziós modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	71,5971	35,7985	112,68	0,000
TF	1	69,0490	69,0490	217,35	0,000
SP	1	2,5481	2,5481	8,02	0,018
Error	10	3,1769	0,3177		
Lack-of-Fit	6	2,3534	0,3922	1,91	0,277
Pure Error	4	0,8235	0,2059		
Total	12	74,7740			

A modell egyenlete ($a^*=27,121 - 1,0881 \text{ TF} - 0,564 \text{ SP}$) szintén azt támasztja alá, amit a válaszfelület-elemzési módszer modellje is, hogy a tejfehérje-koncentráció és a savópor arányának növelése az összetételben, alapvetően negatív hatással van a* szintényezőre, ezáltal pedig a termék kedveltséghez közelítő színére.

5.2. Állománymérés eredményei

A mousseok alapvetően könnyed, levegős szerkezetű desszertek, így fogyasztásuk során vélhetően ennek megfelelő, laza állománynak örül egy átlag fogyasztó. A kezdeti feltevés az, hogy a tejfehérje-koncentrációval, illetve savóporral dúsított mousseok állománya sűrűsödik, ezáltal kevésbé lesznek kenhetőek, illetve nő a tapadosságuk.

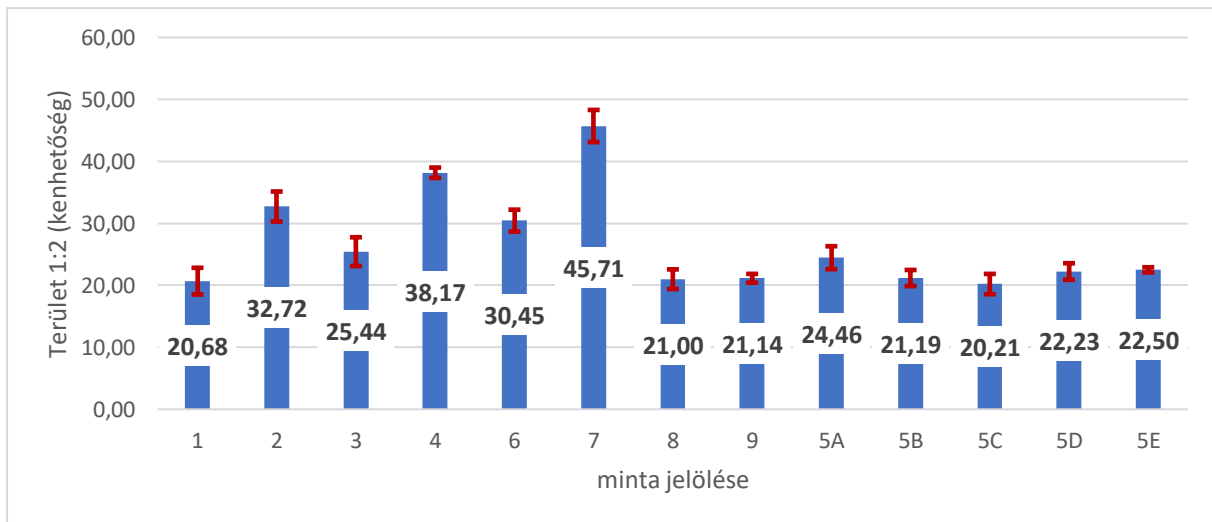
A Kenhetőség és a Tapadosság estében is válaszfelület-analízissel kezdtem a kiértékelést, viszont egyik esetben sem kaptam szignifikáns ($p < 0,5$) eredményeket, így a Kenhetőség mutatót végül a tejfehérje-koncentráció arányára vonatkoztatott kvadratikus regressziós egyenlet segítségével tudtam magyarázni, míg Tapadosság mutató esetében a kétváltozós lineáris regressziós modellben mindkét faktor (tejfehérje-koncentráció aránya és a savópor aránya) és a modell maga is szignifikáns lett.

Kezdeti hipotéziseim, miszerint mind a tejfehérje-koncentráció, mind pedig a savópor arányának növelése az összetételben, negatív hatással van a termék állományára, csak részben nyert megerősítést, mivel a savópor összetétel-változtatása a kenhetőségre utaló mutató esetében nem mutatott szignifikáns hatást a mért változóra.

5.2.1. Az összetétel hatása a kenhetőségre

A kenhetőségre kapott adatok kiértékelése során arra a kérdésre szerettem volna választ kapni, hogy a mousse-minták kenhetőségét befolyásolja-e a bennük lévő tejfehérje-koncentráció, illetve savópor koncentráció aránya, illetve amennyiben befolyásolja, akár egyik, akár másik, akár mindkettő, akkor, akkor milyen irányba és milyen mértékben.

A 19. ábrán láthatóak a mért adatok átlagai, illetve a hozzájuk tartozó szórások. Minden minta esetében 5 mérést végeztem, az adatokat minimálisan kellett csak tisztítani. Az 5A minta, illetve az 5C minta esetében volt az 5 mérésből egy-egy mérés esetében nagyon kiugró adat, amelyeket nem használtam fel a kiértékeléshez, hanem mérési hibaként tekintettem rájuk és a mért adatoktól megtisztítottam vizsgált adathalmazt.



19. ábra A különböző savópor és tejszáranyag-koncentráció tartalmú málna mousse minták kenhetőségre mért adatainak átlagai és szórásai

A fenti ábrán látható, hogy a kapott mérési eredmények között jelentős különbségek vannak. A mért adatok szórásai azonban nem számottevőek. Megfigyelhetjük továbbra még azt is, hogy az 5-ös minták között, amelyeknek azonos az összetételük, nincsenek nagy különbségek a mért adatok átlagai között. Mindezek alapján arra következtethetünk, hogy valamilyen jellegű hatása kell, hogy legyen az összetételekben való változtatásoknak a kenhetőségre.

A kapott mérési eredményeket először válaszfelület-módszerrel elemeztem ki. A válaszfelület-analízissel meghatározott modellhez tartozó determinációs együttható (R^2) értéke 75,26 % lett, amely már egy egészen magas érték, így a modell szignifikánsnak tekinthető, ám a tagok szignifikancia szintjét külön-külön megvizsgálva (lásd lent a 10. táblázatban) azt láthatjuk, hogy egyedül a TF*TF tag szignifikáns a modellben ($p < 0,05$), így ez a modell nem alkalmazható a Kenhetőségre mért eredmények magyarázására.

