

SZAKDOLGOZAT

Tölgyesi Ödön Bálint

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnöki alapképzési szak

**NAGY FEHÉRJETARTALMÚ, TOJÁSFEHÉRJE ALAPÚ TERMÉKEK FEJ-
LESZTÉSE SPORTOLÓK SZÁMÁRA**

Belső konzulens:

Vargáné Dr. Tóth Adrienn

tudományos munkatárs

Belső konzulens

Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia

Intézete/tanszéke:

Tanszék

Külső konzulens:

-

-

Készítette:

Tölgyesi Ödön Bálint

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
1.1 Célkitűzés.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A fehérje szerepe:	4
2.2. Milyen fehérje bevitelre van szükségünk az emberi táplálkozásban:.....	6
2.3. Milyen fehérje források léteznek?	8
3. Anyagok és módszerek	12
3.1 A mérések helyszíne	12
3.2 A termék elkészítéséhez felhasznált anyagok	12
3.2.1 ToTu rögzös és extrán krémes	12
3.2.2 Íz és karakter kialakítás.....	12
3.2.3 Fehérje tartalom növelés	12
3.3 A kutatás menete	13
3.4 Az előkészítő műveletek.....	13
3.4.1 A termék fejlesztése érzékszervi tulajdonságok alapján.....	13
3.4.2 A gyártási folyamat.....	14
3.5 A mérések menete	14
3.5.1 Eltarthatóság vizsgálata szárazanyag méréssel:.....	14
3.5.2 Eltarthatóság vizsgálata pH méréssel:.....	15
3.5.3 Eltarthatóság vizsgálata CIE L*a*b* színelemzéssel:	15
3.5.4 Fizikai tulajdonságok meghatározása állományméréssel:	17
3.5.5 Fizikai tulajdonságok meghatározása reológiai vizsgálatokkal.....	19
4. Eredmények és értékelésük	22
4.1 A minták jelölése	22
4.2 Érzékszervi bírálatok.....	22
4.3 Eltarthatóság vizsgálatok.....	25
4.3.1 Szárazanyag mérés	25
4.3.2 A pH érték változása	26
4.3.3 A minták színének változása a tárolási idő folyamán	27
4.3.4 A minták állományának vizsgálata	32
4.3.5 Amplitúdó söprés módszer, Lap-lap mérőrendszerrel	34
4.3.6 Rotációs reológiai vizsgálat, CC27 mérőrendszerrel	36
5. Következtetések és javaslatok	38

6. Összefoglalás.....	40
7. Irodalomjegyzék	43
7.1 Internetes források.....	45
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	46
8.1 Ábrajegyzék	46
8.2 Táblázatjegyzék	46
9. Nyilatkozatok	46

Tölgyesi Ödön szakdolgozat

1. Bevezetés és célkitűzések

Az elmúlt években a növekvő fehérjefogyasztás világszerte egy jelentős tendenciává vált, amelyet elsősorban az egészséges életmódra való törekvés, a növekvő fitnessipar, valamint táplálkozási trendek változása nagyban felgyorsít. Ez a jelenség arra utal, hogy az emberek egyre nagyobb figyelemmel és tudatossággal kezelik a táplálkozással és az egészséggel kapcsolatos kérdéseket (Divine and Lepisto, 2005), (*The Rise and Size of the Fitness Industry in Europe*, no date).

A fehérjefogyasztás növekedésének hátterében számos tényező húzódik meg. Az egyik fontos tényező a tudományos kutatások folyamatos fejlődése, amelyek egyre részletesebben tárják fel a fehérjék egészségmegőrzésben és a testmozgás hatékonyságában betöltött szerepét. Az újabb kutatási eredmények egyértelműen kimutatják, hogy a megfelelő mennyiségű fehérjebevitel kulcsfontosságú az izomtömeg növelése, az izomregeneráció támogatása és az általános fizikai teljesítőképesség javítása szempontjából. A fehérjefogyasztás növekvő népszerűségét tovább erősíti az azt előidéző újabb és speciálisabb étrend-kiegészítők és fehérjeporok széleskörű elérhetősége. Ezek a termékek könnyen hozzáférhetőek és gyakran vonzóak azok számára, akik egyszerűbben szeretnék növelni fehérjebevitelüket vagy kényelmesebb módon biztosítani szervezetük számára az szükséges tápanyagokat. E tényezők kombinációja eredményezte, hogy a magasabb fehérjefogyasztás ma már nemcsak az aktív sportolók körében elterjedt, hanem egyre inkább az átlagemberek és az egészségtudatos egyének mindennapi életének része. Ennek a trendnek számos pozitív hatása lehet az egyének egészségére és általános jólétére, azonban fontos, hogy az emberek megfelelő tájékoztatást kapjanak arról, hogyan lehet kiegyensúlyozott és egészséges módon integrálni a fehérjefogyasztást az étrendjükbe.

1.1 Célkitűzés

A szakdolgozatom céljaként választott termékfejlesztés szorosan követi a fent említett táplálkozásbéli változásokat. Így a szakdolgozatom célja, hogy olyan nagy fehérjetartalmú terméket fejlesszek, melyet az aktív életmódot folytató fogyasztók (sportolók) szívesen fogyasszanak érzékszervi tulajdonságaik alapján, de emellett megfelelő minőségű és nagy mennyiségű fehérjét is tartalmazzanak.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A fehérje szerepe:

A fehérjéket aminosavak építik fel, melyekből 20 félélt különböztetünk meg. Ezek változatos alakzatokba és hosszú polipeptid láncokba rendeződve hoznak létre makromolekulákat, melyek feladataik szerint is megkülönböztethetők. A fehérje alapvető eleme az emberi táplálkozásnak. Nélkülözhetetlen építő szerepet tölt be az emberi testben, például az izmok, csontok, ínak és kötőszövetek szerkezeti felépítésében. A funkcionális fehérjék az immunrendszer megfelelő működéséhez, a hormonális és enzimatis folyamatokhoz elengedhetetlenek.

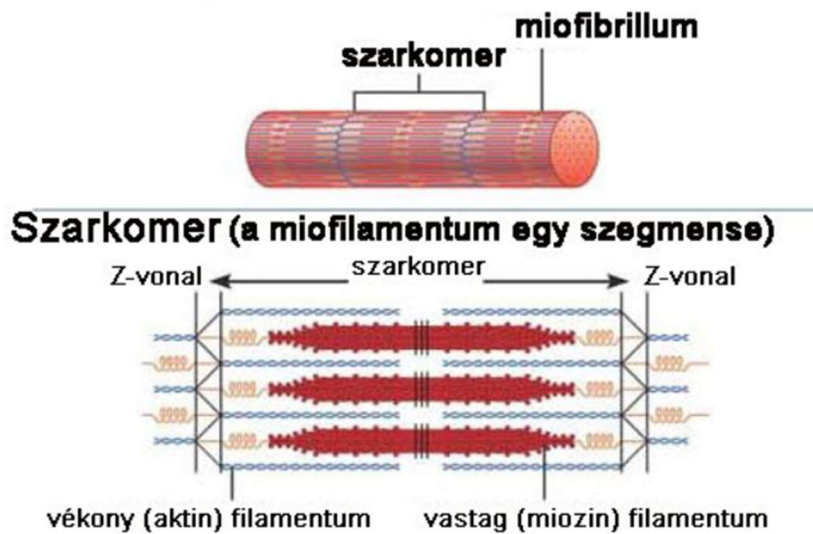
Az izomzat felépítése egy összetett folyamat eredménye, amelyben a fehérjék alapvető szerepet játszanak, nem csupán szerkezeti elemként, hanem a mozgás kivitelezésében is. A vázizomzat működésének alapja az aktin és a miozin kölcsönhatása, amely lehetővé teszi az izomösszehúzódot, és ezáltal a mozgást. Ezek a fehérjék az izomsejtek mikroszkopikus elemei közé tartoznak, de jelentőségük óriási a test funkcionális teljesítményében. A fehérjék bonyolult struktúrái nemcsak az izomösszehúzódot folyamatát szabályozzák, hanem meghatározzák az izomrostok rugalmasságát és erejét is.

Az aktin és miozin szálak az izomzat legkisebb és legjelentősebb alkotóelemei. Az aktin globuláris (gömbszerű) G-aktin szabad monomerként fordul elő a szervezetben, ez alkotja az izomban az (filamentózus) F-aktint. Két ilyen F-aktin spirálszerűen egymásra tekeredve alkot hosszú szálakat, úgynevezett F-aktin filamentumokat. A miozin molekulák hosszú, rostos "farok" részből és globuláris "fej" részből állnak. Ezek a miozincejek az izomösszehúzódot során az aktinhoz kapcsolódnak és elcsúsznak egymáson ez az úgynevezett sliding folyamata, miszerint a miozin fehérjék az ATP-t hidrolizálják, amiből nyert energiával az aktin filamentumok mentén mozognak. Ez az elcsúszás az izmot rövidíti és izom összehúzódotához vezet, ezzel lehetővé téve a mechanikai mozgást.

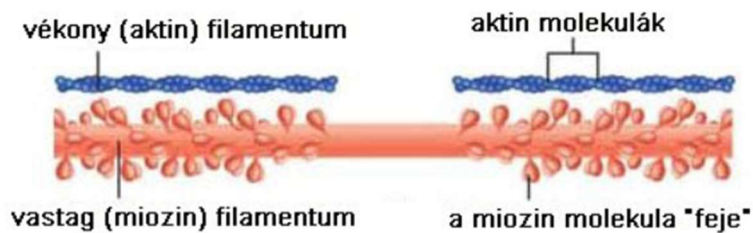
1. ábra: A vázizom szerkezete('Elettan10_izommukodes_2017.pdf', no date)

Miofibrillum

(komplex organelum, amelyet miofilamentum-kötegek alkotnak)

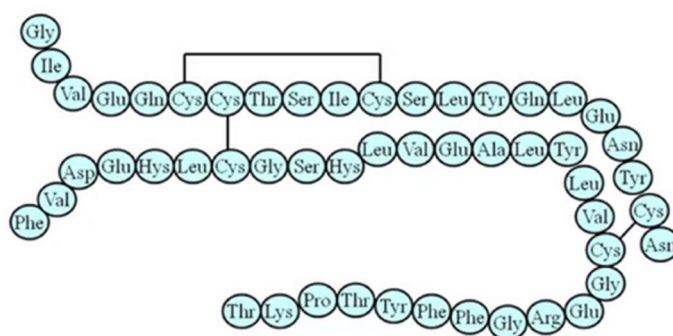


Miofilamentum



A fehérjék a hormon- és immunrendszer működésében is alapvető szerepet töltenek be. A hormonrendszerben a fehérjék számos hormon alapanyagát képezik, amelyek szabályozzák a szervezet létfontosságú folyamatait. Például az inzulin, egy fehérjealapú hormon, amely 51 aminosavból épül fel, kulcsszerepet játszik a vércukorszint szabályozásában, míg a növekedési hormon serkenti a sejtosztódást és a szövetek regenerációját. A hormonok ezekkel a fehérje alapú jelátviteli molekulákkal koordinálják a sejtek közötti kommunikációt, így biztosítva a szervezet zavartalan működését.

2. ábra: Az inzulin szerkezete (forrás: internet 1)



Az immunrendszerben a fehérjék fontos szereplők a védekezési folyamatokban. Az antitestek (immunglobulinok) például fehérjemolekulák, amelyek specifikusan felismerik és semlegesítik a szervezetbe kerülő kórokozókat, mint a vírusokat és baktériumokat. Ezen kívül a citokinek is fehérjealapú jelzőmolekulák, amelyek irányítják az immunválaszt, elősegítve a fertőzések leküzdését és a gyulladások megszüntetését is. A fehérjék tehát nemcsak az immunsejtek struktúrájában, hanem azok működésében is központi szerepet játszanak, támogatva a szervezet védekező mechanizmusait.

2.2. Milyen fehérje bevitelre van szükségünk az emberi táplálkozásban:

A napi ajánlott fehérje beviteli mennyiség egyénenként változó lehet. Az általános ajánlás a WHO¹ szerint egy egészséges felnőtt számára 0,8-1,2 g/testsúlykilogramm/nap. Ez egy 80 kilogramm testtömegű ember esetében 70-90 gramm fehérje elfogyasztását jelenti. Ezt azonban sok tényező befolyásolja, ilyen például a kor, a nem, a fizikai igénybevétel, de az egészségügyi állapot is. (Clemente, 2000), (Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation, 2007)

A kor szempontjából a növekedés, fejlődés időszakában a gyermekeknek/serdülőknek magasabb az igényük a növekedő szervezetük építésének nagy fehérje költségéből fellépő hiány fedezése miatt. Ez hasonlóan érvényes az időskori fehérje fogyasztásra is, számukra amennyiben egyéb emésztési problémával vagy más betegséggel nem rendelkeznek szintén ajánlott a magasabb 1,0-1,2 gramm/testsúlykilogramm fehérje bevitel az izomvesztés megelőzése és funkcionális képességek csökkenésének mérséklése végett. (Evans, 2004)

¹ Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization)

Bár a nők és férfiak fehérje fogyasztásában nincsen jelentős különbség, a várandósság és szoptatás időszakában a nőknek, a csecsemő megfelelő fejlődése érdekében ezt viszont szintén növelni érdemes. (Murphy *et al.*, 2021)

Az átlagostól eltérő fizikai munka szintén megnöveli a szervezet fehérjeszükségletét, az izomban, az igénybevétel során keletkezett mikrosérülések helyreállítása és a csontok, izmok, ínák és szalagok megnövekedett terheléshez való alkalmazkodása miatt. Természetesen a sportolás is ezen hatások közé sorolható így a rendszeresen komolyabb mozgást végző egyéneknek különös figyelmet kell fordítani a táplálkozására. Számukra az (RDA) ajánlása szerint átlagos napi 1,2-2 g/testtömegkilogramm fehérje bevitele szükséges a megfelelő teljesítéshez. (Phillips, Moore and Tang, 2007)

Ez a mennyiség viszont sportágonként eltérő lehet azok más jellege és célja miatt. Az egyszerűség kedvéért az összes sportágat három nagyobb, de egymással szorosan összefüggő egységre bontottam azok célja szerint, ugyanis az eredményes végzésükhöz más-más mennyiségű fehérje bevitele ajánlott. A három cél lehet minél nagyobb súly megmozgatása, minél nagyobb állóképesség megszerzése vagy minél szárazabb és nagyobb izomtömeg felépítése.

