

SZAKDOLGOZAT

Darkó Eszter Katalin

2024



Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
élelmiszermérnöki alapképzési szak

TOJÁSFEHÉRJE ALAPÚ TERMÉKEK FEJLESZTÉSE **SPORTOLÓK SZÁMÁRA**

Belső konzulens:	Vargáné dr. Tóth Adrienn
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék
Külső konzulens:	-
Készítette:	Darkó Eszter Katalin

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. A tojás tulajdonságai	5
2.1.1. A tojás részei	5
2.2. A tojás beltartalmi jellemzői.....	6
2.2.1. A tojássárgája	7
2.2.2. A tojásfehérje	7
2.3. Sporttáplálkozás	8
2.3.1. A fehérjebevitel szerepe a sporttáplálkozásban.....	8
2.4. A bogyós gyümölcsök táplálkozási jelentősége	9
2.4.1. A kék áfonya jelentősége	10
2.4.2. A földieper jelentősége	10
2.4.3. A szeder jelentősége	10
2.4.4. A feketeribizli jelentősége.....	10
2.5. Bioaktív vegyületek jelentősége és jótékony tulajdonságaik	10
2.5.1. Flavonoidok.....	11
2.5.2. Antocianinok	11
2.5.3. Polifenolok	11
2.5.4. Antioxidánsok.....	12
3. Anyag és módszer	13
3.1. Felhasznált anyagok	13
3.1.1. A késztermék elkészítéséhez szükséges anyagok.....	13
3.2. A minta elkészítésének a menete	14
3.2. A pH-érték meghatározása	15
3.3. A minták színének a vizsgálata.....	15
3.4. Antocianin-tartalom meghatározása.....	15

3.5. Összpolifenol-tartalom mérése	16
3.6. Antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel	17
3.7. Reológiai tulajdonságok vizsgálata.....	20
3.8. Érzékszervi bírálat.....	20
4. Eredmények és értékelésük	21
4.1 A pH-érték változása.....	21
4.2. A termék színének a változása	21
4.3. Antocianin-tartalom változása	23
4.4. Összes polifenol-tartalom változása.....	24
4.5. Antioxidáns-kapacitás változása	25
4.6. A termék reológiai tulajdonságainak változása	26
4.7. Érzékszervi bírálat eredményei.....	27
5. Következtetések és javaslatok	29
6. Összefoglalás	31
7. Irodalomjegyzék	33
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke	36
9. Köszönetnyilvánítás	37
10. Nyilatkozatok	38

1. Bevezetés és célkitűzések

Napjainkban a tejfehérje allergia és a tejcukor érzékenység már széles számban előforduló betegség. Számukra a legtöbb tejtermék nem fogyasztható, ezáltal rengeteg természetes fehérjeforrásról kell lemondaniuk. Ennek érdekében az ipar, olyan élelmiszereket kezdett el gyártani, amely lehetővé teszi, hogy az érzékeny emberek számára is elérhetőek legyenek ezek a termékek. Manapság már rengeteg laktózmentes termék elérhető a piacon, amelyet a tejcukor érzékenyek is nyugodtan fogyaszthatnak, azonban ez a tejallergiában szenvedők számára nem megoldás, hiszen ezek a termékek tejfehérjét ugyanúgy tartalmaznak. Számukra a tej, illetve tejtermékek semmilyen formában nem fogyaszthatók, ezért más alternatívához kell fordulniuk.

A megfelelő fehérjebevitel minden ember számára létfontosságú, hogy izmaink megfelelően tudjanak fejlődni és funkcionálni, viszont a sportolók számára még fontosabb az elegendő fehérjebevitel, hiszen a fehérjék kulcsszerepet játszanak az izomtömeg fenntartásában és regenerálásában, ezért ha valaki laktózingtoleranciában vagy tejfehérje allergiában szenved, rengeteg fehérjeforrást nem fogyaszthat. Azonban a tojás, főként a tojásfehérje megfelelő alternatívaként szolgálhat ezeknek a betegeknek, hiszen nagyon magas a fehérjetartalma, és nem tartalmaz tejcukrot és tejfehérjét sem. Ezen kívül a tojás könnyen emészthető, magas biológiai értékkel rendelkezik, így tehát a szervezet könnyen felhasználja, illetve olcsón előállítható.

Szakdolgozati munkám során **célul tűztem ki** egy olyan termék előállítását, amely megfelelően szolgál az érzékenyek számára, illetve azok számára, akik sportolóként odafigyelnek a magas fehérje bevitelre. Célom volt, hogy az elkészült joghurthelyettesítő termék lehetővé tegye a betegek, illetve a sportolók számára, hogy jó minőségű fehérjével próbálják a napi fehérje mennyiséget fedezni. Munkám során ToTu krémet használtam a termék alapjául, melynek az alapja tojásfehérje, ezáltal magas fehérjetartalommal rendelkezik. Célom volt egy olyan termék fejlesztése, amellyel nem csak a szükséges fehérjebevitelt fedezi a fogyasztó, hanem emellett természetes antioxidáns forrást is tartalmaz a termék, amely segíthet a sportteljesítmény javulásában. Ennek érdekében bogyós gyümölccsel ízesítettem a terméket, amely nem csak egészségügyi előnyöket szolgál, hanem kellemes ízvilágot is biztosít a fogyasztó számára, ezáltal növeli a termék élvezeti értékét. Emellett, cukor helyett édesítőszerrel használtam, hogy a termék kalóriatartalmát ne növeljem, hiszen a sportolók gyakran választanak hozzáadott cukortól mentes terméket.

A munkám során elkészített joghurthelyettesítő terméket egy 6 hetes tárolási kísérlet során vizsgáltam, és méréseimmel az volt a célom, hogy megállapítsam, mennyire változnak a termék fizikai és kémiai tulajdonságai, azaz a termék színe, pH-értéke, antioxidáns-kapacitása, összes polifenol-tartalma és antocianin-tartalma. Ezzel célom volt megállapítani, hogy kiderüljön, milyen további egészségügyi előnyöket nyújthatnak a sportolók számára ezek a bioaktív vegyületek. Ezen felül érzékszervi vizsgálatot is végeztem, hogy rálátást kapjak, hogy az emberek hogyan vélekednek az elkészült termékről.

2. Szakirodalmi áttekintés

A tojás emberi tápláléknak minősül az ősidők óta. A természet egyik szinte tökéletes fehérjetápláléka, és más kiváló minőségű tápanyagokat is tartalmaz. A tojás könnyen emészthető, és a testszövetek növekedéséhez szükséges tápanyagok jelentős részét biztosíthatja. Sokféleképpen hasznosítják őket mind az élelmiszeriparban, mind a háztartásban. A legfontosabb a tyúktojás, a többi madár tojásai kisebb jelentőségűek (Belitz és mtsai., 2008).

2.1. A tojás tulajdonságai

A tojás belseje egy óriási petesejt, míg maga a teljes tojás nem más, mint fajtájának speciális védőtokba zárt lehetséges utóda, így szerkezete és anyagai ennek a lehetőségnek tökéletes megvalósulását képesek szolgálni. Ebből következően tartalmazza mindazokat az anyagokat, melyek az utód kialakulásához és táplálásához szükségesek és mindazokat a szerkezeteket, melyek védelmet nyújtanak a legkülönbözőbb külső hatások és ártalmak ellen (Légrády, 2001).

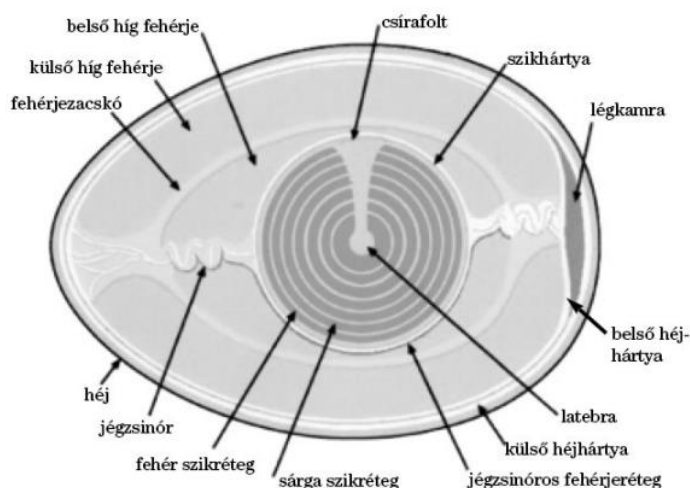
2.1.1. A tojás részei

A *kutikula* a tojás héját kívülről tökéletesen egybefüggő, vízhatlan burokkal bevonó, áttetsző, rendkívül vékony, bőrszerű réteg, mely csak a gázok számára átjárható (1. ábra). Ez az első és legfontosabb védelmi vonal a kívülről veszélyeztető, fertőzést okozni képes mikroorganizmusok ellen, mind a fejlődő fióka megóvása, mind a tojástartalom sterilen tartása szempontjából. A *héj* kemény, kissé rideg, ezért ütésre törik, viszont a boltozathoz hasonló íveltsége miatt nagy nyomásnak is ellenáll, különösen hosszanti tengelye irányában. Szilárdságának mértékét a táplálékból beépülő kalcium mennyisége szabja meg. A héjon belül egy kettős, kifejezetten erős, szívós burok veszi körül a tojás bennékét, ez a *tojáshártya*. A külső masszívan a héjhoz tapad, a belső a fehérjére, a kettő pedig egymáshoz mindaddig, amíg a tojás el nem hagyja a tojó testmelegét. A külvilágba jutáskor a lehűlés hatására a pórusokon át a tompább végen levegő kerül a két hártya közé, és kialakul a *légkamra*. A megtojás pillanatában még nincs légkamra, a tojás tartalma teljesen kitölti a héjat. A lehűlés során a tojás gömbölyűbb végén fokozatosan levegő áramlik a két hártya közé, lencse formájú légbuborékot eredményezve (Légrády, 2001)

A *tojásfehérje* három rétegben veszi körül a sárgáját: a középső sűrűbb, zacskószerűen egybeállva burkolja a tőle középfelé eső részeket, s benne a fehérjemolekulák inkább fonalszerűen rendeződnek, míg a közrefogó két réteg hígabb, nyúlós-ragadós, kevesebb rostanyagot tartalmaz (Légrády, 2001).

A tojássárgáját rugalmas, vékony hártya, a szikhártya fogja körbe, melynek vastagsága 0,05 mm. Ha fölütjük a friss tojást, a sárgáját ez tartja egyben, de a régebbi tojásnál rugalmasságát elveszti, s a sárgája szétfolyik. Általában hat-hat világosabb és sötétebb szikrétegből áll, a legbelső világos réteg a rejtekhely (*latebra*), melytől a csíra foltig fehér szikból álló járat húzódik. A jégzsinórok fehéres színű, spirális, fehérjéből álló fonatok, melyek a tojás hosszanti tengelyében futnak, és feszességük tartja a sárgáját a tojás közepén. A csírafolt lencseformája miatt inkább csírakorong, melynek átmérője 3-4 mm, és közvetlenül a szikhártya alatt helyezkedik el. Lámpázással jól látható a megtermékenyülés: a lapos korong megvastagszik és megnagyobbodik. (Légrédy, 2001).