10. táblázat Kenhetőség mutatót magyarázó válaszfelület-modell varianciaanalízis táblázata

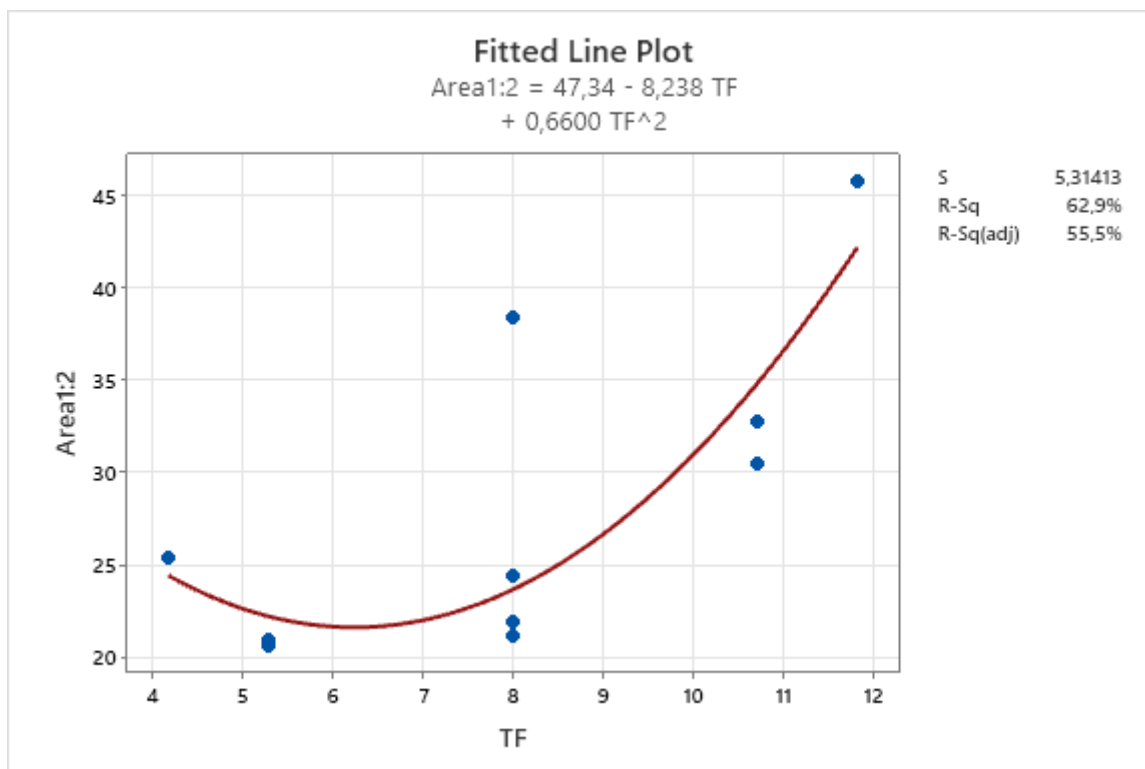
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	572,380	114,476	4,25	0,043
Linear	2	68,060	34,030	1,26	0,340
TF	1	68,050	68,050	2,53	0,156
SP	1	10,810	10,810	0,40	0,546
Square	2	197,372	98,686	3,67	0,081
TF*TF	1	180,788	180,788	6,72	0,036
SP*SP	1	33,540	33,540	1,25	0,301
2-Way Interaction	1	0,953	0,953	0,04	0,856
TF*SP	1	0,953	0,953	0,04	0,856
Error	7	188,388	26,913		
Lack-of-Fit	3	181,090	60,363	33,08	0,003
Pure Error	4	7,299	1,825		
Total	12	760,769			

Ennek megfelelően tovább vizsgáltam az adatokat. Kétváltozós (TF és SP magyarázókra) lineáris regressziót lefuttatva nem lett SP magyarázó változó sem és a modell sem szignifikáns, csak TF magyarázó változó. Ebből adódóan lefutattam egy egyváltozós lineáris regressziót, illetve egy egyváltozós kvadratikus regressziót TF magyarázóra, mivel csak ez a tag volt mindkét modell esetében szignifikáns.

A két regresszió közül a lineáris regressziós modell mindössze 41,34%-os R^2 -et eredményezett, így ennek a modellnek a használatát is kizártam. A kvadratikus regresszió TF magyarázó változóra vonatkoztatva azonban 62,88%-os R^2 -et eredményezett, amelyet már tekinthetünk szignifikánsnak, illetve a regresszió p értéke is szignifikáns lett ($=0,007$).

A kvadratikus regressziós modell illesztési ábrája alapján (20. ábra) megfigyelhetjük azonban, hogy a modell szempontjából nem kedvező, hogy mivel több azonos tejfehérje-koncentráció tartalmú mintánk is volt, hiába van 13 mintánk, azok mindösszesen 5 különböző tejfehérje-koncentráció szinthez tartoznak. Látható továbbá, hogy a 8%-os koncentrációhoz tartozó minták közül van egy mintán, amelynek a mérési eredménye nagyon távol esik az illesztett görbétől.



20. ábra Kenhetőséget modellező másodfokú egyenlet ábrázolása

Amennyiben ennek a mintának az értékeitől megtisztítom az adatokat és 12 mintára vonatkoztatva futtatom le a regressziót, sokkal magasabb, 94,6 %-os R^2 értéket kapunk. Ahogy a 11. táblázatban is látszik, jóval alacsonyabb, (=3,668) az átlagos négyzetes hiba értéke is (MS Error), míg a kiugró adattól meg nem tisztított modell esetében ugyanez az érték 28,24 volt. Hasonlóan csökkent a regresszióhoz tartozó p érték is, előző esetben ($p=0,007$), jelen esetben pedig ($p=0,000$).