A testépítés sportjában az alapvető cél a lehető legjobb testösszetétel és esztétika elérése. A testkompozíció megváltoztatása viszont kemény munkával és gondosan összerakott étrend szigorú követésével érhető el. Edzés terén a legmagasabb stimuláció gyakorlásához az ellenállásos, lassan és kontrolláltan végzett gyakorlatok bizonyultak a legjobbnak. Ez valójában a hipertrófia jelenségének előidézését jelenti, ami elengedhetetlen, ha izomépítésről van szó. Ennek bekövetkezésekor az igénybe vett, ezáltal sérült sejtek hormonok kibocsátásával szatellit sejteket hívnak magukhoz, amik beolvadásával egy nagyobb sejt jön létre. Más szóval az izom megnő. Ez viszont csak akkor sikerülhet, ha a szervezetben anabolikus viszonyok uralkodnak, azaz a nitrogén egyensúly pozitív mérleget mutat. Ezt az állapotot megfelelő mennyiségű fehérje és energia bevitelével lehet fenntartani. Az előírás ezen feltétel beteljesítéshez 1,5-2,2 g/testtömegkilogramm. Szájkasítás ideje alatt a maximum értéket 2,5-3 g magasságába is el lehet tolni a lehető legkisebb izomveszteség optimalizálása végett. (Pasiakos *et al.*, 2013), (Schoenfeld, 2010), (Moon and Koh, 2020)

Súlyemelőknél az előbb említett magas fehérje bevitel mellett az elegendő szénhidrát bevitelre is nagy figyelmet kell fordítani, hogy fedezni tudják nehéz, nagy intenzitású edzéseik energia költségét. Nekik majdnem minden edzésen a 80-100%-os teljesítmény közelében kell

edzeniük, ez az a súly, amibe a sportoló 1 de maximum 5 ismétlés után belebukik. (González-Badillo, Izquierdo and Gorostiaga, 2006)

Rendkívüli állóképességet igénylő sportoknál, mint a maratonfutás, úszás vagy az országúti kerékpározásnál a tanulmányok viszont azt mutatták, hogy a bevitt fehérje mennyisége nincsen annyira jelentős hatással a teljesítményre, mint az előbb említett két csoportnál. Viszont a bevitelének időpontja annál inkább, ugyanis az állóképességi edzés időtartama alatt vagy akár végeztével bevitt szénhidrát, kevés fehérjével kiegészítve csökkentheti az izomvesztés, izomroncsolódás lehetőségét. (Saunders, Kane and Kent Todd, 2004)

2.3. Milyen fehérje források léteznek?

Manapság egyre több figyelem irányul a fehérjeforrások sokféleségére és azok egészségre gyakorolt hatásaira. Az élelmiszeripar fejlődése következtében a választási lehetőségek száma már nagyon szélesre nőtt. A létrejött külön kezelendő három nagyobb forrás a növényi eredetű, a rovar és állati eredetű fehérjék csoportja. (Hoffman and Falvo, 2004)

A közhiedelemmel ellentétben a növényi forrásokon alapuló étrend nem feltétlenül jár a fehérjéről való lemondással. A hagyományos állati eredetű fehérjék továbbra is népszerűbbek viszont a növényi alapúaknak számos előnye van, beleértve a magas rosttartalmat, a vitaminokat, ásványi anyagokat és antioxidánsokat, valamint a koleszterin és telített zsírsavak alacsonyabb szintjét. Számos ízletes és tápláló növényi élelmiszer gazdag fehérjében, így könnyedén fedezhetjük a napi beviteli igényünket állati eredetű ételek nélkül. Ilyenek például a hüvelyesek, ('Nutritional quality of important food legumes', 2006), (Erbersdobler, Barth and Jahreis, 2017)

- **Szója és szójatermékek:** 100 gramm tofu körülbelül 8 gramm, 100 gramm tempeh pedig 20 gramm fehérjét biztosít. A szójatej, a miso és a tempeh is remek források.
- **Lencse:** Magas fehérjetartalmú (25 gramm/100 gramm), rostban gazdag, és sokféleképpen elkészíthető.
- **Bab:** Számos fajtája létezik (fehérbab, vörösbab, pinto bab, fekete bab), mindegyik magas fehérjetartalommal bír (15-20 gramm/100 gramm). Készíthető levesekbe, salátákba, chili con carne-be.
- **Csicseriborsó:** Hummusz, falafel, curry, saláták remek alapanyaga, 20 gramm fehérjét tartalmaz 100 grammonként.
- **Borsó:** Levesek, főzelékek, saláták ízletes és tápláló összetevője, 8 gramm fehérjét rejt 100 grammonként.

Napjainkban rendkívül megnőtt az igény az Európában még egészen új keletű alternatív fehérjeforrásokra. Ennek oka lehet például a klímaváltozás következtében sajnos egyre népszerűbb génmódosított növényi fehérjékkel kapcsolatos aggályok felmerülése, vagy a tradicionális állati eredetű fehérje források fenntarthatósággal kapcsolatos nehezen teljesülő feltételek problémája. Erre adhat megoldást a rovarfehérjék beépítése az élelmiszerláncba, ami a világban már számos részén régóta elfogadott.

Az uniós belüli térnyerése könnyen magyarázható, ugyanis a mostanság fontossá vált fenntarthatósági kérdéseknek és feltételeknek könnyedén eleget tesz. Ilyen szempont például, hogy tenyésztésükhöz nincs szükség nagy földekre, csupán egy 1m³-es terráriumban 2000db házi tücsök is elférhet. Vízigényük is meglehetősen alacsony, például a lisztkukac átlag éves víz lábnyoma egy egyedre vetítve 0,003m³ egy évben, míg, ha egy csirkére nézzük, az ennek a számnak a körülbelül 8500X-sa, 25,566m³/egyed/év. (Miglietta *et al.*, 2015)

Az állati fehérjék már nagyon régóta szerves részei az emberi táplálkozásnak emiatt, manapság is szinte elsődleges fehérjeforrásként gondolhatunk rájuk. Ez nyilvánvalóan nem véletlen alakult ki így, ráadásul számos pozitív hatással járt a fogyasztása. Ilyen például a rendkívül magas biológiai érték, ami azt jelenti, hogy a szervezet hatékonyan hasznosítja és építi be azokat az esszenciális aminosavakat különösképp a leucint, amely elengedhetetlen, ha izomépítésről van szó. Ez a szerves anyag döntő szerepet vállal az izomfehérje szintézisben ugyanis rendszeres edzéssel kombinálva fokozhatja a már korábban tárgyalt szatellit sejtaktivációt a vázizmokban és csökkenti annak lebomlásának esélyét amikor kalóriadeficitben történő száraz izomtömeg megtartása a cél. Emellett a tanulmányok megerősítették, hogy napi 4g leucin bevitelkor férfiaknál erőszint növelő hatása is megfigyelhető, ami a fejlődést nagy ütemben segíti. (De Andrade *et al.*, 2020)

Az állati fehérjék csoportján belül eredet szerint beszélhetünk a tradicionális vágóállatokról, halakról és tengerigyümölcsökről, tejtermékekről és a tojásról. Mindegyiknek megvan a maga előnye éppen ezért a legjobb, ha változatosan mindet valamilyen mennyiségben beiktatjuk az étrendünkbe.

A halak kiemelkedő fehérjetartalma mellett például nagy előny még a magas omega-3 zsírsav tartalom, ami nagyban hozzájárul az idegrendszer helyes működéséhez és a megfelelő kognitív teljesítőképességhez.

Fontos még megemlíteni a tej számos élettanilag előnyös hatását, ilyen a növekedés segítése, az immunrendszer és csontozat erősítése és a daganatos megbetegedések esélyének csökkentése. Az említett tulajdonságok annak köszönhetőek, hogy a tejtermékek többnyire természetes eredetűek és nem tartalmaznak tartósítószerket. Magas ásványianyag-tartalmuk különösen kiemelkedő, gazdagok karotinoidokban, valamint A- és E-vitaminban. Aminosav-összetételük révén teljes értékű tápláléknak számítanak, és fontos szerepet játszanak a táplálék fehérje-komplettálásában.

Kutatásom alapanyagául és táplálkozásbéli jelentősége, valamint a könnyű elérhetősége miatt a tojást választottam. A tojás és a tojásfehérje rendkívül tápláló élelmiszerek, amelyek számos előnnyel járnak a fogyasztói, de különösen a sportolók és a fitness-rajongók számára. Ezek az előnyös tulajdonságok a következők.

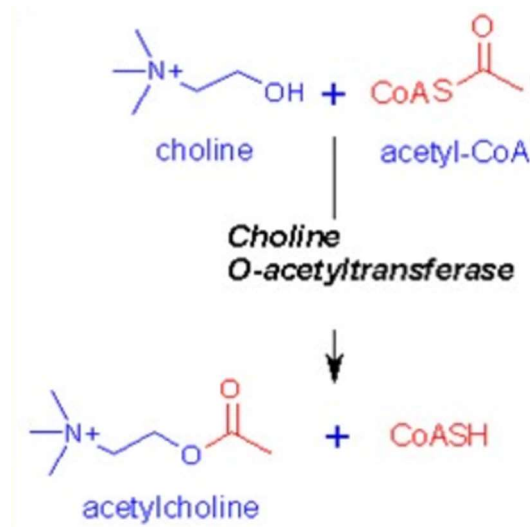
Nagy biológiai értékű fehérje tartalom: A tojás kiváló fehérjeforrás, amelynek biológiai értéke kiemelkedő, ugyanis tartalmazza az összes esszenciális aminosavat, mint például a leucint ami már korábban tárgyalt hatásai révén kritikus pont az anabolikus hatások előre mozdításában.

Egészséges telítetlen zsírsavak forrása: Ezen zsírsavak hatása, kiemelten az omega-3 zsírsavak bizonyítottan csökkenthetik a különböző szív és érrendszeri megbetegedések kockázatát az LDL-koleszterin azaz a „rossz koleszterin” szintjének csökkentésével, ami a sporttáplálkozás során bevitt sok tej és hús hatására valamivel magasabb lehet az átlagosnál.

Vitaminok és ásványi anyagok: A tojásban egyaránt megtalálhatóak a megfelelő energiaellátásért, súlygyarapodásért és a csontok egészséges fejlődéséért felelős zsírban oldódó D,E,K,A vitaminok, és többek között a megfelelő aminosavanyagcseréért és a központi idegrendszer karbantartásáért felelős B-6 és B-12 vitaminok. Éppen ezért még szálkásítás esetén is érdemes néha a tojássárgáját is elfogyasztani.

Kiemelendő a kolin szerepe: Ez egy olyan vízoldható szerves vegyület, amelyből a szervezet csak keveset állít elő. Nélküle nem jön létre az acetilkolin nevű neurotranszmitter, ami az agy izom kapcsolat alapját alkotó, izom és idegsejtek közötti megfelelő kommunikációért felelős. Ez pedig egy nagyon hasznos dolog amikor a cél a kontrollált izommunka végzése.

3. ábra: kolin - acetilkolin átalakulás
(Forrás: internet 2)



Élelmiszeripari szempont: Élelmiszer feldolgozás szempontból is, jó alapanyag. Mindenhol könnyen beszerezhető és önmagában is de a készítményei is mint például a tojásfehérje por jól, biztonságosan tárolható és szállítható és a gyártási technológiába is jól beilleszthető ('Vitamins in Eggs', 2017), ('Fatty Acid Composition and Egg Components of Specialty Eggs', 2002), (Réhault-Godbert, Guyot and Nys, 2019).

3. Anyagok és módszerek

3.1 A mérések helyszíne

A kutatásaimat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék Laboratóriumában végeztem.

Az egyetemen töltött fél éveim során már kellően kiismertem magam a modern felszereltséggel rendelkező laborban, amely lehetővé tette számomra a különböző élelmiszer-technológiai vizsgálatok elvégzését, így biztosítva a kutatásaim megbízhatóságát és pontosságát.

3.2 A termék elkészítéséhez felhasznált anyagok

3.2.1 ToTu rögös és extrán krémes

A kutatásom során a termékek kiindulási alapjául tojásfehérje alapú tejtermék helyettesítő a ToTu által már forgalmazott termékeket (ToTu rögös és ToTu extrán krémes) választottam, melyek már önmagukban is jó minőségű, nagy mennyiségű és jól felszívódó tojásfehérjéből származó fehérjéket tartalmaznak. Ezek az "A" minőségű, friss tyúktojásból készített termékek a tojássárgájának elválasztásával, homogenizálással és pasztörözéssel állítanak elő, amelyet a tojásfehérje koncentrációjával egészítenek ki. Krémek esetében ezt az eljárást enzimekkel is követi. (Capriovus, "ToTu termékspecifikációk", https://capriovus.eu/wp-content/uploads/2024/09/totu_rogos_krem_spec_hu_v2_2.pdf)

3.2.2 Íz és karakter kialakítás

Ezen tojásfehérje alapú termékek megfelelő arányú keverékét, 100%-os pasztörözött Boiron mangópürével és eritrittel ízesítettem, hogy egy még élvezetesebb terméket alkossak. A kellemesen friss, gyümölcsös íz kiemeléséhez pedig koncentrált 50%-os olympos citromlevet kevertem hozzá.

3.2.3 Fehérje tartalom növelés

Ezen felül a fehérje komplettáláshoz és a magas biológiai érték eléréséhez plusz fehérjeforrásként tojásfehérje port, illetve tejsavófehérje extraktumot is használtam meghatározott számú termékhez. A következő táblázatban az látható, hogy a késztermék hány grammot tartalmaz a felsorolt anyagokból, 100g-ra vetítve.

1. táblázat: Az egyes összetevők 100g termékben (forrás: saját munka)

Az alapanyagok grammban:	+5% savó fehérje	+5% tojás fehérje	+0% fehérje, kontroll
rögös tojás túró (g)	43,25	43,25	44,5
extra krémes (g)	13,25	13,25	14,5
mangó püré (g)	23,25	23,25	24,5
eritrit (g)	13,25	13,25	14,5
+fehérje (g)	5	5	-
citromlé (g)	2	2	2
összes (g)	100	100	100

3.3 A kutatás menete

A kutatás metodológiájának alapját a termékfejlesztési folyamat alkotta, amely három fő szakaszra osztható: receptúra kialakítása, előállítás és analitikai vizsgálatok.

Így tehát az első lépés a megfelelő receptúrák kidolgozása volt. Ezt a minták végleges, megfelelő arányban és a tárolási vizsgálathoz szükséges mennyiségben történő elkészítése követte. A következő lépés az élelmiszer biztonsági szempontból elengedhetetlen hőkezelés és hűtés volt, ez fontos szerepet játszott a tárolási vizsgálatok jó eredményeiben.