1. ábra Tojás felépítése
(Forrás: (Légrády, 2001))



A tojáást a lakosság minden rétege fogyaszthatja a csecsemőktől az idősekig. Ezt fontos felismerni, ugyanis egyesek aggódnak a tojásban lévő koleszterin mennyisége miatt. A koleszterin egy szterin amelyet az emberi szervezet termel és amelyre szüksége van (Bradley & King, 2016).

2.2. A tojás beltartalmi jellemzői

A tojás gazdag fehérjeforrás és számos alapvető tápanyag forrása, különösen a D-vitamin, a B12-vitamin, a szelén és a kolin. Az újabb bizonyítékok azt sugallják, hogy a tojásevés a jóllakottsághoz, a testsúlykontrollhoz és az étrend jobb minőségéhez kapcsolódik. Ezen kívül a tojássárgájában található antioxidánsok segíthetnek megelőzni az életkorral összefüggő makuladegenerációt. A másodlagos elemzés azt mutatta, hogy a rendszeres tojásfogyasztók, akik alacsony vörös- és feldolgozott húst fogyasztanak, egészségesebb étrendet folytattak, és

jobb mikrotápanyag-státusszal rendelkeztek, mint azok, akik nem ettek tojást, de magas vörös- és feldolgozott hús bevitellel rendelkeznek. Arra a következtetésre jutottak, hogy a tojásfogyasztás táplálkozási és egészségügyi előnyökkel jár (Ruxton és mtsai., 2010).

A fehérjék elemi építőkövei az aminosavak, s ezek egy részét szervezetünk nem képes előállítani, viszont elengedhetetlenül szükségesek az emberi test számára: ezek az esszenciális aminosavak. A tojásban 18 féle aminosav található, beleértve az összes esszenciális aminosavat, így a tojás tápértéke és élettani jelentősége rendkívül nagy. A tojás a roston kívül szinte minden értékes és fontos tápanyagot tartalmaz. Fehérjéjének biológiai értéke talán az összes élelmiszer-fehérje közül a legnagyobb, ezért aztán a biológiai érték meghatározásánál egy olyan fehérjének tekinthető, mely a többi fehérje értékelésének a viszonyítási alapja. A sárgájában sok a zsír és a vitamin, ezért a fehérje és a sárgája együttesen az ember szükségleteit szinte optimális módon elégíti ki, így módon összetételének változtatása nélkül, megfelelően elkészítve funkcionális élelmiszernek tekinthető (János és mtsai., 2016).

2.2.1. A tojássárgája

A tojássárgája zsír-a-vízben emulzió, különböző méretű részecskék halmaza. A szárazanyag-tartalma kb. 50%, amiből a lipidek 65%-ot, a fehérjék 31%-ot, a szénhidrátok 4%-ot tesznek ki, míg a maradékot a vitaminok és az ásványi anyagok alkotják. Fő komponensei az alacsony sűrűségű lipoprotein, a nagy sűrűségű lipoprotein, a livetinek és a foszvitinek (János és mtsai., 2016). A tojássárgája nagyon magas lipidszintet tartalmaz, amely a teljes tojássárgájának 33%-át teszi ki. Bár a triglicerid a fő lipid, a tojássárgája a foszfolipidek és koleszterin leggazdagabb forrása a természetben (Abeyrathne és mtsai., 2022).

2.2.2. A tojásfehérje

A teljes tojásban kb. 40 féle fehérje található. Közel 7 g-nyi teljes fehérjetartalmának csak alig több mint fele van a fehérjében, 44 % a sárgájában, míg a maradék néhány % a hártyákban és a héjban oszlik meg (Légrády, 2001). A tojásfehérje számos funkcionálisan fontos fehérjét tartalmaz. Az ovalbumin a konalbumin, az ovomukoid, az ovomucin és a lizozim azon fő fehérjék közé tartoznak, amelyek elválasztása esetén nagy potenciállal rendelkeznek az ipari felhasználásra (Abeyrathne és mtsai., 2013). A tojásfehérje a fehérjék 10%-os vizes oldata, mely a fehérjék mellett még 0,03% lipideket és 1% szénhidrátot is tartalmaz. Az albumin fehérjék közül az *ovalbumin* a fő albumin fehérje, mely vizes oldatban mechanikai hatásra viszonylag könnyen denaturálódik. Az albuminfehérjék közül a *konalbumin* gátolja a mikrobanövekedést, az *ovomukoid* pedig gátolja a szarvasmarha eredetű tripszin működését, de a humán eredetű tripszinre nincs hatással. A *lizozim* vagy más néven ovoglobulin G₁ sok állati

szövetben és váladékban is megtalálható, mely a Gram-pozitív baktériumokat sejtfaluk hidrolízisével pusztítja el. Az *ovomucin* fibrilláris szerkezetű, mely növeli az albumin viszkozitását. A sűrű, gélszerű állagú tojásfehérje négyszer nagyobb koncentrációban van jelen, mely a tárolás során egyre hígabbá válik. A flavoprotein erősen kötődik a riboflavinhoz, és elősegíti, hogy a koenzim a vérszérumból a tojásba kerüljön. Az ovoinhibitor proteináz inhibitor, mely ugyanúgy, mint az ovomukoid, gátolja a tripszin és a kimotripszin működését (János és mtsai., 2016).

A tojásfehérjék jól ismertek funkcionális tulajdonságairól, és tömegesen használják őket különféle élelmiszerek textúrájának vagy ízének javítására. Ezen kívül a tojásfehérjék a bioaktív fehérjék és peptidek potenciális forrásai is. A bioaktív tojásfehérjék és peptidek az ismert tápértékükön felül is fejthetnek ki egészségügyi jótékony hatást. Az elmúlt két évtized kutatásai rávilágítottak a tojásfehérjék bizonyos bioaktivitására, és kiterjesztették a tojásnak a funkcionális élelmiszerek vagy tápanyagok kritikus összetevőjeként való felhasználását (Guha és mtsai., 2018).

2.3. Sporttáplálkozás

A rendszeres mozgás javítja testünkben az izom-zsír arányt, karbantartja a szív- és érrendszerünket, fittebbek leszünk hatására. A mozgás és a táplálkozás elengedhetetlen része az egészséges életmódnak. A változatos, kiegyensúlyozott táplálkozás mindenki számára fontos tényező az egészség és fitt életmód megőrzésében, de még inkább igaz ez az aktív sportolókra, akiknek a teljesítményét nagyban befolyásolja, az elfogyasztott táplálék mennyisége, minősége, és összetétele (Figler, 2015). A sport területén a fehérjéről gyakran számolnak be, hogy pozitív hatással vannak az izomfehérje szintézisre, az izomtömegre, az izomerőre, testösszetételre. E célok eléréséhez nem csak megfelelő a szükséges mennyiségű fehérje, hanem a megfelelően jó minőségű fehérje (König és mtsai., 2020).

2.3.1. A fehérjebevitel szerepe a sporttáplálkozásban

Az elmúlt évtizedekben a sporttáplálkozásban a leggyakrabban használt fehérjeforrás a tej, a tojás és a hús volt. Mindegyik jó minőségű fehérjét tartalmazó élelmiszernek számít (López-Martínez és mtsai., 2022).

A fehérjebevitel fontos összetevője a testépítésnek, és táplálékkiegészítőkkel együtt erősen ajánlott a rendszeres erősítő edzésekhez (Hida és mtsai., 2012).

A fehérjék kulcsfontosságú makrotápanyagok a jó táplálkozás és egészségi állapot fenntartásához, és szükségesek a szervezet megfelelő működéséhez (López-Martínez és mtsai., 2022). Szervezetünk fehérjét használ fel enzimek és hormonok képzéséhez, amelyek az anyagcserét szabályozzák, és a folyadékegyensúly fenntartásában is szerepük van. A sportolók többlet fehérjét igényelnek, hogy kompenzálják az edzés következtében megnövekedett fehérjebontást, és hogy biztosítani tudják az edzés követő regenerálódást az izomban. A fehérjebevitel mennyisége a versenysportolóknál 15 - 20 energia százalék szerint alakul. Ez a mennyiség 1 - 2,5 gramm fehérjebevitelt jelent testtömeg kilogrammonként. Az erősportolóknak (súlyemelők, testépítők: 2 - 2,5 g) többlet fehérjeszükségletük van, hogy a bevitt fehérjemennyiséggel megkönnyítsék az izomnövekedést (Figler, 2015).

A nehéz edzéseken részt vevő állóképességi sportolóknak extra fehérjére lehet szükségük, hogy az edzés energiaköltségeik egy részét fedezzék, valamint az edzés utáni helyreállításhoz és regenerálódáshoz (Negro és mtsai., 2013).

1. táblázat Fehérjebeviteli szint a sporttáplálkozásban
(Forrás: (Negro és mtsai., 2013))

Tevékenység	Napi fehérjebevitel
Rekreációs gyakorlat (felnőttek számára)	1,0-1,4 g/ttkg
Erősítő edzés	1,2-1,4 g/ttkg
Erősítő edzés (izomtömeg növelés)	1,4-1,8 g/ttkg
Állóképességi edzés	1,2-1,4 g/ttkg
Magas intenzitású edzés	1,2-1,8 g/ttkg
Súlyzós edzés	1,4-2,0 g/ttkg
Serdülő sportolók	2 g/ttkg

Az egyén energiaszükségletét olyan tényezők befolyásolják, mint a testméret, a testösszetétel mozgási hatékonysága, a célok és az edzés energiaköltsége (Negro és mtsai., 2013).

2.4. A bogyós gyümölcsök táplálkozási jelentősége

A bogyós gyümölcsök jelentik az emberi táplálkozás legszélesebb körben fogyasztott gyümölcsseit (Gopalan és mtsai., 2012). A bogyós gyümölcsök jó forrása a polifenoloknak, különösen az antocianinoknak, a mikrotápanyagoknak és a rostoknak. Epidemiológiai és klinikai vizsgálatok kimutatták, hogy ezen összetevők javították a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát (Basu és mtsai., 2010). A bogyók sok fajtája különösen

magas C-vitamin-szintet tartalmaz, olyannyira, hogy gyakran csak egy maréknyi gyümölcs képes biztosítani az ajánlott napi bevitelt (Beattie és mtsai., 2005).

2.4.1. A kék áfonya jelentősége

A kék áfonya (*Vaccinium myrtillus*) az egyik legrégebbi gyümölcs, és gyógyászati célú. Fenolokban, különösen antocianinokban gazdag. Az áfonya Észak-Amerikában őshonos. A fogyasztók körében népszerűvé váltak, mivel a kutatási eredmények azt mutatják, hogy fogyasztásuk javítja az emberi egészséget (Mani, 2016). A kék áfonya tápláló gyümölcs, mivel magas élelmi rostokban és antioxidánsokban, például C-vitaminban, B-komplexben, E- és A-vitaminban, emellett nagy mennyiségű szelént, cinket, vasat és mangánt is tartalmaz (Miller és mtsai., 2019).