11. táblázat Kenhetőség mutatót magyarázó megtisztított egyváltozós kvadratikus regressziós-modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

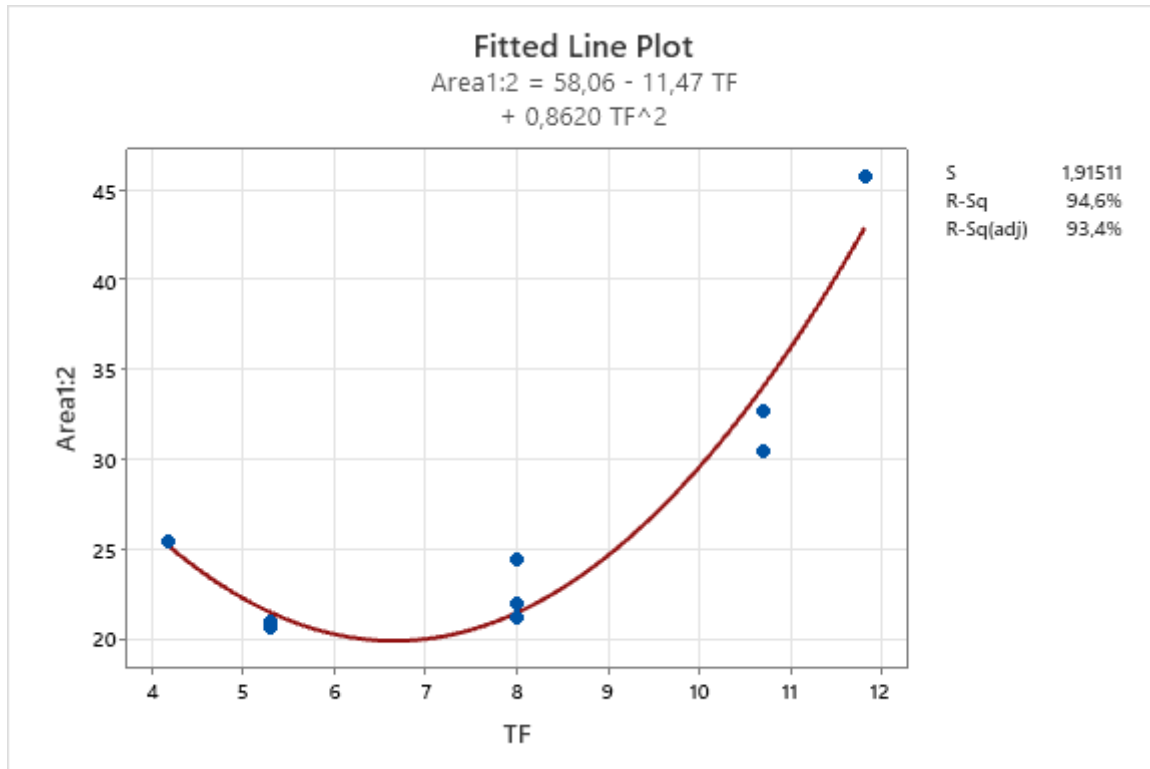
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	577,802	288,901	78,77	0,000
Error	9	33,009	3,668		
Total	11	610,811			

A kapott kvadratikus regressziós modell egyenlete:

$$\text{Kenhetőség} = 58,06 - 11,47 \text{ TF} + 0,8620 \text{ TF}^2$$

Ha a modellt grafikusán ábrázoljuk (21. ábra), a kapott grafikon alapján arra következtethetünk, hogy a kezdeti szakaszon a tejfehérje-koncentráció arányának növekedésével csökken a mousse-minták szétnyomásához szükséges energiabefektetés értéke,

majd 8%-os összetételnél és az afeletti értékeknél már a tejfehérje-koncentráció arányának növekedésével szigorúan monoton növekszik a szétnyomáshoz szükséges energiabefektetés értéke. Azaz 8%-os tejfehérje-koncentrátum összetételtől kezdődően, ahogy növeljük a tejfehérje-koncentrátum arányát, úgy egyre kevésbé könnyen kenhető a termék.



21. ábra Tisztított adatokból kapott Kenhetőséget modellező másodfokú egyenlet ábrázolása

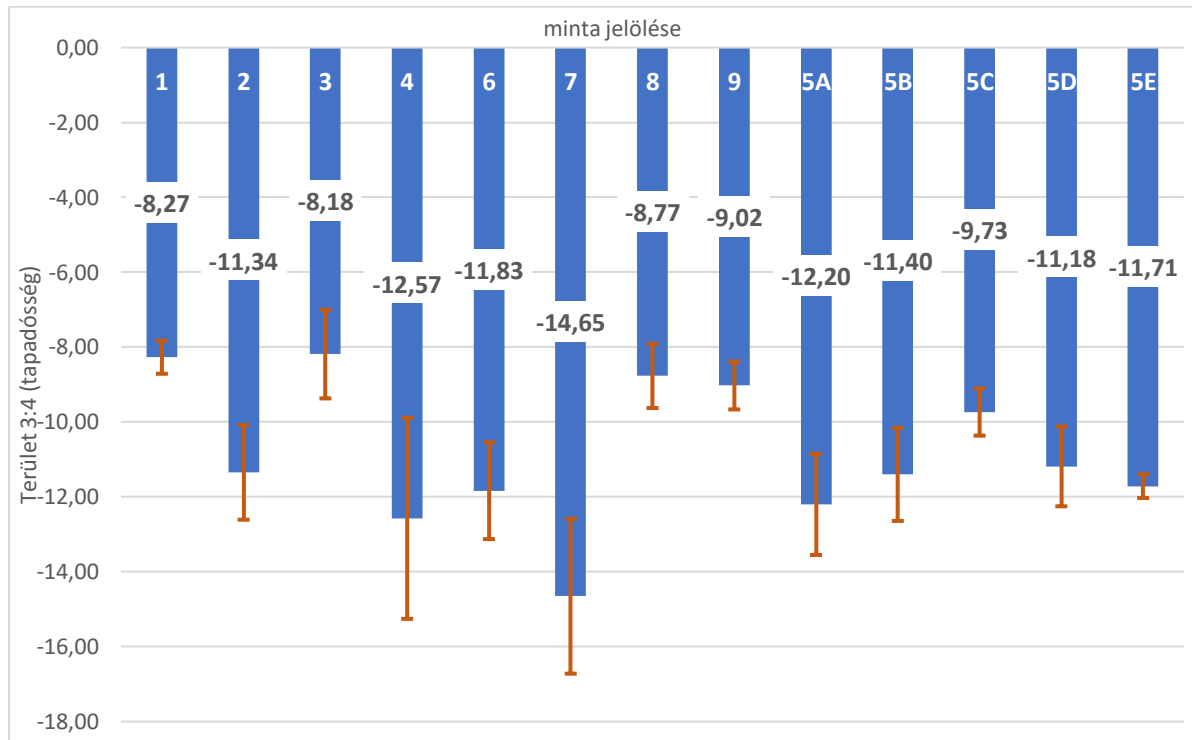
5.2.2. Az összetétel hatása a tapadóságra

A mousseok alapvetően könnyed állományú desszertek, amelyek fogyasztás közben szinte szétolvadnak a fogyasztó szájában. Ennek megfelelően az állomány szempontjából a tapadosság nem egy kedvező tulajdonság.