Ezt követően a kész termékeken elvégeztem a tervezett eltarthatósági méréseket, amelyek magukban foglalták a pH-mérést, a CIE-lab színelemzést és egy egyszeri szárazanyagmérést. A további vizsgálatok során a textúra analízist SMS állománymérő berendezéssel végeztem a kenhetőség és keménység szempontjából, míg az Anton Paar MCR rotációs viszkoziméterrel a termékek reológiai és viszkozitási tulajdonságait elemeztem. Ezek a mérések lehetővé tették a termékek fizikai és kémiai tulajdonságainak alaposabb megértését, valamint hozzájárultak a fejlesztési folyamat optimalizálásához, és az esetleges jövőbeli gyártás segítéséhez.

3.4 Az előkészítő műveletek

3.4.1 A termék fejlesztése érzékszervi tulajdonságok alapján

Az első feladat a receptúra kidolgozása volt, amihez több érzékszervi vizsgálatot is elvégeztem. Ehhez (1-10 pont közötti) hedonikus skálát alkalmaztam, amelyben a termékek színét, illatát, állományát, gyümölcsös ízét és gyümölcsös illatát, valamint állományát vizsgáltam.

A hedonikus skála használata során fontos volt, hogy a kóstolók számára elegendő információt nyújtsak ahhoz, hogy objektív véleményt alkothassanak a termékekről. A lap alján pedig hagytam helyet a kóstolók egyéni észrevételeinek megfogalmazására. Ez a szekció különösen fontos volt, mivel lehetővé tette a részletes visszajelzést, így a kóstolók megoszthatták azokat a

tapasztalataikat és érzéseiket, amelyek nem feltétlenül voltak számszerűsíthetők, de jelentős hatással lehettek a termékfejlesztési folyamatra.

3.4.2 A gyártási folyamat

Ahogy az az 1. táblázatban is látható három különböző összetételű, azaz a sima/kontroll, a tojásfehérjével és a tejsavó fehérjével dúsított elegyet a külön-külön készítettem el, figyelemmel a precíz folyamatokra, amelyek szükségesek a termékek minőségének biztosításához.

Az alapanyagok kiméréséhez 100 ml-es főzőpoharakat és műanyag kanalakat használtam, amelyek segítettek a pontos adagolásban. Az egyes összetevők összemérése nagy műanyag és fém edényekben történt, biztosítva ezzel a megfelelő keverési feltételeket.

A szükséges mennyiségek meghatározásához egy a laborban megtalálható 5000 g kapacitású, 0,01 g pontosságú analitikai mérleget alkalmaztam, amely lehetővé tette a precíz adagolást. Az összemért keverékek homogenizálását, összedolgozását Sencor SHB 4461GR kézi botmixerrel végeztem, így biztosítva minden összetevő egyenletes eloszlását és a kívánt állomány elérését.

Az elegyek elkészítése után a három adagból, egyenként 150 g-os és összesen 18 darab mintát állítottam elő. A kész adagokat ezután 65 °C-on, 3 órán keresztül vízfürdőben hőkezelttem. Azért nem választottam magasabb hőfokot, hogy megvédjem a fehérjéket a kicsapódástól, ugyanis ez a tojásban megtalálható fehérjékben, mint (ovoalbumin és ovomucin) már 70°C magasságban is bekövetkezhet. Ez a lépés rendkívül fontos volt a termékek eltarthatóságának biztosítása érdekében, mivel a hőkezelés segít a mikrobiológiai stabilitás elérésében. (Bancroft and Rutzler, 1931)

A hőkezelést követően a kész termékeket hűtőben tároltam, a hőmérsékletet 4-6 °C között tartva. A minták a mérések erejéig is maximum 1 órán át voltak a laborban, ahol szobahőmérséklet, vagy annál hidegebb volt ez idő alatt. Ez a tárolási körülmény hozzájárult a termékek frissességének megőrzéséhez és a hosszabb eltarthatóság biztosításához, amely elengedhetetlen volt a további vizsgálatokhoz és a későbbi termékfejlesztéshez.

3.5 A mérések menete

3.5.1 Eltarthatóság vizsgálata szárazanyag méréssel:

Az első eltarthatósági teszt az egy egyszeri alkalommal történő szárazanyag mérés volt. A mérést Petri csészékben végeztem, amelyek súlyát lemértem és csak ez után helyeztem bele az anyagot, amit ezután újra lemértem a csészével együtt. A laborban található szárító szekrénybe mindegyik fajta mintából 3 adagot helyeztem be, azok feliratozása után. Az 1 órás 80-

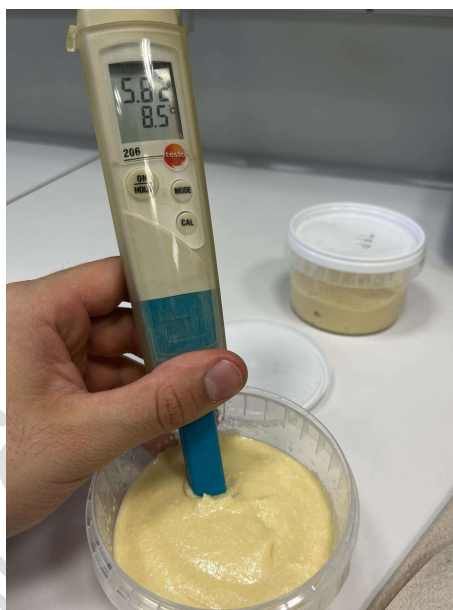
90°C-os szárító program lefutása után a mintákat kivettem, hagytam lehűlni majd a súlyukat visszamértem. Ebből már számítással meghatározható volt a valódi szárazanyag tartalom. A súlyméréshez precíziós KERN analitikai mérleget használtam.

A következő két eltarthatósági mérést 34napig tartó 4, hetente ismétlődő ciklusban végeztem el, ezzel figyelemmel kísérve a termék időbeli változását.

3.5.2 Eltarthatóság vizsgálata pH méréssel:

A pH mérést alkalmanként összesen 54-szer azaz a 3 fajtájú termékből 3 különböző adagban 3 különböző helyen mértem 2 alkalommal, hogy a vizsgálat kellően reprezentatív legyen. A méréshez Testo 206-PH2 – folyadék pH mérő berendezést használtam.

4. ábra: A pH mérés folyamata (forrás: saját készítésű fotó)



3.5.3 Eltarthatóság vizsgálata CIE L*a*b* színelemzéssel:

Az utolsó eltarthatósági mérés színelemzés volt. Ehhez egy Konica Minolta CR 400-as kézi színmérő berendezés volt a segítségemre. A vizsgálatot minden alkalommal egy kalibrálás előzte meg, ami egy fehér kalibrációs lemezzel történt. A mérőfejre ezután egy átlátszó alufólia lapot helyeztem és rögzítettem azt majd a minta felületéhez érintettem. Az adatgyűjtés egy másodperc alatt megtörtént, ami később egy Excel-fájlba könnyedén átvihető volt kiértékelésre. A színmérés alapja az emberi szem színérzékelésének lemodellezése. A CIE (Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) által 1930-as években bevezetett RGB színmérő rendszer három alapvető szín (vörös, zöld, kék) segítségével írja le a fények különböző kombinációit, mely alapszínek hullámhosszai a következők:

- Vörös (R): 700 nm
- Zöld (G): 546,1 nm
- Kék (B): 435,8 nm

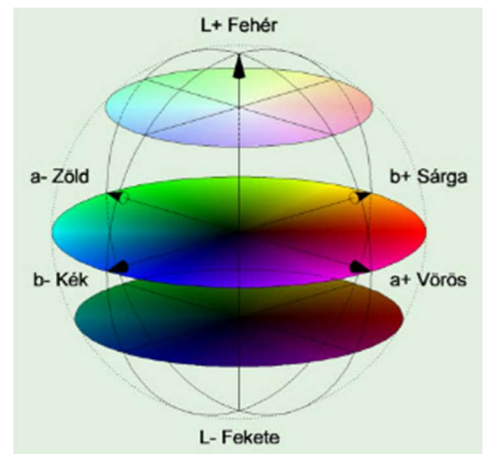
Mivel nem minden szín állítható elő az RGB rendszeren belül, így a CIE létrehozott egy átalakított rendszert, ez volt a CIE XYZ rendszer. Célja, hogy teljes mértékben lefedje az emberi szem színérzékelését. Az XYZ színíngerek alapján a színek egyenletes színteret képeznek, ahol az észlelt különbségek arányosak az emberi szem által érzékelt színbeli eltérésekkel.

CIE LAB színrendszer:

1976-ban a CIE létrehozta a CIELAB színteret, amely háromdimenziós, közel egyenletes eloszlást biztosít a színérzékeléshez. A CIELAB rendszer koordinátái a CIE XYZ színösszetevőiből számíthatók, és az alábbi paramétereket tartalmazza:

- **L***: világossági tényező (a megvilágított tárgy visszavert fényének százaléka)
- **a***: vörös-zöld színezeti tengely
- **b***: sárga-kék színezeti tengely

5. ábra: CIELAB színingertér (forrás: internet 3)



Az termékeimen végzett vizsgálataim kiértékelésénél a színinger különbség, azaz a színváltozás meghatározására a következő képletet használtam:

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

A kiszámolt eredményeket pedig a következő táblázat alapján értékeltem:

2. táblázat: A színínger különbség érték kiértékelő táblája (forrást: Internet 4)

ΔE^*_{ab}	Érzékelt különbség
0 – 0,5	Nem vehető észre
0,5 – 1,5	Alig vehető észre
1,5 – 3,0	Észrevehető
3,0 – 6,0	Jól látható
6,0 - 12	Nagy

A reprezentativitás kedvéért a színelemzésnél is mintánkként 5 párhuzamos mérést hajtottam végre minden fajtából 2 külön adagból az egyes alkalmakkor.

6. ábra: Konica Minolta CR 400-as kézi színmérő berendezés (forrás: saját készítésű kép)



3.5.4 Fizikai tulajdonságok meghatározása állományméréssel:

A termékfejlesztési folyamat során a kenhetőség, keménység és adhezivitás/tapadósság olyan alapvető jellemzők, amelyek meghatározzák a termék felhasználhatóságát és fogyasztói élményét. Ezen tulajdonságok vizsgálatához az általam is használt SMS TA.XT állománymérő berendezéssel (Stable Micro Systems) precíz mechanikai méréseket végeztem, amelyek segítségével kvantitatív adatokat nyertem a termék állományáról.

7. ábra: Az SMS TA.XT állománymérő gép két mérés között a használt mérőfejjel és a mérő cellával, benne a mintával (forrás: saját készítésű kép)



Elsőként a mérőcella kúp alakú mélyedését feltöltöttem a hideg nagyjából 5-10°C-os mintával, úgy, hogy a felszíne tökéletesen sima legyen. Ezután a cellát befogattam, hogy mérés közben mozdulatlan maradjon, annak pontossága érdekében. Ezt követően elindítottam a gépet egy számítógéppel, ahol a mérési paramétereket előre beállítottam. Ilyen értékek voltak az út, amit megtesz a mérőfej a mérés során, ez 50mm volt. A mérőfej sebessége 10 mm/sec a mérés megkezdése előtt, mérés közben 5 mm/sec és mérést követően (felemeléskor) pedig 10 mm/sec.

A kenhetőségi feltét ezután lassan egyenletes sebességgel belenyomódott a minta felületébe, miközben a gép folyamatosan mérte az ehhez szükséges erőt és a fej elmozdulását. Így kezelhető adatokat kaptam az adott minta keménységéről. Miután elérte a teljes, azaz 50mm-es elmozdulási határt, ugyan azzal az egyenletes sebességgel visszahúzódott a fej, ahol mérte azt az erőt, ami ahhoz kellett, hogy a fejet kiemelje a mintából. Ezzel tudtam mérni a termék tapadásságát.

A vizsgálat célja röviden a rágás szimulálása fogyasztás közben, ezért is végeztem a mérést 8 fok körül, ugyanis a terméket a hűtőből kivétel utáni rövid időn belüli fogyasztásra szánom.

3.5.5 Fizikai tulajdonságok meghatározása reológiai vizsgálatokkal

Amplitúdó söprés módszer, Lap-lap mérőrendszerrel:

Amérések megbízható alapját MCR92 Anton-Paar reométer adta, amelyet lap-lap mérő-rendszerrel szereltem fel. Ez két lemezből áll, amelyek közül az egyik (az alsó) rögzített, míg a másik (a felső) mozog. A felső lemez méretét a kör átmérője határozza meg (R [mm]), és jellemző továbbá a két lap közötti távolság, azaz a réstávolság vagy résköz (h [mm]), amely a termék tulajdonságainak megfelelően állítható be. Minél kisebb a termék viszkozitása, annál kisebb réstávolságra van szükség.

Az ilyen mérőrendszerek segítségével a termék viszkozitása és textúrája számszerűsíthető. A nyírófeszültséget (τ [Pa]) a forgatónyomaték (M [Nm]) határozza meg:

$$\tau[\text{Pa}] = C_{pp} * M[\text{Nm}]$$

ahol C_{pp} egy állandó, amely arányos a felső lemez átmérőjével (R [mm]).

A deformációsebesség ($\dot{\gamma}$ [1/s]) a szögsebességgel (ω , rad/s) arányos, amit az alábbi képlet ír le:

$$\dot{\gamma} = \frac{\omega}{\alpha} = C \times n \text{ (1/s)},$$

ahol C egy arányos állandó, amely a lemez átmérőjével és a réstávolsággal függ össze.

A termékem esetében a lap-lap mérőrendszer segített meghatározni a termék textúráját és viszkozitását, amelyek kulcsfontosságú paraméterei a desszert fogyasztói élménye szempontjából. Az alsó lemezre helyezett mintára a felső lemez meghatározott erővel nyomást gyakorol és folyamatos, oszcilláló mozgást végez, növekvő elfordulásokkal. Ezzel gyakorlatilag nyírást végez, amihez erő kell, így a forgatónyomaték segítségével meghatározható a nyírófeszültség. A deformációsebesség kiszámítása a fordulatszámából közvetlenül történik, ezáltal a termék elterülését és állagát számszerűen lehet jellemezni. Ennek alapján mérhető a desszert keménysége, krémessége és területi képessége, amely a termék minőségellenőrzése és optimalizálása szempontjából lényeges.