2.4.2. A földieper jelentősége

A földieper (*Fragaria x ananassa*) a Rosaceae család tagja, a világ egyik legfontosabb bogyós gyümölcse. Körülbelül 20 különböző fajtát ismerjük. Az eper a természetes antioxidánsok jó forrása (Mani, 2016). Az eper potenciálisan jó C-vitamin-forrásnak számít, és számos bioaktív vegyületben, például polifenolokban, flavonoidokban, antocianinokban és tanninokban gazdag (Parvez & Wani, 2018). Ezek az eperben található bioaktív vegyületek csökkenthetik a szív- és érrendszeri betegségeket, a neurodegeneratív betegségeket, a rákot (Karki Dholi és mtsai., 2023).

2.4.3. A szeder jelentősége

A szeder (*Rubus fruticosus*) gyümölcse nagy mennyiségben tartalmaz antocianinokat és egyéb fenolos vegyületeket, főleg flavonolokat és ellagitanninokat, amelyek hozzájárulnak magas antioxidáns kapacitásához és egyéb biológiai aktivitásaihoz (Kaume és mtsai., 2012).

2.4.4. A feketeribizli jelentősége

A feketeribizli (*Ribes nigrum*) Észak-Ázsiából, valamint Közép- és Kelet-Európából származik, és Európa legtöbb országában, valamint Új-Zélandon széles körben termesztik. A feketeribizli fontos antocianinforrás, amelynek koncentrációja akár négyszer nagyobb, mint más közönséges gyümölcsökben (Gopalan és mtsai., 2012). Gazdag forrása a fitokemikáliáknak, amelyek erős antioxidánsok, emellett antimikrobiálisak és gyulladásgátló hatásuk van (Cortez & Mejia, 2019).

2.5. Bioaktív vegyületek jelentősége és jótékony tulajdonságai

A bioaktív vegyületek a természetben előforduló biológiailag aktív extra tápanyagok. A különféle növényi, állati és vízi eredetű élelmiszerek és egyéb élelmiszerek kis mennyiségben

tartalmazzák ezeket a vegyületeket. A bioaktív vegyületek jelenléte miatt ezek az élelmiszerek az alapvető tápanyagok szállításán túlmenően jótékony hatásúak is (Bansal és mtsai., 2023).

2.5.1. Flavonoidok

A flavonoidok, a változó fenolos szerkezetű természetes anyagok csoportja gyümölcsökben, zöldségekben, gabonákban, kéregben, gyökerekben, szárban, virágokban, teában és borban található. Az alacsony molekulatömegű fenolos vegyületek osztályába tartoznak, a magasabb rendű növények egyik legjellemzőbb vegyületcsoportját alkotják. Ezek a természetes termékek jól ismertek az egészségre gyakorolt jótékony hatásukról. A flavonoidokat ma már számos táplálkozási, gyógyszerészeti, gyógyászati és kozmetikai alkalmazás nélkülözhetetlen összetevőjének tekintik. Ez antioxidatív, gyulladáscsökkentő, antimutagén és antikarcinogén tulajdonságaiknak tulajdonítható, valamint a kulcsfontosságú sejtenzim-funkciókat moduláló képességüknek (Panche és mtsai., 2016).

2.5.2. Antocianinok

Az antocianinok a természetes vízzoldható pigmentek egy osztálya, amelyek a flavonoidok családjába tartoznak. A természetben nagyon elterjedtek, nemcsak a virágok színes szirmaiban, hanem a gyökerekben, a szárban, a gumókban, a levelekben, a gyümölcsökben és a magvakban is megtalálhatók. A növények életében betöltött fontos szerepük mellett az antocianinokat természetes pigmentként is használják különböző iparágakban, színpalettájuknak köszönhetően a vöröstől a kékig és a liláig is képesek előállítani (Enaru és mtsai., 2021). Az antocianinok padlizsánban, piros gyümölcsökben, cseresznyében, eperben és fekete szőlőben található (BAYIR és mtsai., 2019). Ezenkívül a közelmúltban végzett kutatások beszámoltak arról, hogy az antocianinok fontos antioxidáns, rákellenes, gyulladáscsökkentő és antimikrobiális tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek felhasználhatók különféle betegségek, például cukorbetegség, elhízás és még rák kemoprevenciójában is (Enaru és mtsai., 2021).

2.5.3. Polifenolok

A polifenolok a természetben előforduló szerves vegyületek, amelyek több fenolegységből állnak (Prabhu és mtsai., 2021). A polifenolok a leggyakoribb fitokemikáliák az emberi táplálkozásban, és sokféle vegyületet tartalmaznak, amelyek szerkezete igen változatos, az egyszerű molekuláktól a nagy molekulatömegű polimerekig. Növényi másodlagos metabolitok, amelyek minden növényi szövetben jelen vannak, és elsődleges szerepük a növények rovarok, ultraibolya sugárzás és mikrobiális fertőzések elleni védelme, valamint a beporzók vonzása (Mrduljas és mtsai., 2017). A polifenolok az összes vegetatív szervben, gyümölcsben és

virágban megtalálható komponensek többségét alkotják. Ezenkívül a polifenolok hatással vannak a növények keserű ízének kialakulására (Bayir és mtsai., 2019).

2.5.4. Antioxidánsok

Az antioxidánsok az élelmiszereinkben természetesen előforduló kémiai anyagok egy osztálya, amelyek képesek megelőzni vagy csökkenteni a fiziológiai rendszer oxidatív stresszét. A szervezet folyamatosan szabad gyököket termel az oxigén rendszeres használatának köszönhetően. Ezek a szabad gyökök felelősek a szervezet sejtkárosodásáért, és különféle egészségügyi problémákhoz járulnak hozzá, mint például a szívbetegségek, a cukorbetegség, a makuladegeneráció és a rák. Az antioxidánsok, amelyek fantasztikus szabadgyök-fogók, segítenek megelőzni és helyreállítani az ezen gyökök által okozott sejtkárosodást (Pal és mtsai., 2014). A természetes antioxidánsok forrásai főként növények, azaz ehető zöldségek, gyümölcsök, fűszerek és gyógynövények, amelyek gazdagok vitaminokban, fenolos vegyületekben, karotinoidokban és mikroelemekben. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a természeti erőforrások különböző fajtáinál és morfológiai részeinél eltérő az antioxidáns aktivitás (Flieger és mtsai., 2021). Az antioxidánsokat széles körben használják étrend-kiegészítők összetevőjeként az egészség elősegítésére és az olyan betegségek megelőzésére, mint a rák, a szív- és érrendszeri betegségek (Atta és mtsai., 2017).

3. Anyag és módszer

A dolgozatomhoz szükséges kísérleteket illetve méréseket a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék laboratóriumában végeztem.

3.1. Felhasznált anyagok

3.1.1. A késztermék elkészítéséhez szükséges anyagok

Az elkészített termék alapja a ToTu krém, másnéven tojásfehérje alapú joghurthelyettesítő termék (Capriovus Kft.). Nevét az állagáról kapta, krémes túró állaga van a terméknek, azonban tej helyett ez tojásfehérjéből készül, amelyhez adnak még étkezési sót, ecetet és proteáz enzimet. Mivel a terméket főként sportolók számára fejlesztettem a magas fehérjebevitel miatt, ezért édesítésként eritritet (Bulkshop) alkalmaztam egyszerű cukor helyett, hogy a kalóriatartalmát a terméknek ezzel ne növeljem, illetve ezáltal a termék csak természetes módon előforduló cukrokat tartalmaz. Ízesítésként 100%-os bogyós gyümölcspürét használtam (Les vergers Boiron), amely kék áfonyát, epret, fekete ribizlit és szedret tartalmaz, emellett magas antioxidáns és polifenol-tartalommal rendelkezik.

2. ábra A termék elkészítéséhez felhasznált anyagok
(Forrás: saját fénykép)



3.2. A minta elkészítésének a menete

Első lépésben a hozzávalók megfelelő arányát szerettem volna megállapítani, ezért kezdetben több mintát is készítettem 100 gramm összmenyiségben, különböző mennyiségben alkalmazva az összetevőket.

2. táblázat A termék minták összetétele
(Forrás: saját szerkesztés)

Minták	Gyümölcs püré (g)	Eritrit (g)	ToTu krém (g)
1.minta	20	20	60
2.minta	25	15	60
3.minta	27	13	60

A fenti táblázatból látszik, hogy ToTu krémből mindhárom variációban 60 grammot alkalmaztam, hogy valóban magas fehérjetartalmú legyen a termék. Az első minta esetében az eritrit mennyisége túl soknak bizonyult, hiszen nagyon édes volt, a gyümölcs savassága sem érződött. Ebből kiindulva a második minta esetében kevesebb édesítőt használtam, ekkor a termék már nem volt túl édes, viszont a gyümölcs íze még mindig nem volt domináns. Végül az utolsó esetben, azaz a harmadik mintában már kicsit több gyümölcsöt és kevesebb eritritet alkalmaztam, és ez bizonyult a legjobb arálynak, így ez maradt a recept (2. táblázat, 3. minta).

3. ábra Különböző hőkezeléssel tartósított minták
(Forrás: saját fénykép)



Mivel tárolási kísérletet is végeztem, ezért több mintát is készítettem egyszerre. Mérleg segítségével egy nagy tálba kimértem a hozzávalókat, majd alaposan összekevertem mindaddig, míg az eritrit fel nem oldódott, ezután pedig hőkezeltam a termékeket, és hűtőben tároltam 1-4 °C-on.

Tartósítás szempontjából két módszert is kipróbáltam, vízfürdős hőkezelést, illetve nagy hidrosztatikus nyomású tartósítást is. A vízfürdőben történő hőkezelés során 65 °C uralkodott, és 3 órán át tartott a hőkezelés, míg a hidrosztatikus nyomású hőkezelés 500 MPa alatt 5 percig tartott. A 3. ábrán jól látszik, hogy a legfelső minta volt a hőkezelés nélküli, a középső a vízfürdővel tartósított minta, a legalsó pedig

hidrosztatikus nyomással volt hőkezelve. Azt szerettem volna megállapítani, hogy melyik az a hőkezelés, amely a legkevésbé hat a termék ízére, illetve megjelenésére. Első ránézésre a legelső termék tűnt megfelelőnek, hiszen külsőleg nem történt változás, ugyanúgy megtartotta a színét a termék, míg a középső minta esetében kissé halványodott a szín. Azonban íz tekintetében az alsó termék intenzitása kissé romlott, kevésbé érződött az édeskés, mégis gyümölcsös íz, míg a középső minta ízét nem befolyásolta a hőkezelés. Mivel fő szempontnak a termék ízét tartottam, ezért azt a módszert választottam végül, amelyik ízre a legmegfelelőbb volt, ebből kifolyólag a vízfürdős hőkezelést választottam.