A mért tapadósági adatok kiértékelése alapján azt szerettem volna megtudni, hogy a mousse minták közötti összetétel-különbségek befolyásolják-e a termék tapadóságát. Amennyiben pedig ez előbbi kérdésre a válasz igen, akkor mindkét összetevő (tejfehérje-koncentrátum és savópor) arányának változtatása befolyásolja-e, vagy csak az egyik, illetve pontosan melyik hogyan, milyen irányban és milyen mértékben hat rá.

A 22. ábrán láthatóak a mért adatok átlagai a hozzájuk tartozó szórásokkal. Minden minta esetében 5 mérést végeztem, ahogy az 5.2.1-es fejezetben is leírtam az adatokból ki kellett tisztítani egy-egy mérési adatot az 5A minta esetében, illetve az 5C minta esetében, ezeket nem használtam fel a kiértékeléshez, hanem mérési hibaként tekintettem rájuk és

megtisztítottam tőlük a vizsgált adathalmazt. Az adatok ebben az esetben azért negatívak, mert a mérőfej visszafelé tartó szakaszán történik a mérés, így a kiértékelés szempontjából az előjel nem fontos számunkra, az adatok abszolútértéke a meghatározó a kiértékelés szempontjából. Minél nagyobb a mért adat abszolútértéke, annál jobban tapad a termék.



22. ábra A különböző savópor és tejszín-koncentrátum tartalmú málna mousse minták kenhetőségre mért adatainak átlagai és szórásai

Ez esetben is válaszfelület-analízissel kezdtem az adatok kiértékelését, azonban hiába volt a kapott modellhez tartozó determinációs együttható (R^2) értéke 76,24 %, így a modell ebben az esetben is szignifikáns, viszont ahogy a varianciaanalízis táblázat (12. táblázat) p-értékei mutatják, egyik faktor sem lett szignifikáns ($p < 0,05$) a modellben, így itt sem használható a válaszfelület-elemzési módszerrel kapott modell a kiértékelésre.

12. táblázat Tapadóssági mutatót magyarázó választfelület-modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	35,4643	7,0929	6,00	0,018
Linear	2	1,7564	0,8782	0,74	0,510
TF	1	1,1515	1,1515	0,97	0,356
SP	1	1,2829	1,2829	1,09	0,332
Square	2	2,2859	1,1430	0,97	0,426
TF*TF	1	0,6106	0,6106	0,52	0,495
SP*SP	1	1,9188	1,9188	1,62	0,243
2-Way Interaction	1	0,2450	0,2450	0,21	0,663
TF*SP	1	0,2450	0,2450	0,21	0,663
Error	7	8,2683	1,1812		
Lack-of-Fit	3	7,4723	2,4908	12,52	0,017
Pure Error	4	0,7961	0,1990		
Total	12	43,7327			

A következő lépés az adatok kiértékelésében az volt, hogy lefuttattam a kétváltozós (TF és SP magyarázókra) lineáris regressziót, mely ez esetben mindkét tagra szignifikáns eredményt adott (13. táblázat), 75,31 %-os R^2 értékkel.

13. táblázat Tapadósság mutatót magyarázó kétváltozós regressziós-modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	32,9334	16,4667	15,25	0,001
TF	1	29,2012	29,2012	27,04	0,000
SP	1	3,7322	3,7322	3,46	0,093
Error	10	10,7993	1,0799		
Lack-of-Fit	6	10,0032	1,6672	8,38	0,029
Pure Error	4	0,7961	0,1990		
Total	12	43,7327			

A kapott kétváltozós lineáris regresszió egyenlete alapján a Tapadósság abszolútértéke a következő:

$$\text{Tapadósság} = 3,23 + 0,708 \text{ TF} + 0,683 \text{ SP}$$

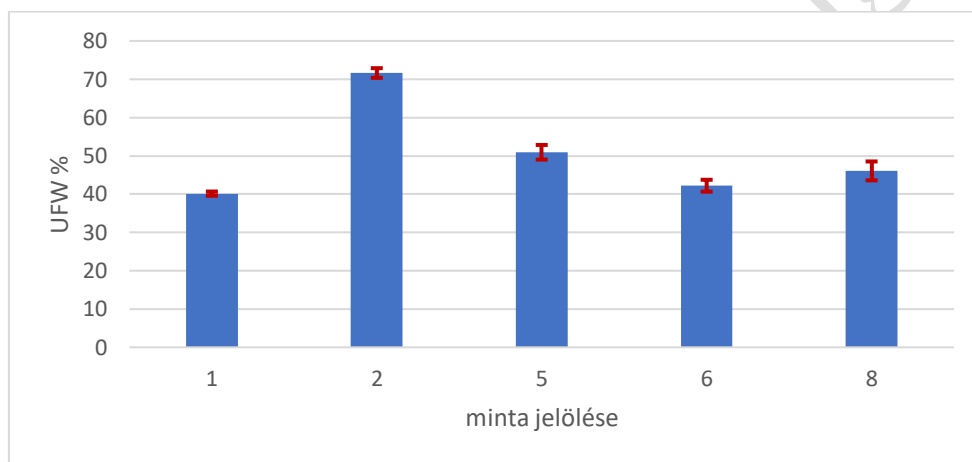
Az egyenlet alapján arra következtethetünk, hogy mind a tejfehérje-koncentrárum, mind a savópor arányának növekedése az összetételben, azt eredményezi, hogy a málna mousse-mintáktól való elszakadáshoz szükséges energiabefektetés növekszik. Azaz ezek alapján azt feltételezhetjük, hogy mind a tejfehérje-koncentrárum, mind a savópor arányának a növelése tapadósabbá teszi a terméket. Nem szabad azonban elfeledkeznünk arról, hogy a mért adatok szórásai néhány minta esetében meglehetősen nagyok voltak, így érdemes lenne megismételni

a méréseket ezen minták esetében vagy a még pontosabb kiértékelhetőség érdekében, minden minta esetében.