Rotációs módszer (CC27 mérőrendszer):

A méréseket itt is MCR92 Anton-Paar reométerrel végeztem, C-PTD mérőrendszert és CC27 mintatartó hengert, valamint ST-24 mérőfejet alkalmazva. A minták folyási tulajdonságait 15 °C-on, 10-500 1/s deformációsebesség tartományban, növekvő és csökkenő sebesség mellett

rögzítettem, a hűtőszekrényből való közvetlen felhasználás szimulálására. Minden mérés háromszor ismétlődött, az adatok kiértékeléséhez Rheoplus v32 számítógépes szoftvert használtam. A Herschel-Bulkley modellt alkalmaztam, amely segít a minta folyáshatárának és reológiai típusának meghatározásában,

$$\tau = \tau_0 + c * \dot{\gamma}^p, \text{ ahol (Pa),}$$

- τ = nyírófeszültség (Pa)
- τ_0 = folyáshatár (Pa)
- $\dot{\gamma}^p$ = deformációsebesség (1/s)
- c = konzisztencia index, vagy látszólagos viszkozitás
- p = folyásindex

8. ábra: CC27-es mintatartó henger a mintával és az ST-24-es mérőfejjel (forrás: saját készítésű kép)



9. ábra: MCR92 Anton-Paar reométer (forrás: saját készítésű kép)



4. Eredmények és értékelésük

4.1 A minták jelölése

S- sima/kontroll minták

SF- hozzáadott savó fehérje port tartalmazó minták

TFP- hozzáadott tojásfehérje port tartalmazó minták

4.2 Érzékszervi bírálatok eredményei

A kapott eredmények kiértékelését két szakaszra bontottam, az első szakasz a receptúra kidolgozása előtti, a másik az ezt követő érzékszervi tesztek.

Az előkísérletek alkalmával többféle összetétel is felmerült a hozzávalók mindegyikénél.

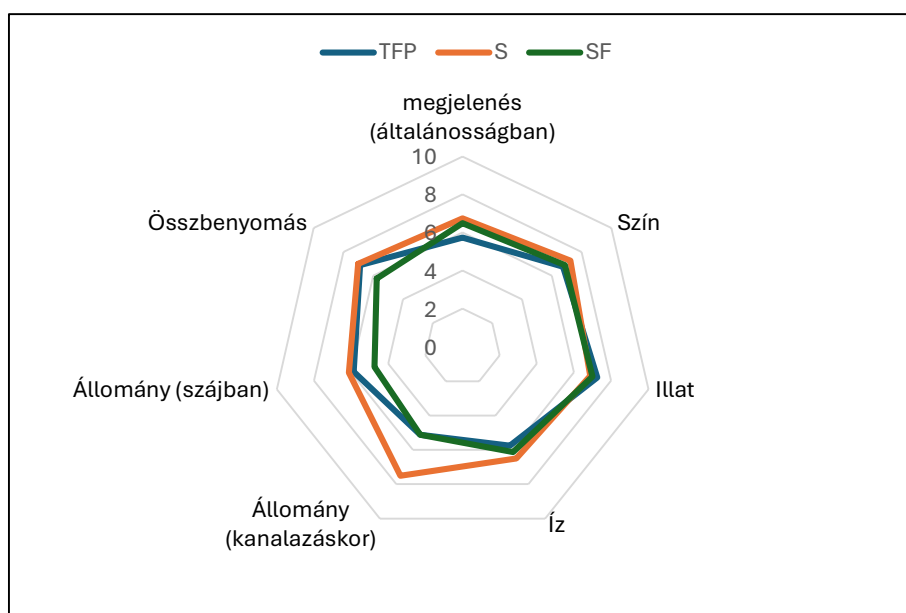
Meg kellett változtatni például a ToTu rögzös és extra krémes arányát is, ugyanis a termék állaga nem volt megfelelően krémes és a túl sok rögzös tojásfehérjétől zavaróan darabosnak bizonyult. Így 90-10% arányról, 76-24% kellett ezt változtatni.

Ilyen volt még a gyümölcsösség fokozása is, amit a Boiron mangópüré mennyiségének emelésével és 2g citromlé hozzáadásával lehetett megvalósítani. Az utóbbi friss gyümölcsös ízt és savasságot kölcsönzött a terméknek. Egyedül az eritrit volt az, amelynél nem kellett változtatni a mennyiségen, ugyanis eredetileg is keveset tettem bele, a hús vagy esetleg keserű utólag megjelenő szájíz elkerülése miatt.

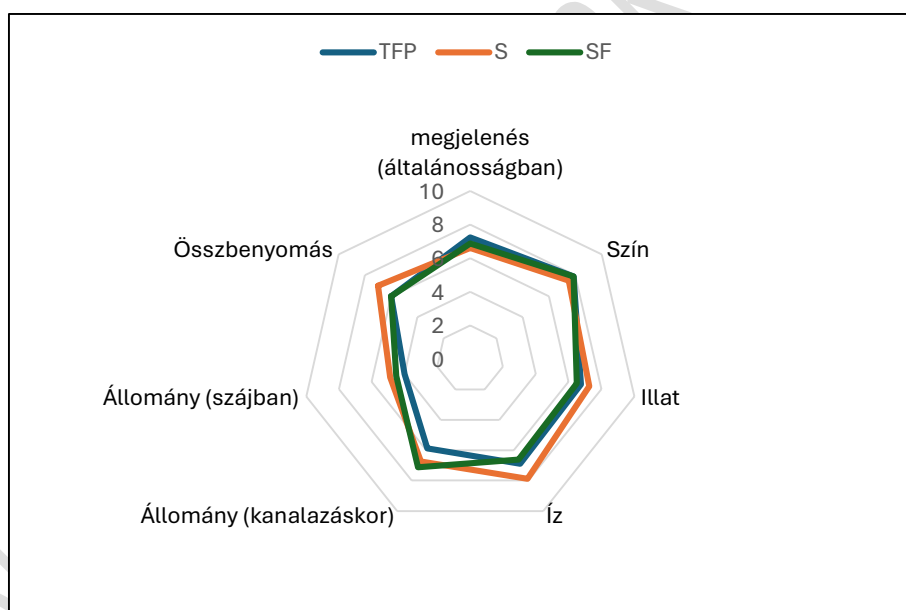
Az utolsó változtatás a receptúra véglegesítése előtt a hozzáadott fehérje mennyiségének csökkentése volt, ugyanis azoknál a mintáknál, amelyek tartalmaztak plusz hozzáadott fehérjét, a bírálók egy erős kellemetlen keserű utóízre panaszkodtak. Ezt így 10%-ról 5%-ra csökkentettem a kesernyész íz mérséklésére a magas fehérjetartalom és tápérték megőrzését szem előtt tartva.

A termékek elkészítését követő első és harmadik héten is végeztem még érzékszervi méréseket, hogy monitorozni tudjam a minták tulajdonságainak időbeli változását.

10. ábra: Az érzékszervi bírálatok eredménye az 1. héten (forrás: saját munka)



11. ábra: Az érzékszervi bírálatok eredménye a 3. héten (forrás: saját munka)



A három különböző minta — a tojásfehérje porral dúsított (TFP), a kontroll (S) és a savófehérjével dúsított (SF) — érzékszervi jellemzőit megjelenés, szín, illat, íz, állomány és összbenyomás kategóriákban értékeltem.

Az 1. diagrammról leolvasott eredmények arra utalnak, hogy megjelenés és szín tekintetében mindhárom minta hasonló értékeket mutatott, ám a TFP minta enyhén alacsonyabb pontszámot ért el, mint a kontroll és az SF minta. Ebből arra következtettem, hogy a tojásfe-

hérje-por hozzáadása enyhén befolyásolhatja a termék vizuális jellemzőit, egy sötétebb karaktert kölcsönzött a mintáknak. A szavazatok alapján a 3 hét elteltével a minták megjelenése és színe javuló tendenciát mutatott.

Az illat kategóriában nem találtam jelentős különbséget a minták között, ami arra utal, hogy sem a savófehérje, sem a tojásfehérje por nem okozott érzékelhető változást ebben a paraméterben.

Az íz szempontjából a kontroll minta valamivel magasabb értékelést kapott az 1. ábra szerint, ami alapján úgy tűnik, hogy a fehérje dúsítás — különösen a TFP minta esetében — bizonyos ízváltozásokat eredményezhetett. Ez a 3. hétre jelentősebb lett. Korábbi megfigyeléseim megerősítették, hogy a fehérjeport tartalmazó mintáknál jellemző a kesernyős íz megjelenése viszont még az 5%-ra csökkentett hozzáadott fehérjetartalom mellett is enyhén felfedezhető ez a mellékíz, ami a fogyasztói élmény szempontjából nem kívánatos. Ezt viszont csökkenteni már nem tudom.

Az állomány értékelése során az 1.hétén végzett méréseken a kontroll minta (S) jobb pontszámot ért el mind kanalizáskor, mind szájban érzett állag terén az első héten. A fehérjével dúsított minták (TFP és SF) kissé alacsonyabb értékelést kaptak, különösen a TFP esetében. A fehérjedúsított minták hajlamosak lisztessé, tapadóssá válni, ami ronthatja az állagélményt.(Kinsella and Melachouris, 1976)

Az összbenyomás tekintetében mindkét mérési héten a kontroll minta (S) általánosságban kedvezőbb értékelést kapott, mint a fehérjével dúsított változatok, ami megerősíti, hogy a dúsítás mérsékelt hatást gyakorolhat a termék élvezeti értékére. A savó- és tojásfehérje-porral készült változatok hasonló eredményeket mutattak, ami arra utal, hogy bár a fehérjetípusnak lehet bizonyos hatása a termék érzékszervi tulajdonságaira, ezek az eltérések viszonylag csekélyek mindkét típus esetében.

4.3 Eltarthatóság vizsgálatok

4.3.1 Szárazanyag mérés

Az egyszeri szárazanyag mérés eredményei kifejezetten jó értékeket mutattak.

3. táblázat: szárazanyag mérések eredményei (forrás: saját munka)

I,TFP	Sz.a (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
I	29,664	30,083	0,363
II	30,307		
III	30,277		
II,SF	Sz.a (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
I	30,556	30,472	0,083
II	30,469		
III	30,391		
III,S	Sz.a (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
I	27,080	27,016	0,133
II	27,103		
III	26,863		

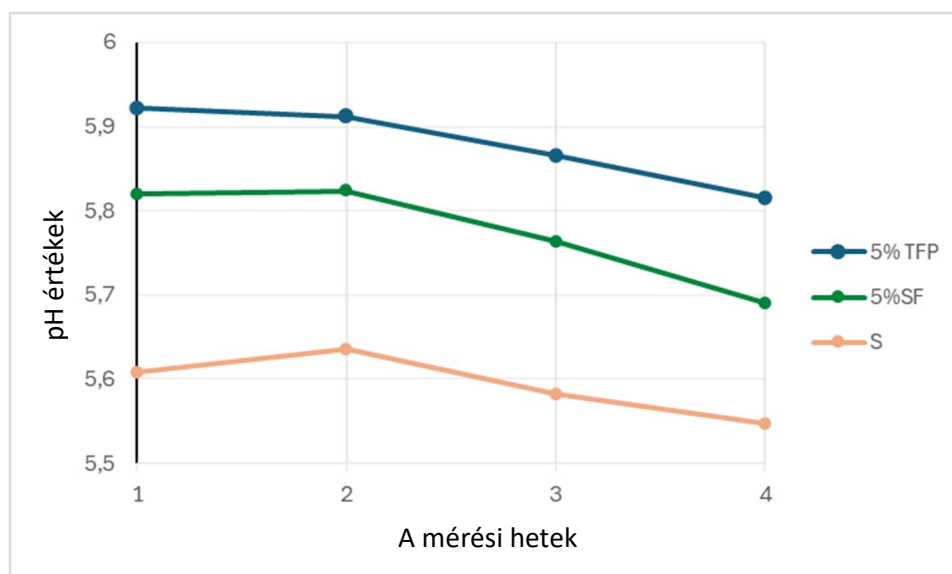
A minták szárazanyagának átlag értéke 29% ami eltarthatóság szempontjából abszolút kedvező és más különböző piaconlevő versenytárs pohárdesszertek is hasonló adatokkal rendelkeznek.

Emellett jól látszik, hogy a növelt fehérjetartalmú termékeknél a vizsgált érték nagyjából 3%-kal magasabb bizonyítva egy részről a tartalmi növelést.

4.3.2 A pH érték változása

A pH mérés szintén az elvártnak megfelelő eredményekkel szolgált az eltarthatóság szempontjából.

12. ábra: A minták pH értékének változása az idő elteltével (forrás: saját munka)



Mindegyik minta esetében elmondható, hogy a pH értékük csökkenő tendenciát mutat a hetek előrehaladtával viszont ez nem volt jelentős. A legnagyobb pH csökkenés is csupán 0,13 értékkel változott, ami a tejsavó fehérjével dúsított mintánál volt megfigyelhető.

Jól látható még, hogy a két plusz fehérjével dúsított minta a kontrollhoz képest mintegy 0,25-0,3 tizeddel magasabb pH-val rendelkezett. Ennek oka az lehetett, hogy a fehérjék egyfajta pufferként csökkentették a hozzáadott citromlé savasságát, mivel a fehérjék amfoterikus molekulák, amelyek képesek savakkal és bázisokkal is reakcióba lépni, attól függően, hogy milyen kémiai környezetben vannak.

- Savként: A karboxilcsoport hidrogéniont (H^+) adhat le, így karboxilát iont ($-COO^-$) képez.
- Bázisként: Az aminocsoport képes hidrogéniont felvenni, és így ammóniumcsoportot ($-NH_3^+$) alkotni.