3.2. A pH-érték meghatározása

A pH mérést kézi digitális pH mérő készülékkel végeztem, Testo 206 szűrőelektródás mérőeszközt alkalmaztam. Első lépésben a pH mérőt kalibráltam egy pH 4,0 és pH 7,0-es puffer oldatban. A sikeres kalibráció után a mintába helyeztem az eszközt, start gomb megnyomásával elkezdtem a mérést, pár másodperc múlva pedig leolvastam a kijelzőn megjelent értéket. Minden mérés között desztillált vízzel átmostam az eszközt a pontos eredmény érdekében. Mintavételi naponként 2-2 párhuzamos mérést átlagoltam, majd a kapott értékeket oszlopdiagramban ábrázoltam.

3.3. A minták színének a vizsgálata

A színmérést a Konica Minolta CR 410 típusú digitális színmérő készülékkel végeztem el. Először kalibráltam a készüléket a hozzá tartozó kalibráló lap segítségével. A lap felszínére egy átlátszó fóliát helyeztem, majd a CAL gomb megnyomásával elkezdtem a kalibrálást. A kalibráció elvégzése után elkezdtem mérni a mintáimat, ugyanazt a fóliát helyeztem rájuk és elkezdtem a mérést. A készüléket a két minta felszínének 5 különböző pontján helyeztem el, majd egy gombnyomásra a kijelzőn megjelentek az értékek. Öt értéket kaptam, L^* , a^* , b^* , és ezeket átlagoltam, majd oszlopdiagramban ábrázoltam az eredményeket.

3.4. Antocianin-tartalom meghatározása

Az alábbi vegyszereket alkalmaztam:

-Etanol (96%)

-Sósav oldat (37%)

Első lépésben egy 10 cm³-es mérőlombikba mérleg segítségével bemértem 0,1 grammot a mintából, pipetta segítségével pedig 0,2 cm³ etanolt, végül 0,2 cm³ sósavat. Ezután az

etanollal jelre töltöttem a lombikot, majd jól összeráztam és fél órára sötét helyen állni hagytam. A vak minta ebben az esetben etanol volt.

Miután letelt a fél óra, az oldatból és a vak mintából is küvettába pipettáztam, majd spektrofotométeren vizsgáltam az oldat abszorbanciáját 530 nanométeren, majd a következő képlettel számoltam az antocianin-tartalmat:

$$C = 15 \times A_{\max} \times H$$

ahol,

C: a minta antocianin-tartalma [mg/l]

$A_{\max}$: a leolvasott abszorbancia érték [nm]

H: hígítás

Három párhuzamos mérést végeztem, majd a kapott eredményeket oszlopdiagramban ábrázoltam.

3.5. Összpolifenol-tartalom mérése

A méréshez használt vegyszerek:

-Folin reagens

- Folin
- desztillált víz

-Galluszsav (szilárd)

-Nátrium-karbonát oldat (20%)

- szilárd Na_2CO_3
- desztillált víz

A polifenol-tartalom méréséhez előzőleg egy 20%-os nátrium-karbonát oldatot kell elkészíteni. Ehhez 200 g szilárd nátrium-karbonát mérleg segítségével bemértem egy 1000 ml-es mérőlombikba, majd desztillált vízzel jelre töltöttem és jól elkevertem, hogy feloldódjon a nátrium-karbonát. Ezután egy 50 cm³-es mérőlombikba mértem mérőhenger segítségével 25 ml desztillált vizet, pipetta segítségével 2,5 cm³ folin reagenst, és mérleg segítségével 0,5 grammot a mintából. Ezeket jól összeráztam a lombikban, majd 2 perc után pipetta segítségével hozzáadtam 7,5 cm³ 20%-os nátrium-karbonát oldatot, majd desztillált vízzel jelre töltöttem a lombikot és újból jól összeráztam, majd 2 órán át állni hagytam. Ezzel párhuzamosan egy vak mintát is készítettem, amely minta helyett desztillált vizet tartalmazott. A 2 óra letelte küvettába

pipettáztam az elkészült oldatból, és spektrofotométer segítségével, 765 nanométerem 3 párhuzamos méréssel megmértem az abszorbanciáját.

Ahhoz, hogy a termék polifenol-tartalmát meg tudjam határozni, egy kalibrációs görbét is el kell készíteni, mivel ezzel tudom összekapcsolni a mért abszorbancia értékeket a polifenol koncentrációval. Ehhez egy galluszsav törzsoldatot készítettem, 100 mg galluszsavat bemértem egy 100 ml-es mérőlombikba, és desztillált vízzel jelre töltöttem, majd egy hígítási sort készítettem. Egy-egy 10 ml-es mérőlombikba sorra pipettáztam a törzsoldatból, 7 mérési pontra illesztettem a kalibrációs görbét, majd a görbe egyenletének a segítségével számoltam a polifenol-tartalmat a következőképpen:

A kalibrációs görbe egyenlete:

$$y = 0,9113x - 0,0094$$

$$C_{\text{mért oldat}} = \frac{A-b}{a}$$

ahol,

$C_{\text{mért oldat}}$: a mért oldat koncentrációja [mg/l]

A: a 765 nanométeren mért abszorbancia értéke [nm]

a, b: a kalibrációs görbe paraméterei

A mintaoldat koncentrációját a megfelelő hígítással számoltam:

$$C_{\text{minta}} = C_{\text{mért oldat}} \times H$$

ahol,

C_{minta} : a mintaoldat koncentrációja [mg/l]

H: hígítás

3.6. Antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel

Antioxidáns tartalom meghatározásához Benzie és Strain (1996) FRAP módszerét alkalmaztam.

A méréshez szükséges vegyszerek:

-Acetát-puffer

- Nátrium-acetát
- ecetsav

-Vas-III-klorid

- FeCl_3
- desztillált víz

-Triazin oldat

- TPTZ
- Sósav
- desztillált víz

Első lépésben a mintát kell előkészíteni. A mintát egy 2 ml-es Eppendorf csőben 10000 rpm fordulatszámon 20 percig centrifugálni hagytam, majd a felülúszót használtam mintaoldatként. Amíg a minta a centrifugálóban volt, addig három különböző oldatot készítettem el.

Először egy 10 cm³-es mérőlombikba bemértem mérleg segítségével 54 mg vas (III)-kloridot, majd hozzáadtam 10 ml desztillált vizet, és jól összekevertem. Egy másik, 10 cm³-es mérőlombikba mérleg segítségével bemértem 31,23 mg triazint, majd hozzáadtam 10 ml desztillált vizet és jól elkevertem. Ezután elszívó fülke alatt pipetta segítségével hozzáadtam 33,6 µl sósavat. Az utolsó oldat egy acetát-puffer volt. Egy főzőpohárba 1,55 g Na-acetátot tettem, majd felöntöttem 500 ml desztillált vízzel. Végül addig adagoltam hozzá az ecetsavat, amíg el nem értem a 3,6-os pH-értéket. Az adagolás közben így folyamatosan mértem pH mérővel az oldat pH-ját.

Az oldatok elkészítése után a FRAP reagenst állítottam össze. Egy 50 cm³-es mérőlombikot bevontam alufóliával, hogy a reagens sötétben legyen. Pipetta segítségével bemértem 25 ml-t az acetát pufferből, 2,5 ml-t a triazin oldatból és 2,5 ml-t a vas-klorid oldatból, így elkészült a reagens.

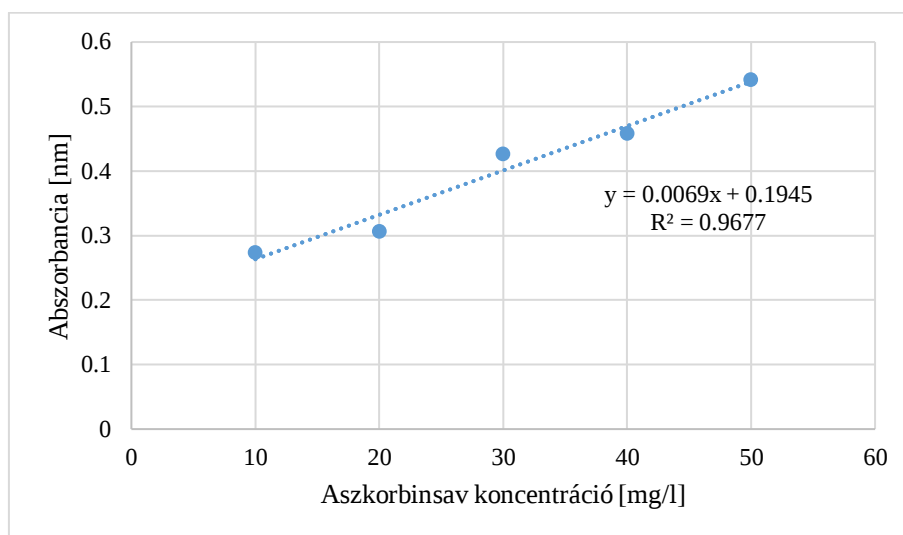
Ahhoz, hogy az eredményeket ki tudjam értékelni, egy kalibrációs görbét is fel kell venni. Ehhez készíteni kellett egy aszkorbinsav oldatot. Mérleg segítségével kimértem 17,613 mg aszkorbinsavat, majd ehhez hozzáadtam 10 ml desztillált vizet és jól elkevertem. Ebből készítettem egy hígítást, amihez 100 µl-t használtam az aszkorbinsav oldatból és 900 µl desztillált vizet, majd ezután egy mintasort kellett összeállítani. Az öt különböző minta öt különböző mennyiségben tartalmazott aszkorbinsav oldatot. A mintasort a következő táblázat szemlélteti.

3. táblázat A kalibrációhoz alkalmazott oldatok összetétele
(Forrás: saját szerkesztés)

1.	1500 µl reagens	10 µl aszkorbinsav oldat	40 µl desztillált víz
2.	1500 µl reagens	20 µl aszkorbinsav oldat	30 µl desztillált víz
3.	1500 µl reagens	30 µl aszkorbinsav oldat	20 µl desztillált víz
4.	1500 µl reagens	40 µl aszkorbinsav oldat	10 µl desztillált víz
5.	1500 µl reagens	50 µl aszkorbinsav oldat	0 µl desztillált víz

Pipetta segítségével 5 különböző küvettába pipettáztam az oldatokat a fent leírtak alapján és 593 nanométeren megmértem az abszorbanciáját, így megkaptam a kalibrációs egyenest, amelyet a 4. ábra szemléltet.