5.3. A termék összetételének hatása a ki nem fagyó víztartalomra

A termék ki nem fagyó víztartalmának vizsgálata további vizsgálatok megalapozása szempontjából fontos. Amennyiben az tapasztalható, hogy a tejfehérje-koncentrátum és a savópor tartalmak hatással vannak a ki nem fagyó víztartalomra, úgy a ki nem fagyó víztartalomban tapasztalható különbségek hatással lehetnek a termék reológiai tulajdonságaira (például szerkezeti stabilitására), illetve mikrobiológiai tulajdonságaira is (Örsi et al, 1979).

Az adatok alapján látszódik (23. ábra), hogy a mérések precízek voltak, kicsi a szórás az egyes mintákra mért adatok között. Az is látszódik, hogy a különböző összetételű mintákra mért adatok között vannak különbségek.



23. ábra A termék ki nem fagyott víztartalmára kapott mérési adatok átlagai szórásokkal

A differenciális pásztázó kalorimetria és a szárazanyagtartalom mérések adatai alapján számított ki nem fagyasztható vízmennyiségek adatait 5 mintára vettem fel, amelyek egy 2^2 típusú teljes faktoriális tervhez illeszkedtek. A kapott adatokat faktoriális regressziós elemzéssel értékeltem ki. Ahogy a 14. táblázatban látszik, a modell minden tagra szignifikáns lett ($p < 0,05$), R^2 értéke pedig 78,77%.

14. táblázat A ki nem fagyó víztartalmat magyarázó faktoriális regressziós modell varianciaanalízis táblázata

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	1157,21	289,30	9,28	0,002
Linear	2	931,35	465,68	14,94	0,001
TF	1	319,46	319,46	10,25	0,009
SP	1	611,89	611,89	19,62	0,001
2-Way Interactions	1	208,74	208,74	6,69	0,027
TF*SP	1	208,74	208,74	6,69	0,027
Curvature	1	17,12	17,12	0,55	0,476
Error	10	311,80	31,18		
Total	14	1469,01			

A faktoriális regressziós modell egyenlete:

$$\text{UFW \%} = 17,3 + 6,55 \text{ TF} + 5,22 \text{ SP} - 1,545 \text{ TF*SP} + 2,67 \text{ Ct Pt}$$

A kapott egyenlet alapján arra következtethetünk, hogy a ki nem fagyó víztartalom egyenesen arányos a tejfehérje-koncentráció %-os összetétel-arányával, illetve a savópor %-os összetétel-arányával is. Azaz minél magasabb az aránya ezeknek az összetevőknek, annál több a kötött víz a termékben. Érdekesség azonban, hogy a kapott modell alapján megfigyelhetünk egy negatív szinergia hatást is, amely a két összetevő függvényében csökkenti a kötött víz arányát a mousse mintában.

5.4. Az érzékszervi vizsgálat eredményei

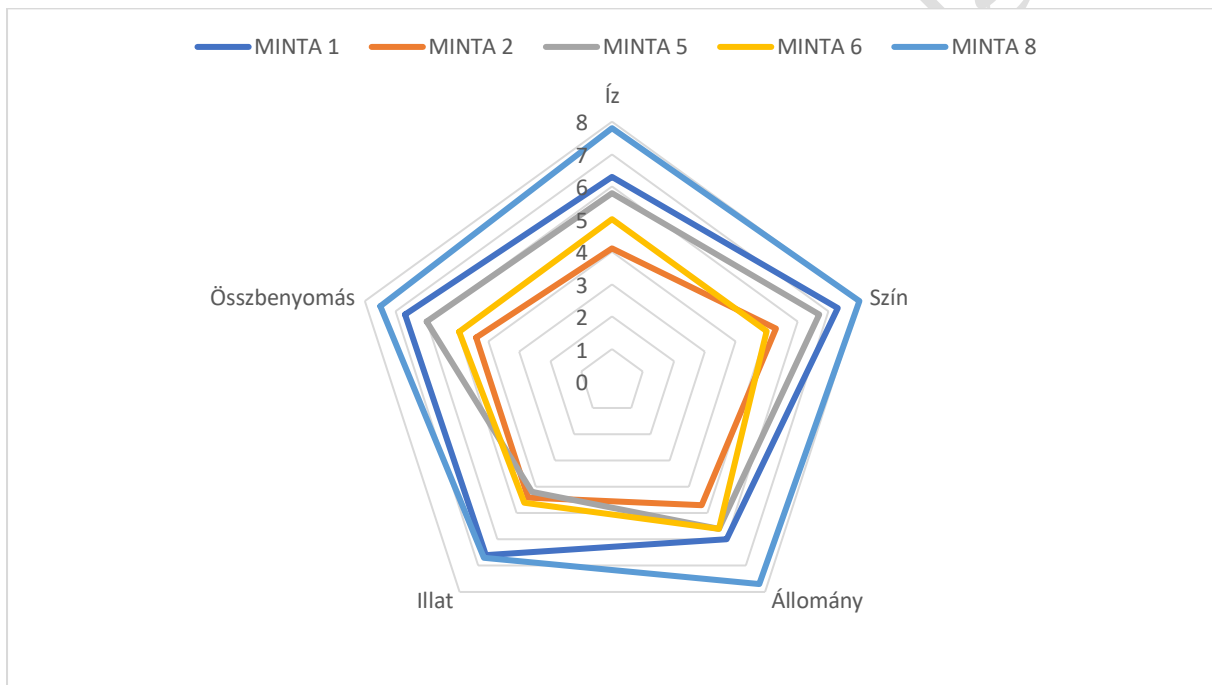
Az érzékszervi vizsgálat során 5 különböző összetételű minta került bírálatra, amelyek tejfehérje-koncentráció és savópor tartalma a 15. táblázatban került összesítésre, kiegészítve a számított fehérjetartalmi és laktóztartalmi adatokkal.

Az előzetes feltételezésem az volt, hogy minél több tejfehérje-koncentrátumot és savóport tartalmaznak a minták, annál alacsonyabb lesz a kedveltségük, mert romlik a színintenzitásuk, illetve az állományuk is sűrűbbé és mousse-októl eltérővé válik.