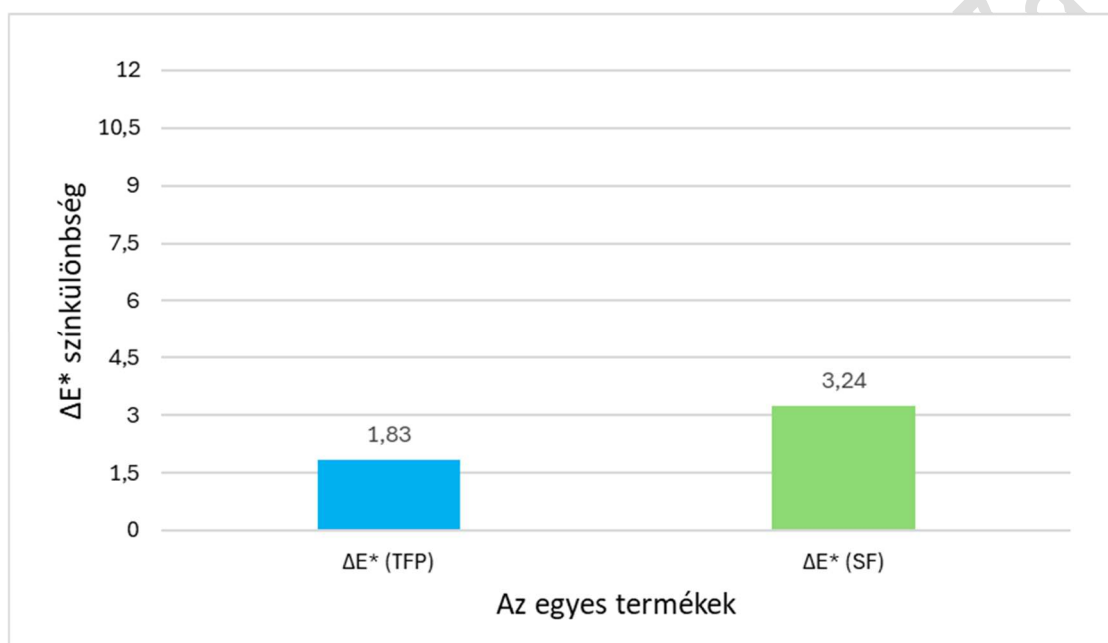
Ez a tulajdonságuk lehetővé teszi, hogy a pH-változásokat tompítsák, azaz pufferként működjenek. A tojásfehérjében található albumin és a savófehérjék, például a laktalbumin, mind hozzájárulhatnak ehhez a hatáshoz. Ennek köszönhetően a citromlé savasságát a fehérjék ellensúlyozzák, ami lassabb pH-csökkenést eredményezhet a tárolás során, és javíthatja a termékek stabilitását.

Jól látható még, hogy két plusz fehérjével dúsított minta a kontrollhoz képest mintegy 0,25-0,3 tizeddel magasabb pH-val rendelkezett. Ennek az

4.3.3 A minták színének változása a tárolási idő folyamán

A színelemzés első lépéseként a két fehérjével dúsított minta színét hasonlítottam össze a kontroll termékkel azok elkészítése után.

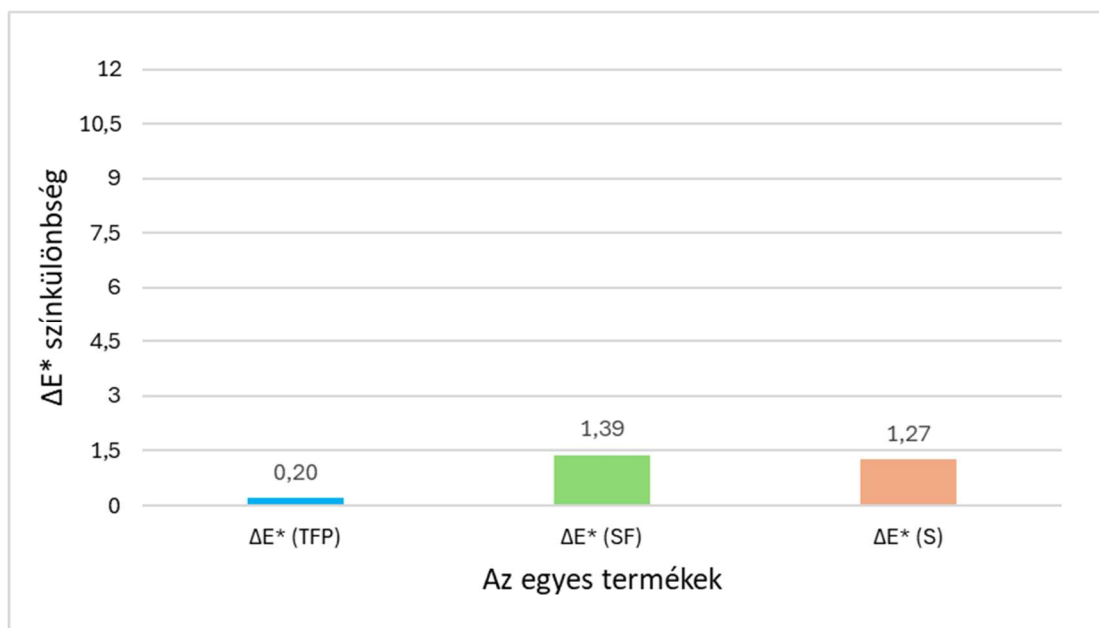
13. ábra: A két fehérjével dúsított minta színínger különbsége a kontrollhoz képest az 1. héten (forrás: saját munka)



A kiértékelő táblázat alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a dúsított termékek színe eltért a kontrolltól. A tojásfehérje porral dúsított termék esetében ez az észrevehető tartományba esett. A tejsavó fehérjés terméknel ez jelentősebb volt, szemmel jól látható volt az eltérés. A mintát szabad szemmel nézve valamivel fakóbb színt produkált.

A következő mérés az egyes minták színváltozásának vizsgálatára irányult az 4 hetes tárolás alatt.

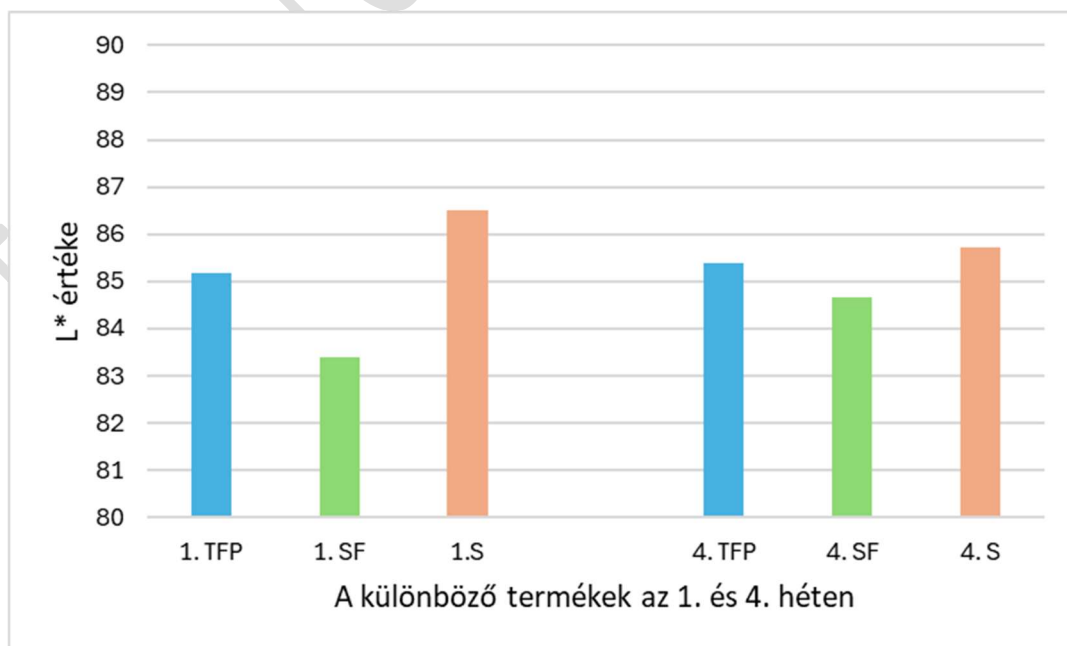
14. ábra: A minták színinger különbsége az idő elmultával (forrás: saját munka)



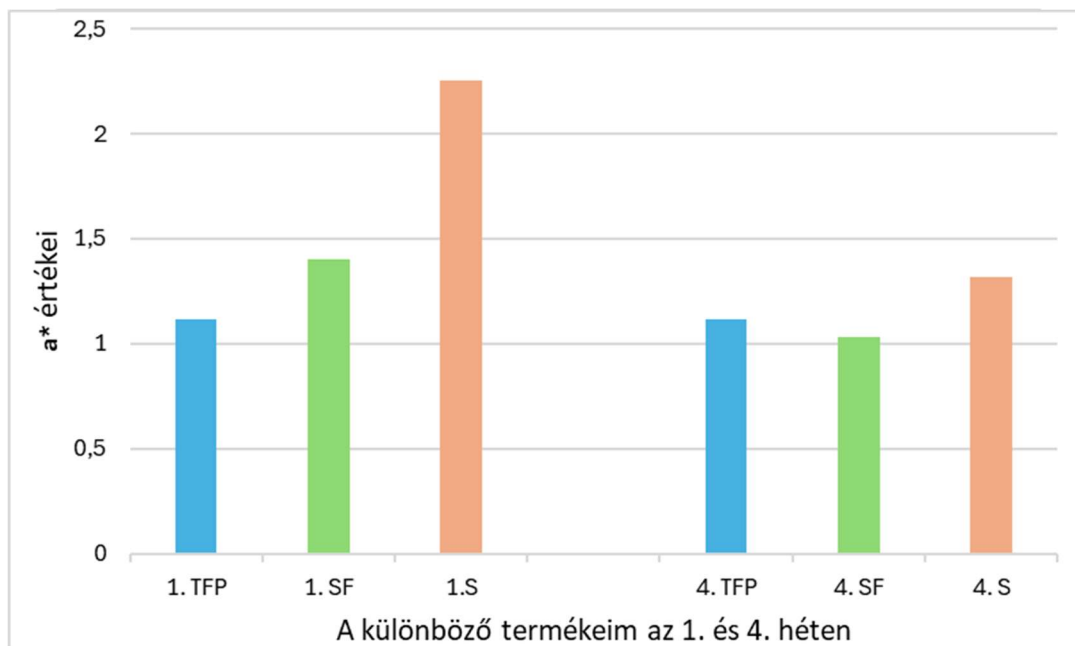
Itt a hőkezelést követő, illetve a harmadik héten számolt színinger különbség látható. A kapott színváltozási értékek a kiértékelő táblázat szerint (3.táblázat) csak a szemmel nem és az aligha észrevehető tartományba estek. Tehát nem volt jelentős változás a vizsgált paraméterekben, amit a diagramm is látványosan igazol.

A különböző termékek L^* , a^* és b^* értékeit is kielemeztem.

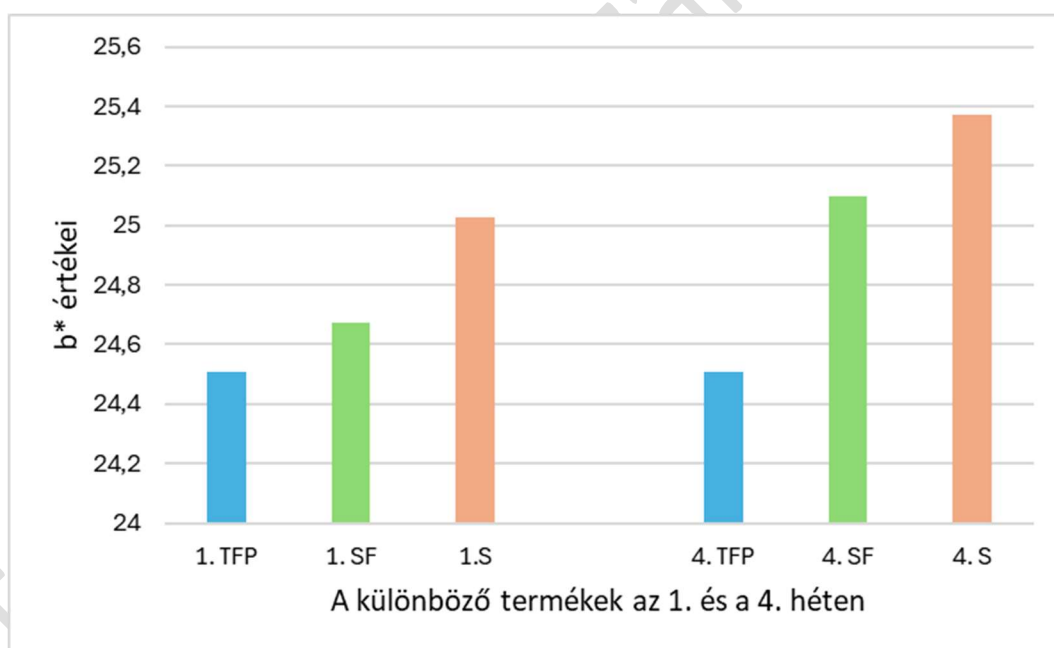
15. ábra: Az egyes minták L^* értékei az 1. illetve a 4. héten



16. ábra: Az egyes minták a^* értéke pozitív előjelleli az 1. illetve a 4. héten



17. ábra: Az egyes minták b^* értékei az 1. illetve a 4. héten



A színmérések eredményei alapján a különböző típusú mangós ízű, tojásfehérje alapú pohárdesszertek színeiben jelentős eltérések figyelhetők meg, ami a fehérje típusának és az eltelt időnek is tulajdonítható.

Az L^* (világosság) értékek elemzése azt mutatja, hogy a tojásfehérje porral dúsított minta (TFP) világossága magasabb, mint a tejsavó fehérjeporral dúsított változaté (SF), de alacsonyabb, mint a kontroll minta (S). Ez arra utalhat, hogy a tojásfehérje porral dúsítás kevésbé

változtatja meg a desszert világosságát, míg a tejsavó fehérjeporral készült változat inkább hajlamos a sötétedésre. A negyedik hétre a színintenzitás kissé módosul, de az SF minta továbbra is a legkevésbé világos. A tojásfehérje porral dúsított minta stabilitása a világosság tekintetében arra utalhat, hogy a tojásfehérje kevésbé hajlamos a színváltozásra, ami akár a tojásfehérje kisebb színbeli hatásával is magyarázható.

Az eredmények ellenőrzése és megerősítése szempontjából statisztikai elemzést végeztem a Past nevű programmal. A mintákra összetétel szerint külön külön elvégeztem egy egyutas ANOVA elemzést, aminek eredménye képpen megkaptam a p-értéket amely segít eldönteni, hogy a vizsgált értékek különbsége szignifikáns e, vagyis hogy valóban létezik-e különbség a csoportok átlagai között. Ha a ($p < 0,05$) akkor elutasítható a nullhipotézis miszerint a csoportok közötti eltérés csupán véletlen. A vizsgált változó valószínűleg hatással van az eredményekre, amennyiben nagyobb. Fordított esetben ez nem igaz.

A p-érték az L* esetében 0,008857, ami mivel kisebb mint 0,05 így jelentős eltérésre utal. Ez az eltérés a program szerint az TFP-S és SF-S minták között volt jelentős.

Az a* (vörös-zöld tengely) értékek tekintetében a kontroll minta mutat enyhe vörös árnyalatot, ami a mangós desszertek jellegzetessége lehet. A tojásfehérje és tejsavó fehérjével dúsított változatok színei kevésbé vörösesek. A negyedik hétre az a* értékekben nem történik jelentős változás, ami arra utal, hogy ezek az árnyalatok viszonylag stabilak maradnak az idő előrehaladtával. Az enyhébb vörös árnyalat a TFP és SF mintáknál a fehérjeporok színbefolyásoló hatásával magyarázható, hiszen a tojásfehérje és a tejsavó fehérje más-más kémiai összetétellel bír, amelyek eltérően hatnak a színre.