4. ábra A FRAP méréshez használt kalibrációs egyenes
(Forrás: saját szerkesztés)



A mintámmal is hasonlóképpen tettem, 1500 µl reagenst, 30 µl a mintám felülúszójából és 20 µl desztillált vizet pipettáztam egy küvettába, majd ennek is megmértem az abszorbanciáját 593 nanométeren, 3 párhuzamos mérést alkalmaztam, majd ezt átlagoltam, majd a kalibrációs görbe egyenletének a segítségével számoltam antioxidáns tartalmat a következőképpen:

$$x = y/0,0069 - 0,1945$$

ahol,

x: a keresett koncentráció [mg/l]

y: a mért abszorbancia érték [nm]

3.7. Reológiai tulajdonságok vizsgálata

Méréseimben Anton Paar típusú viszkozimétereket alkalmaztam. A műszereket a RheoCompass TM v. 1.23 program vezéri. Első lépésben ellenőriztem, hogy a kalibráció megfelelő-e. A mintából megfelelő mennyiséget helyeztem a viszkoziméter mérőedényébe, és beállítottam a hőmérsékletet 15 °C-ra. Ezután a mérési program segítségével beállítottam a nyírósebesség-tartományt, majd elindítottam a mérést. A mért adatokat az Anton Paar szoftvere rögzíti és feldolgozza.

3.8. Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi bírálatot kéthetente végeztem el laikus személyekkel, különböző korcsoportokban, sportolók, illetve nem sportolók is értékelték a terméket. A bírálat során értékelték a termék színét, illatát, ízét és állagát, illetve az összbenyomást is pontozták 1-10-ig terjedő skálán (4.táblázat). A bírálaton összesen 20 személy vett részt.

4. táblázat Az érzékszervi vizsgálat bírálati lapja
(Forrás: saját szerkesztés)

Megjelenés (általánosságban)	Szín	Illat	Íz	Állomány (kanalazáskor)	Állomány (szájban)	Összbenyomás

A kapott eredményeket átlagoltam, és pókháló diagramban ábrázoltam.

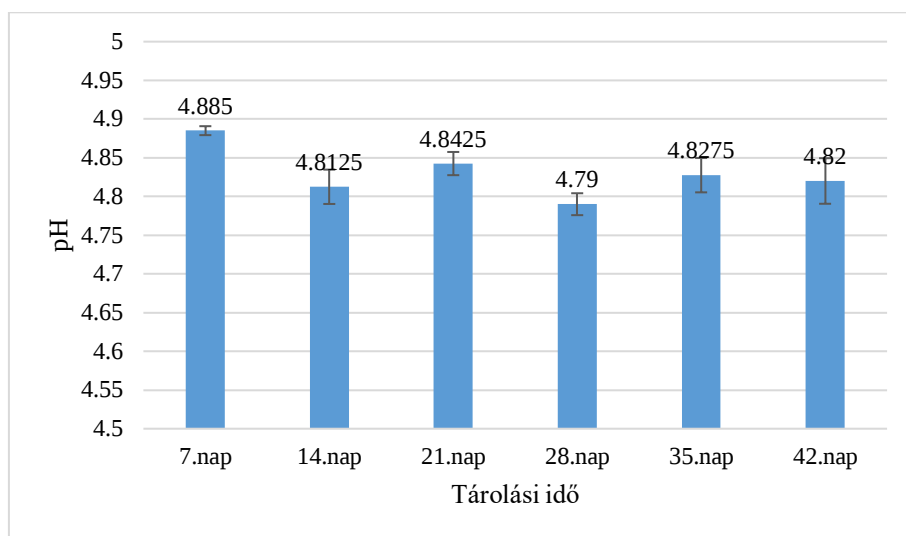
4. Eredmények és értékelésük

Ebben a fejezetben az előzőleg ismertetett mérések eredményeit fogom bemutatni.

4.1 A pH-érték változása

A 6 héten át tartó tárolás során a termék pH-értékét minden héten megmértem, 2-2 párhuzamos mérést alkalmaztam, majd ezeket átlagoltam, az eredményeket pedig oszlopdiagramban ábrázoltam, amelyet az 5. ábrán mutatok be.

5. ábra A termék pH-értékének változása
(Forrás: saját szerkesztés)

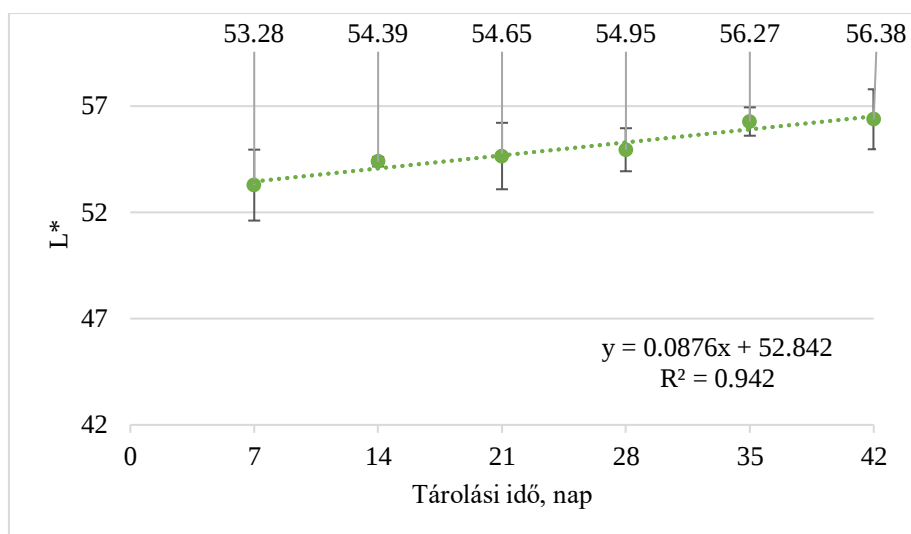


Az elkészült termék pH-értéke 4,8 körüli érték lett, ez magyarázható azzal, hogy a bogyós gyümölcsök savas kémhatásúak, amelyek kiegyensúlyozzák a tojásfehérje lúgosabb kémhatását, a végtermék pH-értéke így enyhén savas lett. Az is észrevehető, hogy a tárolás során szinte semmit nem változott a pH-nak az értéke, ez azt jelenti, hogy a termék megfelelően volt hőkezelve, csomagolva, illetve tárolva, nem szaporodtak el a romlást okozó mikroorganizmusok a termékben, nem alakult ki biológiai romlás.

4.2. A termék színének a változása

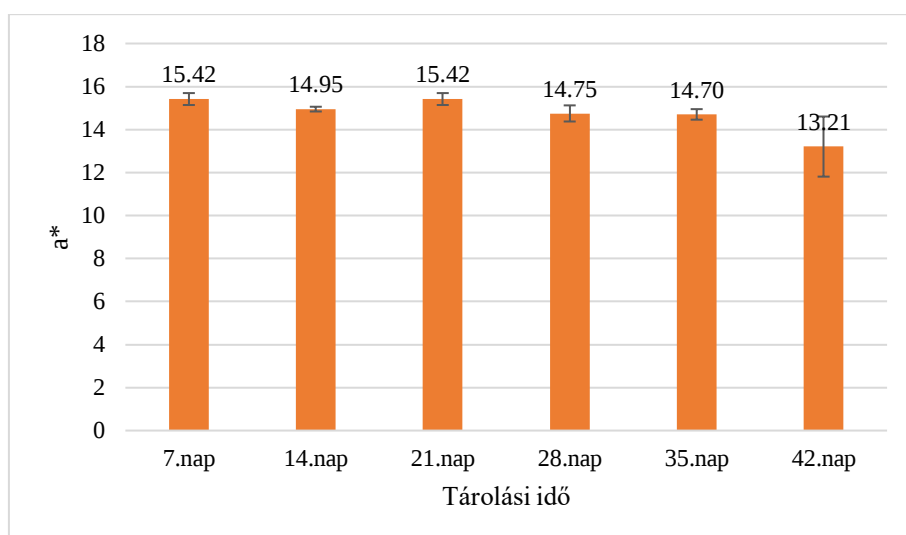
Az élelmiszerek színe az egyik legfontosabb érzékszervi jellemző, ugyanis ez az első tulajdonság, amivel találkozunk egy termék megvásárlása során. Az elkészült termék színének változását minden héten vizsgáltam 5-5 párhuzamos méréssel, majd ezeket átlagolva oszlopdiagramban ábrázoltam az eredményeket.

6. ábra A termék L* világossági tényező értékének alakulása
(Forrás: saját szerkesztés)



A világossági tényező alapján (6. ábra) megállapítható, hogy a termék se nem világos, se nem sötét, hanem egy közepes világossági szintet mutat. A 6 hét alatt szinte alig változott ez az érték, kissé világosodott a termék színe, ebből arra következtetnek, hogy a termék szerkezete stabil, ezen kívül a termék megfelelő körülmények között volt tárolva, állandó hőmérséklet és fényviszonyok között, így a külső környezeti hatások is minimálisak voltak ahhoz, hogy a termék minősége romoljon.

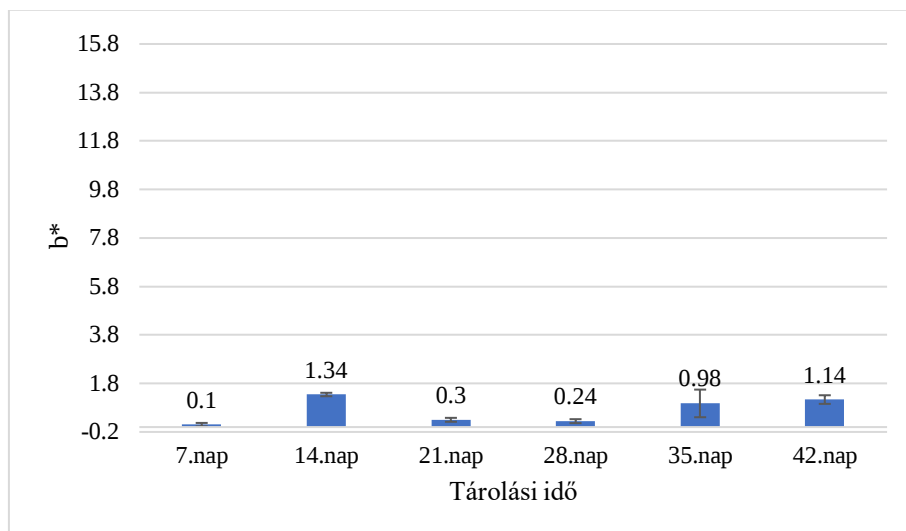
7. ábra A termék a* vörös-zöld színezetének változása
(Forrás: saját szerkesztés)



A termék vörös-zöld színezetét vizsgálva (7. ábra) pozitív értéket kaptam, amely vörös színre utal. Mivel a terméket bogyós gyümölcsökkel ízesítettem, ezért a gyümölcsökben lévő antocianinok erősen vörösés árnyalatra színezték. Az idő múlásával ez az érték egyre inkább csökkent, ez magyarázható a természetes pigmentek kismértékű bomlásával, hiszen ezek

érzékenyek lehetnek az oxidációra, azonban a csökkenés nem volt drasztikus, jó a termék színminősége.