15. táblázat Az érzékszervi bírálatra kiválasztott minták tejfehérje-koncentráció-, savópor-, fehérje- és laktóztartalmi

Minta neve	TF %	SP %	Fehérjetartalom	Laktóztartalom
1	5,3	4	6,96	3,69
2	10,7	2	10,99	2,79
5	8	3	8,98	3,23
6	10,7	4	11,16	4,07
8	5,3	2	6,79	2,39

Ahogy a 24. ábrán is látható, az érzékszervi vizsgálat alapján a vizsgált 5 minta közül az első 3 legjobban értékelt esetében a minta kedveltsége, előzetes várakozásaimnak megfelelően, fordítottan arányos a fehérjetartalmával, azaz minél kevesebb tejfehérje-koncentrátum, illetve savópor lett hozzáadva, annál jobbra értékelték a fogyasztók az érzékszervi vizsgálat során. A kedveltségi rangsorban az utolsó két helyen végzett minta esetében ebben van egy kis anomália, mivel a 2-es és a 6-os minta tejfehérje-koncentrátum tartalma azonos, ám a 4-es mintában kétszer akkora (4%) a savópor aránya, mégis a 4-es minta kapott jobb értékeléseket a vizsgálat során. Ennek oka egyelőre ismeretlen, mivel az 1-es és a 8-as minta relációjában szintén azonosak a tejfehérje-koncentrátum arányok, a savópor aránya pedig az 1-es minta esetében kétszer akkora (4%), mint a 8-as minta esetében, ám ebben a relációban egyértelműen a 8-as minta kapott jobb értékeléseket.



24. ábra Érzékszervi vizsgálatok eredményei pókháló diagramon ábrázolva

A minták színének kedveltsége egyértelműen követi azt a tendenciát, hogy minél nagyobb a minta tejfehérje-koncentráció, illetve savópor tartalma, annál kevésbé kedvelt a minta színe. Amennyiben összehasonlítjuk a szín kedveltségét az objektív színmérés adataival, egyértelműen látható, hogy a minták színének kedveltsége csökkent a világossági tényező értékének növekedésével, illetve a pirosassági tényező csökkenésével. A fogyasztók tehát ezek szerint feltételezésemnek megfelelően, valóban az élénkebb színű mintákat preferálják.

Az állomány esetében érdekes jelenség, hogy az 5-ös és a 6-os minta közel azonos megítélésű annak ellenére, hogy a 6-os minta magasabb %-ban tartalmaz tejfehérje-koncentrátumot, illetve savóport is. Ettől eltekintve az eredmények szinkronban vannak a

kezdeti feltételezésekkel, illetve az objektív mérések eredményeivel. Azaz minél több tejfehérje-koncentrátumot és savóport tartalmaznak a minták, annál kevésbé tetszik az állományuk a fogyasztóknak.

A termék illata esetében szintén az alacsonyabb tejfehérje-koncentrátumot és savóport tartalmazó mintákat preferálták a fogyasztók, azonban az értékelések szempontjából nem tettek nagy különbséget a 8-as és az 1-es minták között, illetve a 2-es az 5-ös és a 6-os minta között, hasonlóan jóra értékelték az előbbi kettőt, míg hasonlóan rosszra az utóbbi hármat.

5.5. Következtetések és javaslatok

A tejfehérje-koncentrátumot és a savóport különböző mennyiségekben tartalmazó mousse minták közötti különbségek a kiválasztott módszerekkel jól mérhetőek voltak. A mért adatok minden esetben mutattak valamilyen kapcsolatot az eltérő összetételekkel. A kezdeti hipotézisek azonban, miszerint mindkét összetevő százalékos mennyiségének növelése negatív hatással van a minták színére, állományára, vízmegkötő képességére, illetve érzékszervi tulajdonságaikra, csak részben nyertek igazolást.

A tejfehérje-koncentrátum arányának növelése az összetételben valóban minden esetben negatív hatással volt a felsorolt tényezőkre, ám a savópor arányának növelése a minták kenhetőségi mutatójára, világossági szintényezőre, illetve érzékszervi tulajdonságaira nem volt szignifikánsan ($p < 0,05$) negatív hatással.

Megfigyelhetőek voltak továbbá ellentétes irányú szinergiahatások is. A minták pirossági szintényezői esetében a két összetevő növelése alapvetően negatív hatással jelent meg a magyarázó modellben, ám a két tényező közös hatása ellentétes előjelet mutatott. Hasonló volt a helyzet a vízmegkötést magyarázó modell esetében is. Míg a két tényező külön-külön pozitív hatással volt a vízmegkötés mértékére, a szinergiahatás ellentétes előjellel szerepelt a modellben.

A kapott vizsgálati eredmények alapján ahhoz, hogy a fogyasztók által kedveltebb, mégis magas fehérjetartalmú termékeket kapjunk, érdemes javítani a termék állományán. Erre egyik módszer lehet az, hogy technológiai oldalról megpróbáljuk javítani a hozzáadott tejfehérje-koncentrátum és savópor oldódását, hogy kevésbé okozzon szemcsés ízérzetet. Másik lehetőség pedig, hogy mivel a kísérletek megerősítették, hogy a vizsgált összetevők kevésbé kenhetővé, illetve tapadósabbá teszik a terméket, illetve kutatásokból tudjuk, hogy rendelkeznek habképző és stabilizáló tulajdonságokkal is, csökkenthetjük vagy akár teljesen el is hagyhatjuk az összetételből a zselatint.

Mivel megerősítést nyert az a feltételezés is, hogy a két összetevő növelése hatására nő a termék vízmegtartó képessége, érdemes lenne a különböző összetételű mintákat mikrobiológiai szempontból is megvizsgálni.

Kísérlettervezési szempontból pedig érdemes lehet megvizsgálni, hogy ha a kísérlettervezés során a minták összetételét a bennük található laktóz %-os összetétele, illetve a fehérje %-os összetétele alapján illesztem a kísérlettervekhez és ezekhez az arányokhoz igazodva készítem el a tejfehérje-koncentrátum és savópor tartalom alapján különböző összetételű mousse mintákat, akkor jobb magyarázó modelleket kapok-e.

Egyed Janka – Szakdolgozat

6. Összefoglalás

A mérésekhez választott módszerek megfelelőnek bizonyultak, minden esetben lehetett magyarázni a mért adatokat az összetétel-különbségekkel. Az összetételben változtatott adatok közül azonban a savópor aránya nem minden esetben volt hatással a mérési eredményekre, emiatt az értékelésre választott statisztikai módszert sem lehetett a legtöbb esetben alkalmazni.