Az a* esetében a p-érték 0,01893, amely szintén kisebb mint 0,05 így itt is szignifikáns az eltérés a minták között.

A b* értékek (sárga-kék tengely) alapján a kontroll minta (S) és a tejsavóval dúsított változat (SF) színe sárgásabb, míg a TFP esetében alacsonyabb sárgás tónus figyelhető meg. A sárgás árnyalat a mangópüréhez köthető, amelyet a tojásfehérje kevésbé emel ki, így a tojásfehérje porral dúsított termék színe kissé tompább marad. A negyedik hétre a kontroll minta sárgás tónusa tovább erősödik, míg a TFP változat színe viszonylag állandó marad. Ez a stabilitás arra utalhat, hogy a tojásfehérje porral dúsítás kevésbé érzékeny a színváltozásra.

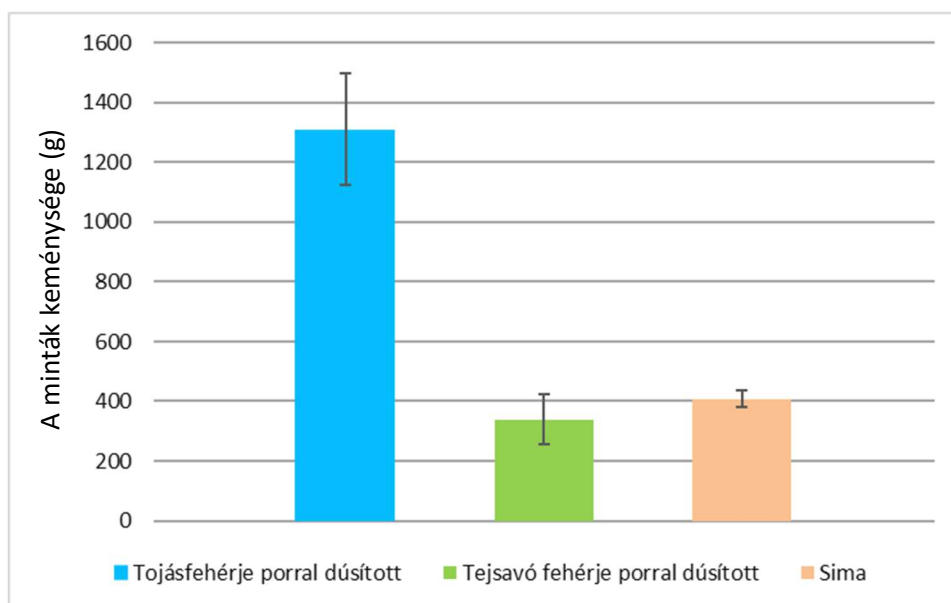
A b* a többi vizsgált paraméterrel ellentétben, nem mutatott szignifikáns eltérést, ugyanis a p-érték ez esetben 0,4426 így nagyobb lett mint 0,05.

Összességében elmondható, hogy a kontroll minta (S) a legélénkebb, legvilágosabb és sárgásabb színű, ami megfelel a mangós desszertek elvárt megjelenésének. A tojásfehérje porral dúsított változat (TFP) színében stabilitás tapasztalható, kevésbé intenzív sárgás és vörös tónusokkal, ami a tojásfehérje tompító hatására utalhat. Ezzel szemben a tejsavó fehérjeporral dúsított minta (SF) a leginkább hajlamos a sötétedésre, erőteljesebb sárga tónus mellett, ami a tejsavóval dúsított desszertek sajátossága lehet.

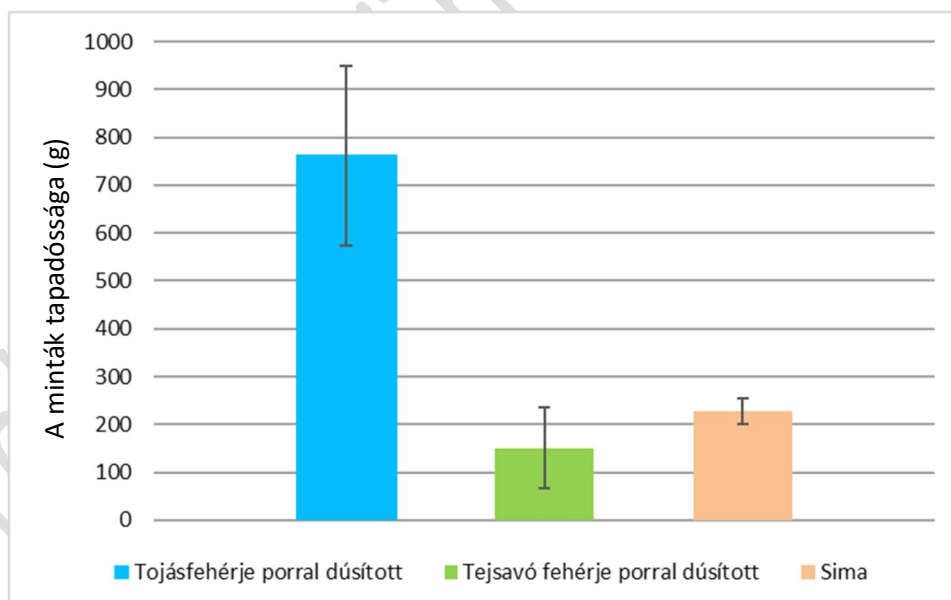
4.3.4 A minták állományának vizsgálata

Itt szakirodalmak alapján a keménység és a kenhetőség is bemutatható gramm-ban és N-ban is, én gramm-ban fogom ezt bemutatni, a kenhetőséget pedig N-ban.

18. ábra: A minták vizsgált keménysége (forrás: saját munka)

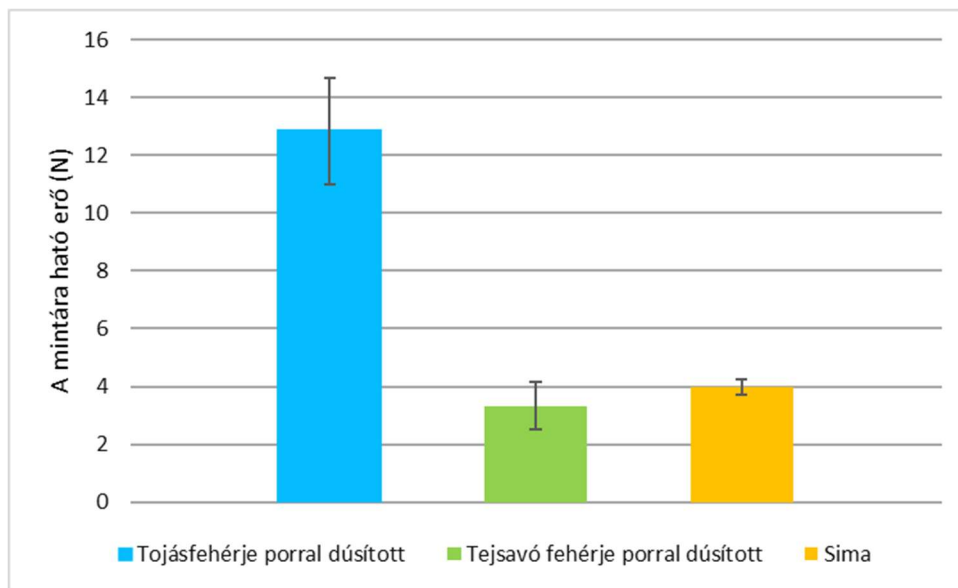


19. ábra: A minták vizsgált adhezivitása/tapadósága (forrás: saját munka)



Az állománymérések diagrammjairól egyértelműen leolvasható, hogy a tojásfehérje porral dúsított minta bizonyult a legkeményebbnek, és legtapadósabbnak. Ezt a tojásfehérjepor okozza, ugyanis rendelkezik egy tapadós állománykialakító textúrával. Ezzel szemben a tejsavó por keményítő hatása esetemben nem jött ki.

20. ábra: A minták vizsgált kenhetősége (forrás: saját munka)



A kenhetőség vizsgálata inkább egy érzékszervi szempont, mivel ennek megítélése elég szubjektív lehet, de itt is elmondható, hogy a legnagyobb erő a deformációhoz a TFP-s hez kellett. Az eredmények alapján a tojásfehérje porral dúsított minta esetében volt szükséges a legnagyobb erő a kenéshez (≈ 13 N), ami azt jelzi, hogy ez a minta volt a legkevésbé kenhető. Emellett a mérésekben nagyobb szórás figyelhető meg, amit a hiba sáv is alátámaszt, jelezve, hogy a kenhetőség szempontjából a tojásfehérje dúsítás nagyobb változékonyságot eredményezett.

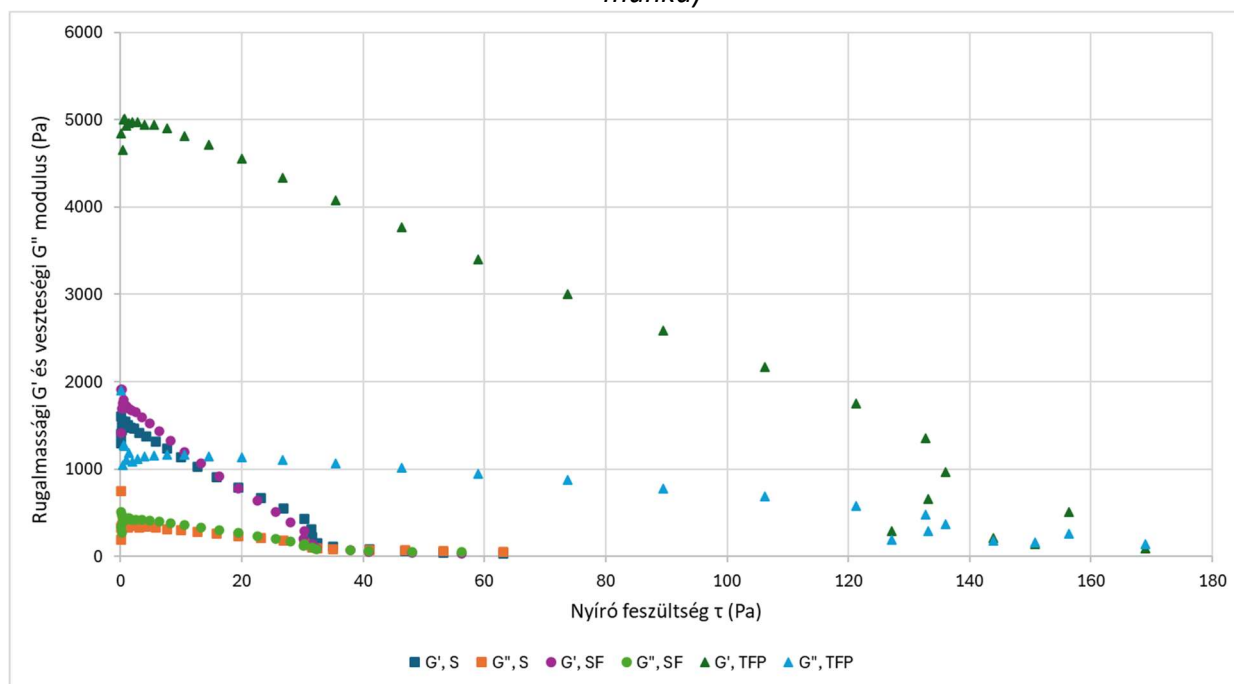
A tejsavó fehérje porral dúsított minta lényegesen kisebb kenési ellenállást mutatott (≈ 5 N), ami arra utal, hogy ennek a mintának a kenhetősége lényegesen jobb volt, mint a tojásfehérjével dúsított változaté. A hiba sáv kisebb, jelezve, hogy a tejsavó fehérjével dúsított minták mérési eredményei stabilabbak.

A sima minta kenhetősége hasonló volt a tejsavó fehérjével dúsított mintához ($\approx 5-6$ N), ami arra utal, hogy a tejsavó fehérjével történő dúsítás nem befolyásolta jelentősen a vizsgált paramétert a nem dúsított mintához képest.

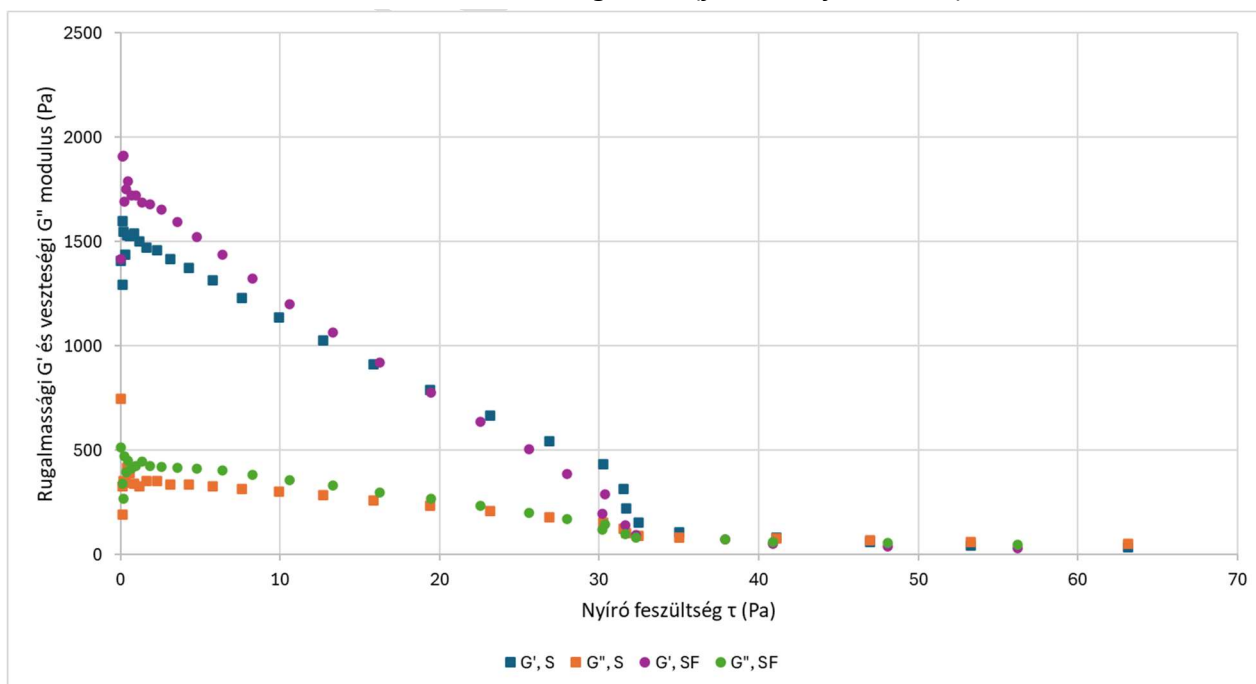
4.3.5 Amplitúdó söprés módszer, Lap-lap mérőrendszerrel

A lap-lap mérőrendszerrel végzett amplitúdó söprés vizsgálat során a diagramról, a következő adatok olvashatóak le: rugalmassági (G') és a veszteségi modulus (G'') értékek az Y tengelyen és a nyírófeszültség (τ) az X tengelyen.