8. ábra A termék b* kék-sárga színezetének változása
(Forrás: saját szerkesztés)

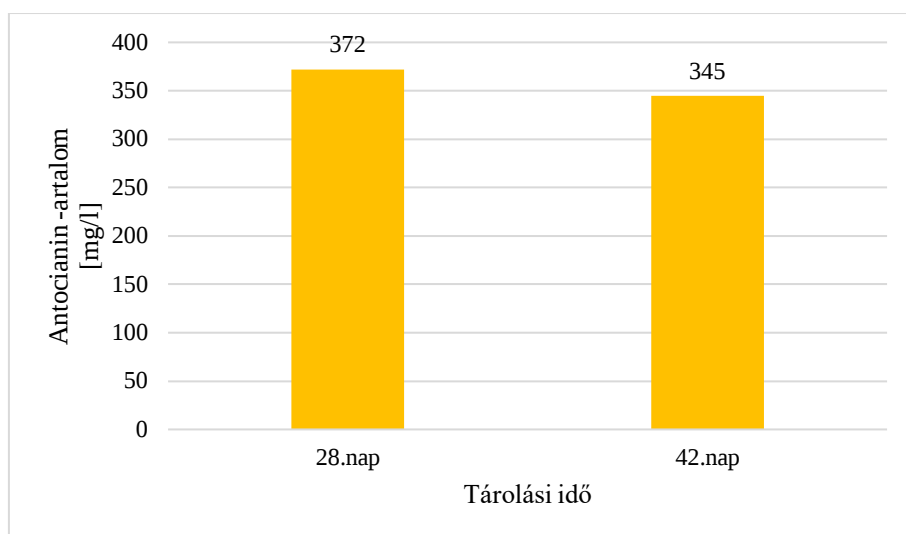


A b* értéke pozitív esetben sárga árnyalatra utal, negatív érték esetén pedig kék árnyalatra. A 8. ábrán jól látszik, hogy 0-hoz közeli értékeket kaptam, nagyon kis mértékben mutat elmozdulást a sárga szín irányába. Ez azt jelenti, hogy a termék kevés sárgás vagy kékes árnyalatot tartalmaz. Ez az érték az idő múlásával csak kis mértékben ingadozott, ez is azt mutatja, hogy a termék szerkezete stabil, illetve megfelelő körülmények között volt tárolva, csomagolva, tartósítva.

4.3. Antocianin-tartalom változása

A méréseim során kapott abszorbancia értékeket átszámoltam antocianin-tartalomra, majd diagramban ábrázoltam, amelyet a 9. ábra mutat be.

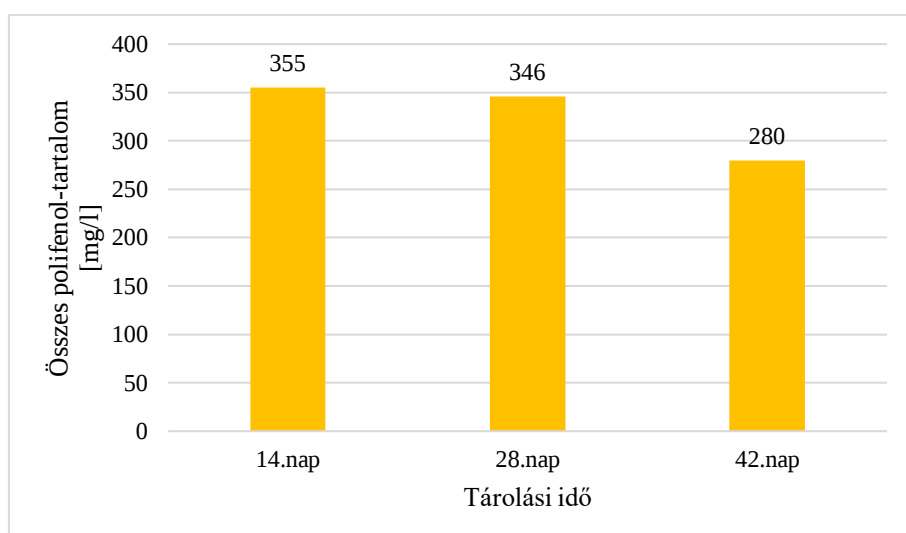
9. ábra Antocianin-tartalom változása
(Forrás: saját szerkesztés)



A termék antocianin-tartalma (9. ábra) a 6 hetes tárolás során csak kis mértékben csökkent, ami egy természetes bomlásnak köszönhető. A kezdeti 372 mg/l értékről 345 mg/l értékre csökkent a tárolás 6. hetében az antocianin-tartalom. Az antocianinok érzékenyek az oxidációra, tárolási körülményekre és a fényre, viszont a csökkenés nem volt jelentős, a tárolási körülmények megfelelőek voltak. Az antocianinok savas közegben stabilak, de a pH változásra is érzékenyek. Az 5. ábrán látszik, hogy a pH-érték csak kis mértékben változott, ez is igazolja azt, hogy az antocianinok lebomlásának a megakadályozását a pH-érték stabilitása is segítette.

4.4. Összes polifenol-tartalom változása

10. ábra Összes polifenol-tartalom változása
(Forrás: saját szerkesztés)

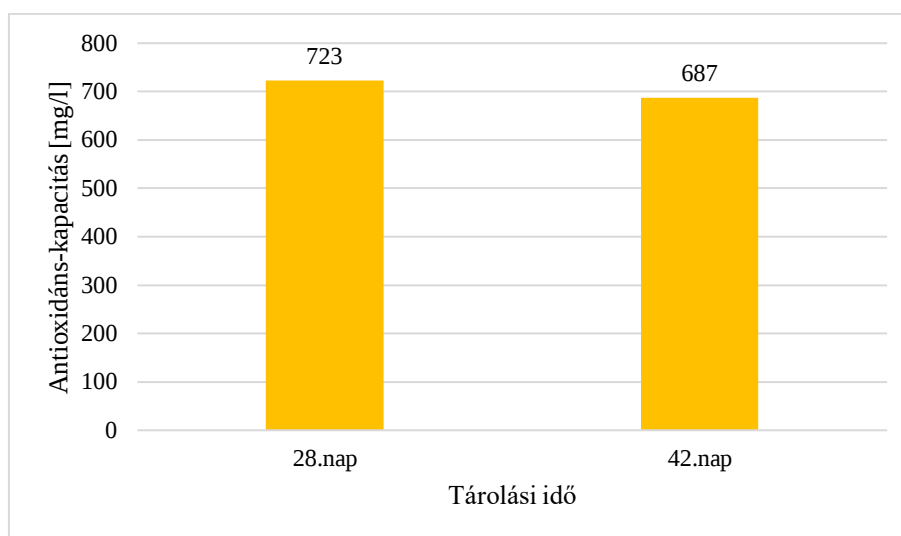


A 10. ábrán jól látszik, hogy a polifenol-tartalom is csak kis mértékben csökkent, 355 mg/l értékről 280 mg/l értéket kaptam a tárolás 6. hetén. Ez arra utal, hogy a polifenolok is stabilak maradtak a tárolás során, ez köszönhető a megfelelő csomagolásnak és az optimális tárolási körülményeknek, valamint annak, hogy a polifenolok lebomlása lelassul a tárolás során.

A napi bevitt polifenol-tartalom mennyisége nagyban eltér egymástól a világ különböző pontjain. A nem-mediterrán országokban az átlagos napi polifenol bevitel 1284 mg (Del Bo' és mtsai., 2019). A joghurthelyettesítő termék 100 grammonként körülbelül 30-35 mg polifenolt tartalmaz.

4.5. Antioxidáns-kapacitás változása

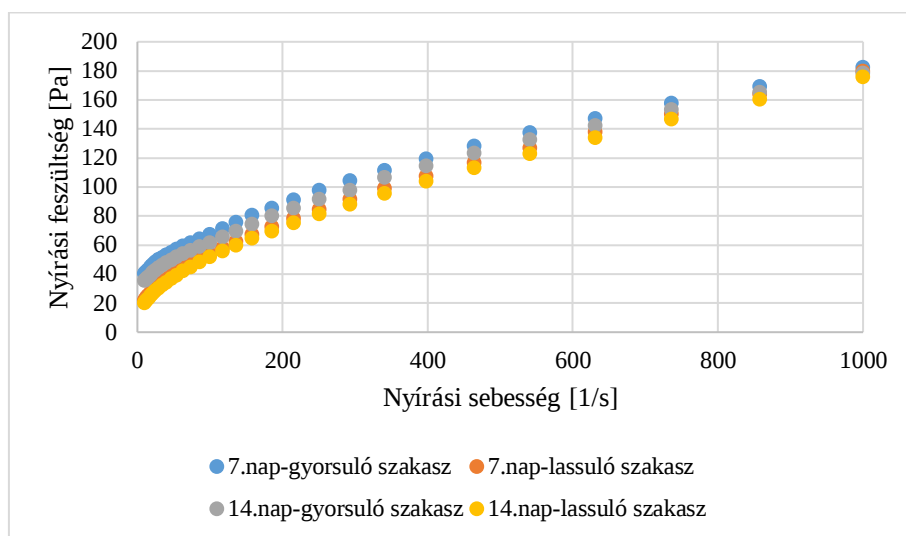
11. ábra Antioxidáns-kapacitás változása
(Forrás: saját szerkesztés)



A diagramon jól látszik (11.ábra), hogy az antioxidáns-kapacitás 723 mg/l-ről 687 mg/l-re csökkent, ami minimális változásnak tekinthető. A bogyós gyümölcsök természetes antioxidánsokban gazdagok, például antocianinokban és polifenolokban. Ezek az anyagok érzékenyek a fényre, a tárolási körülményekre illetve a pH-érték változására. Mivel a termék megfelelő, hűtött körülmények között és fénytől elzárva volt tárolva, ezért ez nem befolyásolhatta az antioxidánsok bomlását, illetve a savas közeg is hozzájárult ennek megakadályozásához.