A mérések kiértékelése során kapott eredményeket a 16. táblázatban foglaltam össze. A táblázatban látható, hogy a kezdeti hipotéziseknek megfelelően a tejfehérje-koncentráció aránya az összetételben minden attribútumra egyértelműen hatással van. Látható azonban az is, hogy a feltételezésekkel ellentétes módon, a savópor koncentráció aránya az összetételben sok esetben nem mutatott szignifikáns hatást a mért attribútumokra. Mindezek mellett a pirossági tényező (a^*), illetve a ki nem fagyó víztartalom (UFW%) esetében fellelhetünk szinergia hatásokat is, amelyek a két tényező direkt hatásaival ellentétesek.

16. táblázat Kapott eredmények összefoglaló táblázata

Mért attribútum	Magyarázó tényező?		Hatás?		
	Tejfehérje-koncentráció % (TF)	savópor % (SP)	TF	SP	TF*S
L* (világossági tényező)	igen	nem	pozitív	nincs	nincs
a* (pirossági tényező)	igen	igen	negatív	negatív	pozitív
Kenhetőség	igen	nem	többnyire negatív, de nem teljesen egyértelmű	nincs	nincs
Tapadósság	igen	igen	negatív	negatív	nincs
ki nem fagyó víztartalom	igen	igen	pozitív	pozitív	negatív
kedveltség	igen	nem egyértelmű	negatív	?	?

A termék világossága szempontjából meglepő eredmény, hogy a savópor összetétel arányának változása a termékben a kiértékelte adatok alapján nem volt hatással annak világossági szinttényezőjére. Ez lehet azonban annak az oka is, hogy a savópor aránya jóval alacsonyabb volt a termékekben, mint a fehérje-koncentráció arányok. Elképzelhető, hogy nagyobb összetétel arány esetén már befolyással lenne a mért eredményekre.

A termék pirosságára az előzetes feltételezéseknek megfelelően mind a savópor aránya, mind pedig a tejfehérje-koncentráció aránya negatív hatással volt a mért eredmények szerint. Érdekes azonban, hogy megjelent a két összetevőnek egy ellentétes szinergia hatása a pirosság változását magyarázó modellben.

A kenhetőségre utaló mérési eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a tejfehérje-koncentráció arányának növelése az összetételben, alacsonyabb összetétel mellett (6-8% alatti) kenhetőbbé teszi a terméket, magasabb arány mellett (8% felett) viszont már jelentősen csökkenti a kenhetőséget. Annak érdekében, hogy egyértelmű választ kapjunk rá, hogy mi lehet az oka annak, hogy a kapott adatok alapján a kezdeti szakaszban ellentétes a kapcsolat, további kísérletekre lenne szükség olyan mintákkal, melyekben csak a tejfehérje-koncentráció arányát változtatjuk. Illetve érdekes lenne egy olyan kísérletet végezni, ahol kisebb léptékben, például 1%-onként növeljük a tejfehérje-koncentráció összetételarányát a vizsgált mintákban. Így pontosabb képet kapnánk a megfigyelt összefüggések tendenciáiról.

A tapadóságra utaló attribútum esetében a tejfehérje-koncentrátum összetételének változása és a savópor arányának változása is szignifikáns magyarázó hatást mutatott. Mindkét tényező arányának növelése az összetételben növelte a tapadóság mértékét. Fontos azonban megjegyezni, hogy a mért adatok szórása elég magas volt, így a kapott eredmények pontossága megkérdőjelezhető. Ennek oka lehet az is, hogy az állománymérő műszer mintatartó fejébe nagyon nehezen lehetett a habos mousseokat egyenletesen belekenni úgy, hogy közben azok szerkezetét ne roncsoljuk. Mindez hatással lehetett a mérések pontosságára, így érdemes lenne más típusú állománymérő műszerrel is méréseket végezni, amelyek alapján visszacsatolásokat kaphatunk arról, hogy milyen hatással van a két összetevő arányainak változtatása a termék tapadóságára.

A ki nem fagyó víztartalom esetében kapott eredmények többnyire szintén megfeleltek az előzetes várakozásoknak. A magyarázó modell alapján mindkét tényező összetételének növelése növeli a termék vízmegtartó képességét. A kapott eredmények tekintetében érdemes lenne megvizsgálni azt is, hogy milyen hatással van az összetétel-változás hatására kapott ki nem fagyó víztartalom-különbségeknek a minták mikrobiológiájára, illetve szerkezeti stabilitásukra. Továbbá a ki nem fagyó víztartalom esetében is megfigyelhető egy ellentétes szinergiahatás, amely magyarázata további vizsgálatokat igényelne.

Az érzékszervi vizsgálatok eredményei alátámasztották, hogy a tejfehérje-koncentrátum növelése a termékben negatív hatással van a termék színére, ízére, állományára és kedveltségére egyaránt, egyedül az illat szempontjából nem volt egyértelmű a hatás. A savópor összetételaránya esetében viszont nem tudunk egyértelmű hatásokat leszűrni. Az érzékszervi vizsgálat során kapott eredmények alátámasztják a mérések során tapasztalt eredményeket is.