22. ábra: A különböző összetételű termékek G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében (saját munka)



21. ábra: A kontroll és a savófehérjés minta G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében, kiemelve az átláthatóság miatt (forrás: saját munka)



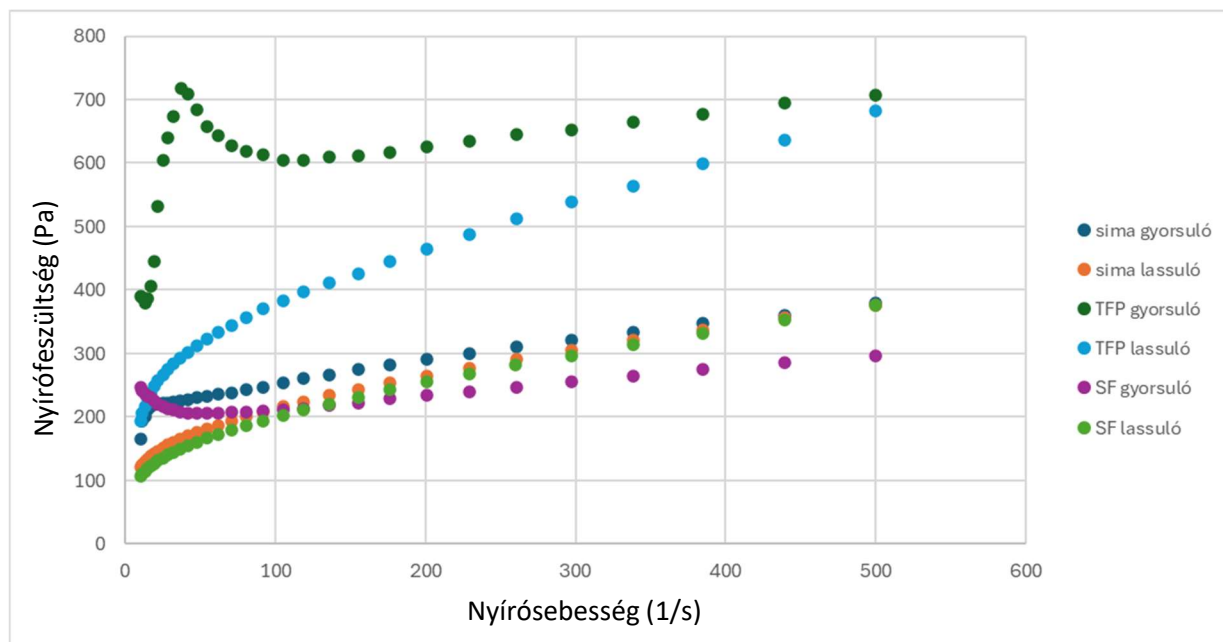
A diagramon látható G' és G'' görbék metszéspontjai különösen fontosak, mivel ezek egymáshoz viszonyított helyzete adhat támpontot a minták szerkezeti sajátosságairól. A metszéspontok alapján következtethetünk a minták viszkozitásának és rugalmasságának arányára különböző nyírófeszültség értékeknél. A metszéspontok elhelyezkedése segíthet megérteni, hogyan változik a minta szerkezete a nyírófeszültség hatására. A G' és G'' görbék magassága szintén fontos információt nyújt. Azok a minták, amelyeknél a G' görbe magasabb értékeket ér el, nagyobb rugalmasságra utalnak, míg a magasabb G'' görbe nagyobb viszkozításra. Ennek alapján a különböző minták szerkezeti stabilitása és ellenállása is összehasonlítható.

A görbék nem teljesen egyenesek, ami eltér a tankönyvi példáktól; apró kilengések, remegések figyelhetők meg mind a G' , mind a G'' görbéken. Ennek oka valószínűleg a minták nem teljesen homogén szerkezete. A ToTu minták rögzös, apróra vágott részecskéi nem oldódnak fel teljesen az összedolgozás során, ami a termék egyenetlenségét eredményezi. Ez a nem teljesen homogén állapot okozhatja a G' és G'' értékekben megfigyelhető ingadozásokat.

A diagrammról egyértelműen leolvasható, ami a többi mérés eredményeivel is összhangban van, hogy SF és S mintákhoz képest a TFP-nek a G' és G'' görbéi magasabban helyezkednek el, ez arra utal, hogy nagyobb a termék szilárdsága és viszkozitása. Erre utal az is, hogy a modulus görbék metszéspontja a TFP-esetében szintén magasabb nyírófeszültség értékre esik.

4.3.6 Rotációs reológiai vizsgálat, CC27 mérőrendszerrel

23. ábra: A mintáim folyásgörbéi (forrás: saját munka)



Ezen az ábrán termékeim folyásgörbéinek gyorsuló és lassuló szakaszai láthatóak, amik alapján elmondható, hogy mind a három minta alapvetően nyírásra vékonyodó, ami abból látszik, hogy telítési görbére hasonlító ívet mutatnak. Viszont különböző hiszterézis görbék figyelhetők meg a minták között.

A görbék lefutása nem mindenhol volt teljesen egyenletes, kontrollnál teljesen jó semmi kiugrás nem figyelhető meg, ellenben a tejsavónál láthatunk egy nagyobb kezdeti nyírási feszültséget, ami nagyjából 80 1/s sebességnél visszailleszkedik a telítési görbe lefutásába. A TFPnél is látható egy jóval nagyobb mértékű kiugrás, ami teljesen csak 100 1/s – nyírási sebességnél fog visszailleszkedni a görbébe. Ez a tojásfehérjére egy jellemző viselkedés, amely más tudományos kutatásokban is igazoltak. Egy korábbi kutatás célja az EWP (egg white powder – tojásfehérje por) gél szerkezetének és a zselés tulajdonságokkal való kapcsolatának jobb megértése volt különböző előkezelési száraz hőkezelési időtartamok után. Ezt alacsony mezőn végzett nukleáris mágneses rezonancia (NMR), elektronmikroszkópos vizsgálatok, valamint Fourier transzformációs infravörös (FTIR) spektrométer segítségével végezték. A vizsgálatok eredményei összhangban vannak az én méréseim során tapasztaltakkal is. Ezek szerint a hőkezelés során a másodlagos szerkezet jelentős változásokon megy keresztül. A FTIR spektrumok alapján megfigyelhető, hogy a hőkezelt tojásfehérje gélek leolvasható rezgési frekvenciából álló és karbonil (C=O) csoportokat jelző csúcsai szinte változatlanok maradnak, azonban

a hidrogénkötések száma növekszik. Ez a jelenség hozzájárul a vízmegkötő képesség javulásához, és a gél stabilitásának fokozódásához.

Ezek a hidrogénkötések a fehérjékben az aminosavak karbonilcsoportjának oxigénje és egy másik aminosav aminocsoportjának hidrogénje között jönnek létre ezzel másodlagos szerkezetét alkotó α -hélix és β -redőket létrehozva. Így a szerkezeten belül csökken a rendezetlen struktúrák aránya. E változások eredményeként a gél merevsége is fokozódik, mivel a megnövekedett β -lemez tartalom pozitív korrelációt mutat a gél szilárdságával, ami a textúra és a mechanikai tulajdonságok javulásához vezet. (Ma *et al.*, 2021)

Továbbá, a tojásfehérjeporral dúsított mintának a hiszterézis görbéjének elején látható „orr-szarv” más tanszéki mérésekben is fellelhető volt. (Adrienn, 2019)

Az itt kapott eredmény összeköthető egyébként az érzékszervi és az állománymérés eredményeivel is. Ez is bizonyítja, hogy ez a minta valóban nagyobb viszkozitással és kohezitással rendelkezik a többinél.

5. Következtetések és javaslatok

A szakdolgozatom céljaként megpróbáltam olyan magas fehérjetartalmú termékeket fejleszteni, amelyek megfelelnek az aktív életmódot követő fogyasztók igényeinek, mind tápanyagtartalmukban, mind érzékszervi tulajdonságaikban. Különös hangsúlyt fektettem a tojásfehérjepor és a tejsavófehérje különböző hatásainak vizsgálatára, beleértve a termékek textúráját, ízét, valamint eltarthatóságát. A kutatás során reológiai, viszkozitási mérések és érzékszervi vizsgálatok segítségével értékeltem, hogy ezek az összetevők miként befolyásolják a készítmények minőségét és fogyasztói elfogadottságát. Továbbá milyen irányban érdemes folytatni a fejlesztést a piaci igényekhez igazodva, szem előtt tartva a gyártás során fellépő kérdéseket az alapanyag viselkedésével kapcsolatban.

A mérések eredményeképpen egyértelműen kijelenthető, hogy a fehérjetartalom nem növelhető korlátlanul hiszen íz és szín, valamint textúra szempontjából nagyban befolyásolhatja a terméket. Ez különösen a tojásfehérje port tartalmazó termékekre volt igaz. A TFP-s minták esetében a kóstolások alkalmával érezhető volt egy kellemetlen, kesernyés utóíz, amely még az összetétel módosítás ellenére sem szűnt meg teljesen. Az előbb tárgyalt okok miatt esetemben a tejsavó fehérjével dúsított termék örvendett nagyobb kedveltségnek. Ennek figyelembevételével javaslok más fehérjeforrások esetleg ízesítő adalékanyagok bevonását a termékfejlesztésbe, amelyek javíthatják az ízélményt anélkül, hogy a fehérjetartalmat jelentősen csökkenteni kellene.

Erre alkalmasak lehetnek egyéb növényi alapú fehérjepor kivonatok vagy a jövőben valószínűleg teret nyerő rovarfehérjék. Ugyanakkor reprezentatívabb és pontosabb eredmények érdekében javaslok az érzékszervi vizsgálatok kiterjesztését, melynek keretén belül többféle kísérleti termék létrehozására is lehetőség volna. Ezek eltérhetnének akár ízesítésükben, összetételükben vagy akár a struktúrát meghatározó alapanyag kiválasztásában. Ezekkel nagyobb számú résztvevőt lehetne megcélózni, bevonni különböző korosztályokból vagy társadalmi rétegekből, ami például lehetővé tenné, hogy a termék érzékszervi tulajdonságait szélesebb körben vizsgáljuk, és az esetleges korosztályos eltérések is feltárhatók legyenek a preferenciák terén.

Az érzékszervi szempontok egy másik aspektusában is jelentős benyomást keltettek a bírálókban a TFP-s minták. Azok állománya és textúrája érezhetően eltért a másik két termék

a sima (plusz fehérjétől mentes) és a tejsavó fehérjével dúsított termékek ezen tulajdonságaitól. A tojásfehérjeporral való dúsítás egy sokkal stabilabb szerkezetű nagyobb kohezitással rendelkező terméket eredményezett, ez a kóstolások alatt egy lisztes jelleg megjelenésével járt. Később az állomány mérések majd az azt követő reológiai és viszkozitási vizsgálatok is igazolták ezt a jelenséget a TFP-s minták jelentősen nagyobb keménységi és kenhetőségi értékeivel, valamint ugyanezen minta hiszterézis görbéjének kezdeti kiugrásával. A deformációhoz szükséges erő minden esetben jelentősen nagyobbak bizonyult a többinél. Ez a tojásfehérjeporra egyébként egy jellemző tulajdonság, így alkalmazását javaslom olyan termékek esetében, ahol stabilabb szerkezet és nagyobb viszkozitás elérése a cél.

Az eltarthatósági vizsgálatok kedvező eredményeket hoztak, az alapos hőkezelés és gondos hűtve tárolás meghozta az elvárt eredményt. A termékek pH-értéke és színkonzisztenciája hosszú távon is stabilnak bizonyult, ami alapot nyújt a termék piaci bevezetéséhez. A hosszú távú stabilitás fenntartása fontos a fogyasztói bizalom megőrzésében és a márka hírnevének kialakításában. Ugyanakkor javasolt egy átfogó piaci igényfelmérés elvégzése, amely alapos képet adhatna a fogyasztói elvárásokról és preferenciákról. A piaci elemzés segítségével a termékek fejlesztése célzottabban folytatható, és növelhető a termékek versenyképessége.

6. Összefoglalás

Napjainkban egyre több fogyasztónak válik fontossá a megfelelő minőségű és mennyiségű fehérjebevitel biztosítása. A megnövelt fehérjeigény lehet korspecifikus (pl. idősebb korosztály), vagy fizikai állapot specifikus (pl. nehéz fizikai munkát végzők, vagy aktív sportolók).

Így szakdolgozatom célja, tojásfehérje alapú mangós ízesítésű növelt fehérjetartalmú pohárkrémek fejlesztése volt, melyeket az aktív életmódot folytató sportolók/fogyasztók szívesen fogyasztanak érzékszervi tulajdonságaik alapján, miközben kielégítik a tápanyag- és fehérjebevitel szükségletüket.

Ezen termékek alapjául tojásfehérje alapú tejtermékhelyettesítő termékeket (ToTu rögzös és ToTu extrán krémes) választottam, melyek már önmagukban is jó minőségű, nagy mennyiségű és jól felszívódó tojásfehérjéből származó fehérjét tartalmaznak. Ezekből a ToTu rögzös és a ToTu extra krémes tojásfehérje alapú termékek keverékéből, mangópürével és eritrittel készült növelt fehérjetartalmú pohárkrémet fejlesztettem. Ezen felül plusz fehérjeforrásként tojásfehérje port, illetve tejsavófehérje extraktumot is használtam. Ehhez a munkám során felhasználom több korábbi tanulmány és saját kutatásaim eredményeit a termékem minél jobb ízének, kellemesebb fogyaszthatóságának és teljesebb felhasználásának eléréséhez.