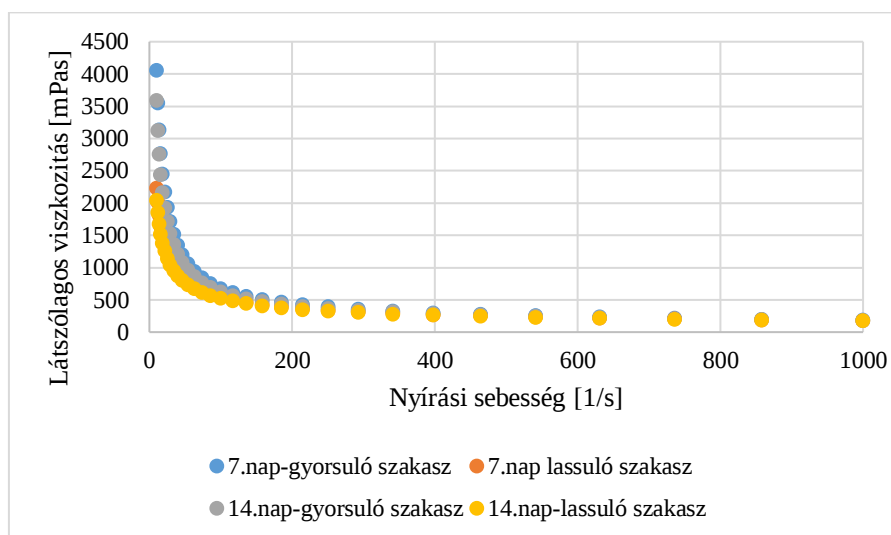
4.6. A termék reológiai tulajdonságainak változása

12. ábra A folyási görbe változása
(Forrás: saját szerkesztés)



A folyási görbe változása alapján (12. ábra) megállapítható, hogy részben nyírásra vékonyodó reológiai viselkedés figyelhető meg, tehát a termék viszkozitása csökken amikor nyíróerő hat rá. Az is észrevehető, hogy a 14. napon mért görbén kisebb nyírási feszültség eredményeket kaptam, ami utalhat a termék reológiai tulajdonságainak a változására, a termék kissé folyékonyra vált a tárolás során.

13. ábra A viszkozitás görbe változása
(Forrás: saját szerkesztés)



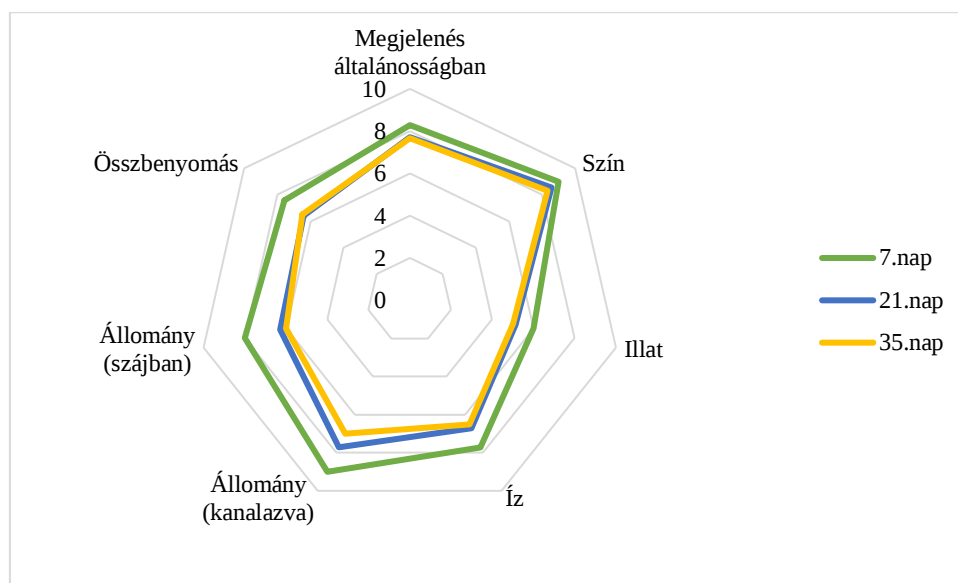
A 13. ábra mutatja be a termék viszkozitásgörbéit. Az ábrán jól látszik, hogy valójában is látható viszkozitása van a terméknek, az idő múlásával, minél gyorsabban ment a mérőfej, annál inkább csökkent a számolt viszkozitás érték. A látszólagos viszkozitás értéke függ a termék belső

stabilitásától, belső szerkezetétől. A 7 napon mért eredmények nagyobbak voltak, ebből arra következtettek, hogy a termék szerkezete az idő múlásával kissé lazult.

4.7. Érzékszervi bírálat eredményei

Az érzékszervi bírálatot kéthetente végeztem el, összesen 20 laikus ember értékelte a terméket. A bírálók a következőkről alkottak véleményt: szín, illat, íz, állomány, összbenyomás. A kapott eredményeket átlagoltam, amelyet a 14. ábra szemléltet.

14. ábra Érzékszervi bírálat eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



A 14. ábrán jól látszik, hogy a legjobb értékelést akkor kapta a termék, amikor a legfrissebb állapotában volt, azonban az adott paraméterek mindhárom időpontban nagyjából azonos pontozást kaptak. A termék színét tekintve nagyjából hasonló eredmények születtek, mivel a tárolás során nem sokat veszített a színéből, a bogyós gyümölcsre jellemző pirosas színét jól tartotta a termék. Az illat megítélése kapcsolatban áll a ToTu krém jellegzetes, tojásos illatával, az illatra kapta a legkevesebb pontot a termék. Ez magyarázható azzal, hogy az erőteljes ToTu krém illatát a gyümölcs nem tudta, illetve csak kis mértékben tudta elnyomni, ez az illat dominált a termékben. Mindhárom időpontban látszik, hogy a bírálók közepes értékelést adtak a termék illatára. Íz szempontjából a bírálók aszerint pontozták a terméket, hogy számukra mennyire édes, vagy nem, esetleg mennyire savas a termék a gyümölcs miatt. A legtöbb bíráló hiányolta a gyümölcs savasságát, de volt olyan eset is, hogy kevésbé érezték édesnek a terméket, de nagyjából azonos eredmények születtek. A termék állománya az idő múlásával egyre kevesebb pontot kapott, ez magyarázható azzal, hogy a szerkezete lazult, egyre kevésbé volt krémes. Ez a változás mind kanalazáskor, mind a kóstoláskor észrevehető volt.

Voltak olyan bírálók, akik a hétköznapiakban is fogyasztanak hasonló, sportolóknak fejlesztett magas fehérje tartalmú termékeket, nekik jobban ízlett a termék, mint azoknak, akik a hagyományos tejtermékekhez vannak szokva. A bírálat utáni beszélgetések során kiderült az is, hogy azoknak a bírálóknak tetszett jobban a termék, akik sportolnak és fogyasztanak növelt fehérjetartalommal készült termékeket.

5. Következtetések és javaslatok

A 6 hetes tárolási időszak alatt végzett méréseim alapján arra következtetek, hogy a fejlesztett joghurthelyettesítő termék stabilitása megfelelő volt. A termék fizikai és kémiai paraméterei, beleértve a pH-értéket, szín jellemzőit, antocianin-tartalmat, polifenol-tartalmat, antioxidáns-kapacitást, mind minimális változást mutattak.

A pH-érték változását a tárolási kísérlet során hetente vizsgáltam, a 6 hét alatt csak minimális csökkenés volt megfigyelhető. A pH-érték stabilitása alapján arra következtetek, hogy a joghurthelyettesítő termék mikrobiológiailag és kémiailag is stabil volt, ez elősegítette a hosszabb eltarthatóságot.

Szintén heti rendszerességgel vizsgáltam a szín jellemzőinek a változását, a világossági tényezőt, a vörös-zöld színezet értékét, és a sárga-kék színezet értékét is. Mindhárom esetben stabil eredményt kaptam, elenyésző változások következtek be a termékben a tárolás során. A piros bogyós gyümölcsöknél a legtöbb színvegyület pH érzékeny, ilyenek például az antocianinok is. Az antocianinok érzékenyek az oxidációra, a pH-érték változására, illetve a fényre. Mivel stabil a termék pH-értéke, ezért stabil ezeknek a színvegyületeknek a színe, ezért nem figyelhető meg jelentős színváltozás, valamint antocianin-tartalom változás sem. Ez kedvező fogyasztói élményt eredményezett, és az antioxidáns-kapacitás fenntartásához is hozzájárult.

Az összes polifenol-tartalom meghatározásánál is minimális csökkenés figyelhető meg, amely egy természetes bomlásnak köszönhető. Ez a kismértékű csökkenés annak tulajdonítható, hogy a termék megfelelően volt hőkezelve, csomagolva és tárolva. A polifenol-tartalom minimális változása arra utal, hogy a termék hosszabb távon is képes megőrizni annak beltartalmi értékeit, ezzel biztosítva a termék minőségét és a táplálkozási előnyeit.

Az antocianin- és a polifenol-tartalom összefüggésben áll az antioxidáns-kapacitással, ezáltal ennek az értéke is csökkent a tárolás során. Az előzőekben megállapítottak alapján ezt a kismértékű csökkenést a pH-érték, vagy a tárolási körülmények nem befolyásolhatták, hiszen a mért pH-érték is állandó, illetve oxidációnak sincs nyoma, hiszen viszonylag magas, és állandó antioxidáns-kapacitás értékeket mértem.

A termék tárolása során a reológiai tulajdonságok, mint a nyírési feszültség és a látszólagos viszkozitás enyhe változásokat mutatott. A mért eredmények alapján arra következtetek, hogy a termék szerkezete az idő múlásával kissé lazult, szerkezeti stabilitását kissé elveszítette. A

termék viszkozitásának megőrzése, és állagának javítása természetes stabilizátorok hozzáadásával lehetséges.

Az érzékszervi bírálat alapján nagyjából azonos eredmények születtek, a bírálók hasonlóan vélekedtek az elkészült termékről. A termék színéről mindegyik bírálónak pozitív értékelése volt a bogyós gyümölcsök erőteljes színének köszönhetően. Azonban a legkevesebb pontot a termék illata kapta, hiszen ezeknek a gyümölcsöknek az illata nem túl intenzív, nem volt képes elnyomni a ToTu krém illatát. Ezt lehetne javítani valamilyen természetes aroma hozzáadásával, hogy a fogyasztói megítélése jobb legyen a terméknek.

6. Összefoglalás

A tojásfehérje alapú termékek fejlesztése egy olyan irány, amely a sporttáplálkozás igényeit célozza meg magas biológiai értékű fehérje és antioxidánsok formájában. A dolgozatom fő célja egy olyan joghurthelyettesítő termék fejlesztése volt, amely nem csak magas fehérje- és antioxidáns tartalommal rendelkezik, amely kedvező élettani hatással van a sportolók számára, hanem az olyan fogyasztókat is megcélozza, akik valamilyen érzékenységgel küzdenek, miáltal a legtöbb tejtermék számukra nem fogyasztható.

A fejlesztés során a terméket bogyós gyümölccsel ízesítettem, ezzel növelve a termék antioxidáns-kapacitását, amely hozzájárul a regenerációhoz, a sejtvédelemhez, illetve az immunrendszer erősítéséhez. Édesítésként cukor helyett eritritet alkalmaztam, hogy a termék csak természetes módon előforduló cukrokat tartalmazzon, ami szintén egy fontos szempont a sportolók számára.

Kutatásom során elemzésre került a termék pH-értékének változása, színjellemzőinek változása, polifenol- és antocianin-tartalom változása, illetve antioxidáns-kapacitás változása, hogy rálátást kapjak arra, hogy a tárolás során hogyan változnak ezek a paraméterek. A kapott eredmények azt igazolják, hogy az elkészített joghurthelyettesítő termék szerkezete megfelelően stabil, táplálkozás-élettani szempontból értékes, valamint a sportolók étrendjébe könnyen beépíthető.