7. Irodalomjegyzék

- Armisen, R. & Imeson, A.P. (szerk.) (1997): Thickening and Gelling Agents for Food. Springer Science+Business Media, Dordrecht
- Balerin, C., Aymard, P., Ducept, F., Valin, S., Cuvelier, G. (2007). Effect of formulation and processing factors on properties of liquid food foam. *Journal of Food Engineering* 78(3):802-809 <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.021>
- Boucekara, H., Dahman, G., Nahas, M. (2011). Smart Electromagnetic Simulations: Guide Lines for Design of Experiments Technique. *Progress. Electromagnetics Research B*, 31(31): 357-379 doi:10.2528/PIERB11052104
- Campbell, G.M. (szerk.), Scanlon, M.G. (szerk.), Pyle, D.L. (szerk.) (2008): Bubbles in Food 2 Novelty, Health and Luxury. AACC International, Inc., Minnesota, 175-183. o.
- Chung, C., McClements, D.J. (2014) Structure–function relationships in food emulsions: Improving food quality and sensory perception. *Food Structure*, 1(2): 106-126 <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2013.11.002>
- Coussot, P. (2012): Rhéophysique: La matière dans tous ses états. EDP Sciences, Les Ulis, 30-34 o.
- Csapó, J. (szerk.) (2014): Tejipari technológia: Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Scientia Kiadó, Kolozsvár, 57
- Delve.net, Central Composite Design. <https://develve.net/Central%20Composite%20design.html>
- ESFA (2015): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. *EFSA Journal* 2012;10(2):2557 <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2557>
- Farkas, J. (1994): A DSC-termoanalitikai módszer néhány élelmiszertudományi alkalmazása. *Élelmiszervizsgáló közlemények*, XL (3), 180-189
- Fritz, P., Mészáros N., Ignits D., Katona S. (2017): A fehérjék táplálkozás-élettani hatása, szerepük a sporttáplálkozásban. *Recreationcentral.eu* 2017(őszi): 12
- Gábor M. (1987): Az élelmiszer-előállítás kolloidikai alapjai, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- German, R.M., Pavan, S. and Park, S.J. (2009) Review: liquid phase sintering. *Journal of Materials Science*, 44: 1–39.
- Gomez-Betancur, A. M., Carmona-Tamayo, R., Jaimes-Jaimes, J., Casanova-Yepes, H., Torres-Quendo, J. D. (2020): Optimisation of yogurt mousse dairy protein levels: a rheological, sensory, and microstructural study. *International Food Research Journal*, 27(6): 1076 – 1086

- Hanani, Z.A.N. (2016): Encyclopedia of Food and Health. Academic Press, Oxford, 191-195 o.
- Hidas, K. (2022): A fagyasztás hatásai a tojáslevek minőségi jellemzőire.(Doktori értekezés), Budapest
- Huppertz, T. (2010). Foaming properties of milk: A review of the influence of composition and processing. *International Journal of Dairy Technology*. 63: 477–488
- Kemény, S., Deák, A., Lakné Komka K., Kunovszki, P. (2017): Kísérletek tervezése és értékelése, teljesen átdolgozott kiadás. Typotex Kiadó, Budapest, 270-348.
- Keogh, C., Li, C. Gao, Z. (2019): Evolving consumer trends for whey protein sports supplements: the Heckman ordered probit estimation. *Agricultural and Food Economics* 7:6 <https://doi.org/10.1186/s40100-019-0125-9>
- Knights, R. (1990): Lactalbumin and WPC: the same and not the same, *N. Z. Milk Products Inc. News*, 4(1)
- Kokini, J. & Aken, G. (2006): Discussion session on food emulsions and foams. *Food Hydrocolloids* Volume 20(4), 438-445 o.
- Langevin, D. (2019). Coalescence in foams and emulsions: similarities and differences. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2019.09.001>
- Langyan, S. Yadava, P. Khan, F.N. Dar, Z.A. Singh, R. Kumar, A. (2022): Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods. *Frontiers in Nutrition* 8:772573. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>
- Lewis, M. J. (1990) Physical Properties of Foods and Food Processing Systems. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 167-186 o.
- Man, C. M. D. (szerk.) & Jones, A. A. (szerk.) (1994): Shelf Life Evaluation of Foods. Rayner & Co. Limited, London, 127-140 o.
- McSweeney, P.L.H. (szerk.) & McNamara, J.P. (szerk.) (2022): Encyclopedia of dairy sciences 3rd ed. Elsevier, Academic Press, 489-497
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V., Carr, B.T. (2007): Sensory Evaluation Techniques. (4. kiadás) CRC Press, Boca Raton <https://doi.org/10.1201/b16452>
- Müller-Fischer, N., Windhab, E. (2005). Influence of process parameters on microstructure of food foam whipped in a rotor-stator device within a wide static pressure range. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 263:353-362. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2004.12.057>
- Örsi, F., Rékasi, T., Csók, J. (1979): Ömlesztett sajtok szabad és kötött víztartalmának meghatározása. *Élelmiszervizsgáló Közlemények*, 25(3-4): 43-53

Rio, E., & Bianche, A.-L. (2014). Thermodynamic and Mechanical Timescales Involved in Foam Film Rupture and Liquid Foam Coalescence. *ChemPhysChem*, 15(17), 3692–3707. doi:10.1002/cphc.201402195

Safefood, (2019): A survey of high-protein snack foods. <https://www.safefood.net/getmedia/eda09a49-074c-458f-845a-c80d87a666f6/Protein-bar-report.aspx?ext=.pdf>

Singh, H (2011). Functional properties of milk proteins. *Encyclopedia of Dairy Sciences* 887- 893

Sperber, W. H., Doyle, M. P. Doyle (szerk.) (2010): Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. Springer-Verlag, New York, 42-48 o.

Suthar, J. Jana, A. Balakrishnan, S.(2017): High protein milk ingredients - a tool for value-addition to dairy and food products. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research* 6(1):259–265 DOI: 10.15406/jdvar.2017.06.00171

Technavio, (2022): Dairy Desserts Market by Product and Geography - Forecast and Analysis 2022-2026. <https://www.technavio.com/report/dairy-desserts-market-industry-size-analysis>

Texturetechnologies.com, Mayonnaise Spreadability. <https://texturetechnologies.com/application-studies/mayonnaise-spreadability>

Uluko, H., Liu, L., Lv, J.-P., & Zhang, S.-W. (2015). Functional Characteristics of Milk Protein Concentrates and Their Modification. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56(7), 1193–1208 <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.758625>

Voorhees, P. W. (1985). The theory of Ostwald ripening. *Journal of Statistical Physics*, 38(1-2), 231–252. doi:10.1007/bf01017860

Weaire, D. & Hutzler, S. (1999): The physics of foams. Clarendon Press, Oxford,

Yankov, S., Panchev, I. (1996). Foaming properties of sugar-egg mixtures with milk protein concentrates. *Food Research International*. 5: 521-525

Zeke, I. Cs. (2015): Fagyasztott élelmiszer-emulziók stabilitásának vizsgálata. PhD Dolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Egyed Janka
A Hallgató Neptun kódja: G3ESTE
A dolgozat címe: A tejfehérje-koncentrátum és a savópor különböző koncentrációinak hatása mousse minták állományára és érzékszervi tulajdonságaira
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap


Hallgató aláírása


KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Egyed Janka (név) (hallgató Neptun azonosítója: G3ESTE) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2023. május 2.


Hidas Karina Ilona