A termékfejlesztés első lépése a receptúra kidolgozása volt, amihez több kísérleti mintát is elkészítettem, ezeken érzékszervi vizsgálatot is elvégeztem. Ehhez (1-10 pont közötti) hedonikus skálát alkalmaztam, amelyben a termékek színét, illatát, állományát, gyümölcsös ízt és gyümölcsös illatát, valamint állományát vizsgáltam. Ezt követte maga a minták előállítása az eltarthatósági és fizikai mérésekhez szükséges mennyiségben. Három különböző összetételű terméket készítettem, egy sima kontrollt, valamint tojásfehérjével és tejsavófehérjével dúsított változatokat. A mintákat 65 °C-on, 3 órán át vízfürdőben hőkezelttem, hogy biztosítsam a mikrobiológiai stabilitást anélkül, hogy a fehérjék kicsapódnának. A hőkezelést követően a termékeket 4-6 °C közötti hőmérsékleten hűtőben tároltam, ami hozzájárult a termékek frissességének és hosszabb eltarthatóságának megőrzéséhez.

Az eltarthatósági vizsgálatok szempontjából először egy egyszeri szárazanyag mérést végeztem szárítószekrény segítségével 1 órán keresztül, 80-90°C-on. Ezt követte egy pH-mérés Testo 206-PH2 – folyadék pH mérő berendezéssel és egy CIE L*a*b* színelemzés, ahol Konica

Minolta CR-400 színmérő műszerrel mértem meg a színingertér összetevőit: a világossági értéket (L^*), a zöld színezetet ($-a^*$), és a sárga színezetet ($+b^*$) és a ΔE^* színkülönbség értéket. A színmérés eredményeinek megerősítésére egy egyutas ANOVA statisztikai kimutatást is számoltam a Past program segítségével.

Olyan fizikai tulajdonságok meghatározására, mint a kenhetőség, keménység és adhezivitás/tapadósság, SMS TA.XT állománymérő berendezést használtam és precíz mechanikai méréseket végeztem, amelyek segítségével kvantitatív adatokat nyertem a termék állományáról. Majd MCR92 Anton-Paar reométerrel, lap-lap mérőrendszerrel, valamint C-PTD mérőrendszerrel és CC27 mintatartó hengerekkel, valamint ST-24 mérőfejet alkalmazva megállapítottam a termékek viszkozitási és reológiai tulajdonságait is

Az termékfejlesztési folyamat elején végzett érzékszervi bírálatok eredményeképpen, arra a következtetésre jutottam, hogy mindkét extra fehérjeforrás esetében legfeljebb 5 tömegszázalék hozzáadott fehérjetartalom az a legmagasabb szint, amely mellett még megőrizhető a termék krémes állaga és megfelelnek a szubjektív érzékszervi igények is. Ez azt jelenti, hogy a termék íze nem szenved negatív változást, például nem jelenik meg kellemetlen vagy erőteljes kesernyés mellékíz. Egy másik észrevétel alapján változtatni kellett a termék alapjául szolgáló rögzös és extra krémes állományú tojásfehérje forrás megfelelő keverési arányán is, ugyanis magasabb rögzös krém tartalom esetén az állománya kissé lisztessé tapadóssá vált az érzékszervi bírálók nagy része szerint. Összességében a termékek a mérési hetek alatt nem változtak jelentősen és a kontroll minta (S) általánosságban kedvezőbb értékelést kapott, mint a fehérjével dúsított változatok, ami megerősíti, hogy a dúsítás mérsékelt hatást gyakorolhat a termék élvezeti értékére.

Az eltarthatósági vizsgálatok kedvező eredményei igazolták, az alapos hőkezelés és gondos hűtve tárolás sikeres kivitelezését. Ezek a vizsgálatok beleértve a pH, szín, valamint szárazanyag méréseket, megerősítették, hogy a termékek ez alatt a 3-4 hét alatt a vizsgált paraméterekben nem változtak jelentősen. A termékek elfogyasztását viszont a megvételtől számított 1-1,5 héten belülre becsülöm. A minták szárazanyagának átlag értéke 29% ami eltarthatóság szempontjából abszolút kedvező. A 4 hetes a pH mérés ideje alatt nem volt tapasztalható jelentős változás, ez íz vonatkozásában valószínűleg nem észrevehető a fehérjék maszkírozó hatása miatt. A legnagyobb értékcsökkenés is csupán 0,13 volt, ami a tejsavó fehérjével dúsított mintánál. A Színmérés eredményeképpen megállapítottam, hogy a dúsított

termékek színe eltért a kontrolltól, valamint a 4 hét alatt a termékek színe szintén nem változott jelentősen. A színinger összetevőket vizsgálva kiderült, hogy a kontroll minta (S) a legélénkebb és legvilágosabb, a tojásfehérje porral dúsított (TFP) változat stabil, tompább színeket mutat, míg a tejsavó fehérjeporral dúsított (SF) minta sötétebb és intenzívebben sárga. Ezeket az ANOVA – elemzés is igazolta.

A fizikai és viszkozitási mérések eredményei összhangban vannak egymással. Az állománymérési eredmények szerint a tojásfehérjeporral dúsított minta volt a legkeményebb és legtapadósabb, amit a tojásfehérjepor állománykialakító hatása magyaráz. A tejsavópornál a keményítő hatás esetében nem érvényesült. A kenhetőségi vizsgálat inkább érzékszervi jellegű, de a legnagyobb erő a tojásfehérjeporos minta deformációjához kellett. Az amplitúdó söprés módszerével kapott diagramról megállapítható, hogy itt is a TFP minta esetében a rugalmassági és veszteségim modulus görbék magasabban helyezkednek el, ami nagyobb szilárdságra és viszkozításra utal, mint az SF és S minták esetében. A magasabb nyírófeszültségnél bekövetkező metszéspontok megerősítik, hogy a TFP minta szerkezeti stabilitása kiemelkedő. A rotációs reológiai vizsgálatok folyásgörbéi elemzése alapján mindhárom minta nyírásra vékonyodó tulajdonságot mutat, ezenfelül a tojásfehérjeporral dúsított minta (TFP) hiszterézis görbéje jellegzetes kiugrást mutat, amely csak magasabb nyírási sebességnél tér vissza az egyensúlyi állapotba.

Összességében a szakdolgozat kutatásom során olyan termékeket sikerült fejlesztenem, melyek nemcsak kiváló tápanyagtartalommal rendelkeznek, hanem ízletesek és könnyen fogyaszthatók is. Ezek a termékek ideális választást jelentenek az aktív életmódot folytató fogyasztók számára, akik fontosnak tartják az egészséges táplálkozást és a minőségi tápanyagbevitelt.

7. Irodalomjegyzék

Adrienn T. (2019) 'DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI'.

Bancroft, W.D. and Rutzler, J.E. (1931) 'The Denaturation of Albumin', *The Journal of Physical Chemistry*, 35(1), pp. 144–161. Available at: <https://doi.org/10.1021/j150319a013>.

Clemente, A. (2000) 'Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition', *Trends in Food Science & Technology*, 11(7), pp. 254–262. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00007-3).

De Andrade, I.T. *et al.* (2020) 'Leucine Supplementation Has No Further Effect on Training-induced Muscle Adaptations', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(8), pp. 1809–1814. Available at: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002307>.

Divine, R.L. and Lepisto, L. (2005) 'Analysis of the healthy lifestyle consumer', *Journal of Consumer Marketing*, 22(5), pp. 275–283. Available at: <https://doi.org/10.1108/07363760510611707>.

'Elettan10_izommukodes_2017.pdf' (no date). Available at: http://physiology.elte.hu/eloadas/bev_biol_3/Elettan10_izommukodes_2017.pdf (Accessed: 28 October 2024).

Erbersdobler, H.F., Barth, C.A. and Jahreis, G. (2017) 'Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses.', *Ernahrungs Umschau*, (64(9)), pp. 134–139. Available at: <https://doi.org/10.4455/eu.2017.034>.

Evans, W.J. (2004) 'Protein Nutrition, Exercise and Aging', *Journal of the American College of Nutrition*, 23(sup6), pp. 601S-609S. Available at: <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719430>.

'Fatty Acid Composition and Egg Components of Specialty Eggs' (2002) *Poultry Science*, 81(1), pp. 30–33. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/81.1.30>.

González-Badillo, J.J., Izquierdo, M. and Gorostiaga, E.M. (2006) 'MODERATE VOLUME OF HIGH RELATIVE TRAINING INTENSITY PRODUCES GREATER STRENGTH GAINS COMPARED WITH LOW AND HIGH VOLUMES IN COMPETITIVE WEIGHTLIFTERS', *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), p. 73.

Hoffman, J.R. and Falvo, M.J. (2004) 'Protein – Which is Best?', *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), p. 118.

Inzulin (2013) *SlideShare*. Available at: <https://www.slideshare.net/slideshow/inzulin/28740321> (Accessed: 28 October 2024).

Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation (2007) 'Protein and amino acid requirements in human nutrition', *World Health Organization Technical Report Series*, (935), pp. 1–265, back cover.

Kinsella, J.E. and Melachouris, N. (1976) 'Functional properties of proteins in foods: A survey', *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408397609527208>.

Ma, Y. *et al.* (2021) 'Characterization of egg white powder gel structure and its relationship with gel properties influenced by pretreatment with dry heat', *Food Hydrocolloids*, 110, p. 106149. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106149>.

Miglietta, P.P. *et al.* (2015) 'Mealworms for food: A water footprint perspective', *Water (Switzerland)*, 7(11), pp. 6190–6203. Available at: <https://doi.org/10.3390/w7116190>.

Moon, J. and Koh, G. (2020) 'Clinical Evidence and Mechanisms of High-Protein Diet-Induced Weight Loss', *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 29(3), p. 166. Available at: <https://doi.org/10.7570/jomes20028>.

Murphy, M.M. *et al.* (2021) 'Adequacy and Sources of Protein Intake among Pregnant Women in the United States, NHANES 2003–2012', *Nutrients*, 13(3), p. 795. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu13030795>.

'Nutritional quality of important food legumes' (2006) *Food Chemistry*, 97(2), pp. 331–335. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.011>.

Pasiakos, S.M. *et al.* (2013) 'Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: A randomized controlled trial', *FASEB Journal*, 27(9), pp. 3837–3847. Available at: <https://doi.org/10.1096/fj.13-230227>.

Réhault-Godbert, S., Guyot, N. and Nys, Y. (2019) 'The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health', *Nutrients*, 11(3), p. 684. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu11030684>.

Saunders, M.J., Kane, M.D. and Kent Todd, M. (2004) 'Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(7), pp. 1233–1238. Available at: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000132377.66177.9F>.

Schoenfeld, B.J. (2010) 'The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training', *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), p. 2857. Available at: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>.

The Rise and Size of the Fitness Industry in Europe (no date). Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-53348-9> (Accessed: 30 October 2024).

'Vitamins in Eggs' (2017) in *Egg Innovations and Strategies for Improvements*. Academic Press, pp. 207–220. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00020-2>.

7.1 Internetes források

1. <https://www.slideshare.net/slideshow/inzulin/28740321>
2. <https://slideplayer.hu/slide/2159864/>
3. http://www.epab.bme.hu/oktatas/Jegyzetek/visualization/13_Cie.pdf
4. https://mogi.bme.hu/TAMOP/3d_megjelenitesi_technikak/ch02.html#ch-II.4

Tölgyesi Ödön szakdolgozat

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

8.1 Ábrajegyzék

1. ábra: A vázizom szerkezete('Elettan10_izommukodes_2017.pdf', no date)	5
2. ábra: Az inzulin szerkezete (Inzulin, 2013)	6
3. ábra: kolin - acetilkolin átalakulás (Forrás: internet)	11
4. ábra: A pH mérés folyamata (forrás: saját készítésű fotó).....	15
5. ábra: CIELAB színingertér (forrás: internet)	16
6. ábra: Konica Minolta CR 400-as kézi színmérő berendezés (forrás: saját készítésű kép).....	17
7. ábra: Az SMS TA.XT állománymérő gép két mérés között a használt mérőfejjel és a mérő cellával, benne a mintával (forrás: saját készítésű kép).....	18
8. ábra: CC27-es mintatartó henger a mintával és az ST-24-es mérőfejjel (forrás: saját készítésű kép)	20
9. ábra: MCR92 Anton-Paar reométer (forrás: saját készítésű kép)	21
10. ábra: Az érzékszervi bírálatok eredménye az 1. héten (forrás: saját munka).....	23
11. ábra: Az érzékszervi bírálatok eredménye a 3. héten (forrás: saját munka).....	23
12. ábra: A minták pH értékének változása az idő elteltével (forrás: saját munka).....	26
13. ábra: A két fehérjével dúsított minta színíngert különbsége a kontrollhoz képest az 1. héten (forrás: saját munka)	27
14. ábra: A minták színíngert különbsége az idő elmultával (forrás: saját munka).....	28
15. ábra: Az egyes minták L* értékei az 1. illetve a 4. héten	28
16. ábra: Az egyes minták a* értékei az 1. illetve a 4. héten	29
17. ábra: Az egyes minták b* értékei az 1. illetve a 4. héten	29
18. ábra: A minták vizsgált keménysége (forrás: saját munka).....	32
19. ábra: A minták vizsgált adhezivitása/tapadósága (forrás: saját munka)	32
20. ábra: A minták vizsgált kenhetősége (forrás: saját munka)	33
21. ábra: A kontroll és a savófehérjés minta G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében, kiemelve az átláthatóság miatt (forrás: saját munka).....	34
22. ábra: A különböző összetételű termékek G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében (saját: munka).....	34
23. ábra: A mintáim folyásgörbéi (forrás: saját munka).....	36

8.2 Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az egyes összetevők 100g termékben (forrás: saját munka)	13
2. táblázat: A színíngert különbség érték kiértékelő táblája (forrás: internet)	17
3. táblázat: szárazanyag mérések eredményei (forrás: saját munka).....	25

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: TÖLGYESI ÖDÖN BÁLINT
A Hallgató Neptun kódja: ZSYMTH
A dolgozat címe: NAGY FEHÉRJÉTARTALMÚ, TOJÁS FEHÉRJE ALAPÚ TERMÉK
A megjelenés éve: 2024 FEJLESZTÉSE SPORTOLÓK SZÁMÁRA
A konzulens intézetének neve: ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: ÁLLATITERMÉK ÉS ÉLELMISZERTARTÓSÍTÁSI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan 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 repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

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

Kelt: 2024 év 10 hó 30 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

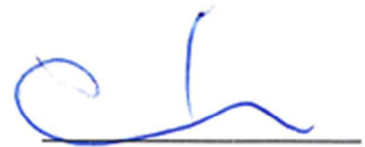
NYILATKOZAT

Tölgyesi Ödön Bálint (név) (hallgató Neptun azonosítója: ZSYMTH) 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**

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2024 év 10 hó 30 nap



belső konzulens