A pH-érték alapján úgy gondolom, hogy biológiai romlás a tárolási idő 42 napja alatt nem lépett fel. A mintáim színében a tárolási idő alatt lényegében elenyésző a színváltozás, bár a legnagyobb változást az L^* értékében tapasztaltam, mely egy lineáris függvény segítségével le is írható. Az antioxidáns-kapacitás változása alapján arra következtetek, hogy a termék megfelelő körülmények között volt tárolva, csomagolva és hőkezelve, amely megakadályozta a beltartalmi paraméterek nagymértékű csökkenését. A reológiai mérések alapján azt látom, hogy a termék viszkozitása idővel csökkent, a termék állagát befolyásolta a 42 napos tárolási idő.

Az érzékszervi minősítés során a termék pozitív értékelést kapott, azonban a termék illatára kapott eredmények alapján javasolt valamilyen természetes aroma hozzáadása a termékhez. Emellett a bírálók szerint az idő múlásával a termék állománya is változott, kevésbé volt krémes, aminek javítását stabilizátorok hozzáadásával lehetne elérni.

Mindent összevetve, a termék egy funkcionális, magas fehérjetartalmú joghurthelyettesítőként jelenhetne meg a piacon, ha a termék illatán, illetve állagán javítanánk. A termék nem csak a sportolók számára kínálna egészséges választási lehetőséget, hanem azok számára is, akik érzékenyek a tejfehérjére, esetleg a tejcukorra, illetve azoknak, akik alacsony cukortartalmú alternatívát keresnek. A termék antioxidáns tartalma előnyt jelenthet a versenytársakkal szemben, illetve a tojásfehérje krém új megközelítést kínál az élelmiszeripar számára.

7. Irodalomjegyzék

Abeyrathne, N., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. (2013). Egg White Proteins and Their Potential Use in Food Processing or as Nutraceutical and Pharmaceutical Agents—A Review. *Poultry science*, 92, 3292–3299. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03391>

Abeyrathne, N., Nam, K.-C., Huang, X., & Ahn, D. U. (2022). Egg yolk lipids: Separation, characterization, and utilization. *Food Science and Biotechnology*, 31. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01138-4>

Atta, E., Mohamed, N., & Abdelgawad, A. (2017). Antioxidants: An Overview on the Natural and Synthetic Types. *European Chemical Bulletin*, 6, 365. <https://doi.org/10.17628/ecb.2017.6.374-384>

Bansal, M., Poonia, A., Kolluri, S., & Bansal, M. (2023). *Introduction on Bioactive Compounds, Sources and their Potential Applications 1*. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2366-1_

Basu, A., Rhone, M., & Lyons, T. J. (2010). Berries: Emerging impact on cardiovascular health. *Nutrition Reviews*, 68(3), 168–177. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00273.x>

BAYIR, A., Aksoy, A., & Kocyigit, A. (2019). The Importance of Polyphenols as Functional Food in Health. *Bezmialem Science*, 7, 157–163. <https://doi.org/10.14235/bas.galenos.2018.2486>

Beattie, J., Crozier, A., & Duthie, G. (2005). Potential Health Benefits of Berries. *Current Nutrition & Food Science*, 1, 71–86. <https://doi.org/10.2174/1573401052953294>

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2008). *Eggs* (o. 546–562). https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7_12

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Bradley, F. A., & King, A. J. (2016). *Egg Basics for the Consumer: Packaging, Storage, and Nutritional Information*. University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8154>

Cortez, R., & Mejia, E. (2019). Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A Review on Chemistry, Processing, and Health Benefits. In *Journal of Food Science* (Köt. 84). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14781>

Del Bo', C., Bernardi, S., Marino, M., Porrini, M., Tucci, M., Guglielmetti, S., Cherubini, A., Carrieri, B., Kirkup, B., Kroon, P., Zamora-Ros, R., Liberona, N. H., Andres-Lacueva, C., & Riso, P. (2019). Systematic Review on Polyphenol Intake and Health Outcomes: Is there Sufficient Evidence to Define a Health-Promoting Polyphenol-Rich Dietary Pattern? *Nutrients*, 11(6), 1355. <https://doi.org/10.3390/nu11061355>

Dr. Figler Mária. (2015). *A SPORTTÁPLÁLKOZÁS ALAPJAI*.

- Enaru, B., Dreţcanu, G., Pop, T., Stanila, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants*, 10, 1967. <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. *Materials*, 14. <https://doi.org/10.3390/ma14154135>
- Gopalan, A., Reuben, S., Ahmed, S., Darvesh, A., Hohmann, J., & Bishayee, A. (2012). The health benefits of blackcurrants. *Food & function*, 3, 795–809. <https://doi.org/10.1039/c2fo30058c>
- Guha, S., Majumder, K., & Mine, Y. (2018). *Egg Proteins*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21603-X>
- Hida, A., Hasegawa, Y., Mekata, Y., Usuda, M., Masuda, Y., Kawano, H., & Kawano, Y. (2012). Effects of Egg White Protein Supplementation on Muscle Strength and Serum Free Amino Acid Concentrations. *Nutrients*, 4(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/nu4101504>
- János C., Csilla A., & Zsuzsanna C. K. (2016). Funkcionális élelmiszerek. *Scienta*.
- Karki Dholi, P., Khatiwada, P., Basnet, B., & Bhandari, S. (2023). An Extensive Review of Strawberry (*Fragaria × ananassa*) Diseases and Integrated Management Approaches: Current Understanding and Future Directions. *Fundamental and Applied Agriculture*, 8, 655–667. <https://doi.org/10.5455/faa.136385>
- Kaume, L., Howard, L. R., & Devareddy, L. (2012). The Blackberry Fruit: A Review on Its Composition and Chemistry, Metabolism and Bioavailability, and Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(23), 5716–5727. <https://doi.org/10.1021/jf203318p>
- König, D., Carlsohn, A., Braun, H., Großhauser, M., Lampen, A., Mosler, S., Nieß, A., & al., et. (2020). Proteins in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*, 67(7), 132–139. <https://doi.org/10.4455/eu.2020.039>
- Légrády Péter: Tojás, Táplálkozás, Egészség | PDF. (2001). Scribd. <https://www.scribd.com/doc/99692741/Legrady-Peter-Tojas-taplalkozas-egeszseg>
- López-Martínez, M., Miguel, M., & Garcés-Rimón, M. (2022). Protein and Sport: Alternative Sources and Strategies for Bioactive and Sustainable Sports Nutrition. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.926043>
- Mani, S. (2016). TYPES AND IMPORTANCE OF BERRIES - A REVIEW. *AMERICAN JOURNAL OF BIOLOGICAL AND PHARMACEUTICAL RESEARCH*, 1, 46.
- Miller, K., Feucht, W., & Schmid, M. (2019). Bioactive Compounds of Strawberry and Blueberry and Their Potential Health Effects Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview. *Nutrients*, 11, 1510. <https://doi.org/10.3390/nu11071510>
- Mrduljas, N., Kresic, G., & Bilušić, T. (2017). *Polyphenols: Food Sources and Health Benefits*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68862>

Negro, M., Rucci, S., Buonocore, D., Focarelli, A., & Marzatico, F. (2013). Sports Nutrition Science: An essential overview. *Progress in Nutrition*, 15, 3–30.

Pal, M., Misra, K., Dhillon, G., Brar, S., & Verma, M. (2014). Antioxidants. In *Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals* (o. 117–138). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8005-1_6

Panche, A., Diwan, A., & Chandra, S. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>

Parvez, S., & Wani, I. (2018). *Postharvest Biology and Technology of Strawberry* (o. 331–348). https://doi.org/10.1007/978-3-319-76843-4_14

Prabhu, S., Molath, A., Choksi, H., Kumar, S., & Mehra, R. (2021). Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 6, 293–301. <https://doi.org/10.22271/journalofsport.2021.v6.i1e.2236>

Ruxton, C. H. S., Derbyshire, E., & Gibson, S. (2010). The nutritional properties and health benefits of eggs. *Nutrition & Food Science*, 40(3), 263–279. <https://doi.org/10.1108/00346651011043961>

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. táblázat	Fehérjebeviteli szint a sporttáplálkozásban (Forrás: (Negro és mtsai., 2013)).....	9
2. táblázat	A termék minták összetétele (Forrás: saját szerkesztés)	14
3. táblázat	A kalibrációhoz alkalmazott oldatok összetétele (Forrás: saját szerkesztés)	19
4. táblázat	Az érzékszervi vizsgálat bírálati lapja (Forrás: saját szerkesztés)	20

1. ábra	Tojás felépítése (Forrás: (Légrády, 2001)).....	6
2. ábra	A termék elkészítéséhez felhasznált anyagok (Forrás: saját fénykép).....	13
3. ábra	Különböző hőkezeléssel tartósított minták (Forrás: saját fénykép).....	14
4. ábra	A FRAP méréshez használt kalibrációs egyenes (Forrás: saját szerkesztés)	19
5. ábra	A termék pH-értékének változása (Forrás: saját szerkesztés)	21
6. ábra	A termék L* világossági tényező értékének alakulása (Forrás: saját szerkesztés).....	22
7. ábra	A termék a* vörös-zöld színezetének változása (Forrás: saját szerkesztés)	22
8. ábra	A termék b* kék-sárga színezetének változása (Forrás: saját szerkesztés).....	23
9. ábra	Antocianin-tartalom változása (Forrás: saját szerkesztés)	24
10. ábra	Összes polifenol-tartalom változása (Forrás: saját szerkesztés).....	24
11. ábra	Antioxidáns-kapacitás változása (Forrás: saját szerkesztés)	25
12. ábra	A folyási görbe változása (Forrás: saját szerkesztés).....	26
13. ábra	A viszkozitás görbe változása (Forrás: saját szerkesztés).....	26
14. ábra	Érzékszervi bírálat eredményei (Forrás: saját szerkesztés)	27

9. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Vargáné dr. Tóth Adriennek, aki szakmai tudásával mindvégig segített dolgozati munkám során, bátran fordulhattam hozzá kérdéseimmel.

Köszönöm az Állattermék és Élelmiszer-tartósítási Technológia Tanszéknek, hogy biztosították a méréseimhez szükséges alapanyagokat és berendezéseket.

Nem utolsó sorban pedig szeretném megköszönni a családomnak, hogy támogatást és segítséget nyújtott számomra a tanulmányaim során.

10. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Darkó Eszter Katalin
A Hallgató Neptun kódja:	F61CM7
A dolgozat címe:	Tojásfehérje alapú termék fejlesztése sportolók számára
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a 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, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

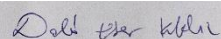
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: Budapest, 2024.10.28.



Hallgató aláírása

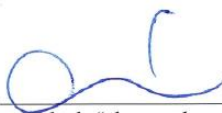
NYILATKOZAT

Darkó Eszter Katalin (hallgató Neptun azonosítója: F61CM7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre
javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*1}

Kelt: 2024. év november hó 4. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.