

SZAKDOLGOZAT

Pelhrimovszky Zsófia

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszermérnök alapképzés

Spirulina algát tartalmazó gyümölcs smoothiek előállítása és vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Szabó-Nótin Beatrix
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet,
Gyümölcs és
Zöldségfeldolgozás
Technológia Tanszék

Készítette: Pelhrimovszky Zsófia

Budapest

2023

Tartalom

1. Bevezetés	1
2. Munka célja	2
3. Irodalmi áttekintés	3
3.1. A gyümölcs és zöldségfogyasztás fontossága	3
3.2. Gyümölcslevek	3
3.3. Smoothie	3
3.4. Spirulina alga	4
3.4.1. Spirulina alga történelmi háttere	5
3.4.2. Biomassza termelés körülményei	5
3.4.3. Kereskedelmi és tömeges termesztés	7
3.4.4. A spirulina alga feldolgozásának lépései	7
3.4.5. Spirulina alga tápértéke	8
3.4.6. Spirulina alga használata gyógykezelésekben	8
3.4.7. Spirulina alga, mint táplálékkiegészítő	9
3.4.8. Élelmiszerbiztonsági megfontolások	9
3.4.9. Spirulina alga felhasználása, mint színezék	10
3.4.10. Spirulina algából készült termékekkel kapcsolatos tanulmányok	11
3.5.1. Banán	12
3.5.2. Kivi	12
3.5.3. Alma	13
3.5.4. Narancs	13
3.5.5. Ananász	13
4. Anyagok és módszerek	15
4.1. Mérés helyszíne	15
4.2. Alapanyagok	15
4.3. Munka menete	15
4.4. Mérések	19
4.4.1. pH	19
4.4.2. Refrakció	19
4.4.3. Sűrűség	19
4.4.4. Színmérés	19
4.4.5. Viszkozitás	20
4.4.6. Hőkezelés méretezése	20
4.4.7. Érzékszervi teszt	20
4.4.8. Összes polifenol meghatározás Folin-Ciocalteu reagenssel	20

5. Kísérleti eredmények és értékelésük	22
5.1. Érzékszervi vizsgálat eredménye - MINTA-1	22
5.2. Hőkezelés méretezése	23
5.3. Sűrűségmérés	25
5.4. Refrakció	26
5.5. Színmérés	26
5.6. Viskozitás	28
5.8. Polifenol tartalom	29
5.9. Érzékszervi vizsgálatok eredményei - MINTA-2	30
5.10. ΔE_{ab} színingerkülönbség és vizuális érzékelés közötti kapcsolat műszeres, illetve érzékszervi teszt alapján	31
6. Összefoglalás	32
<i>Köszönetnyilvánítás</i>	
<i>Irodalomjegyzék</i>	
<i>Mellékletek</i>	

1. Bevezetés

Az algák olyan élőlények, amelyek nagyon sok hasznos anyagot tartalmaznak, így a megfelelő feldolgozás esetén gazdasági hasznosításuk is nagyon jelentős lehet.

Az élelmiszeriparban az algák főleg táplálék-kiegészítőkként használatosak. Az algák gazdag forrásai a fehérjéknek, vitaminoknak, ásványi anyagoknak, nyomelemeknek, valamint a növényi rostoknak. Bioboltokban és kereskedelmi láncokban könnyen beszerezhetőek por, kapszula vagy tablettá formájában.

Emellett az algák nem csak az élelmiszeripar számára hasznosíthatók, hanem például a kozmetikai szektorban is, ahol algakivonatokat használnak bőrápoló termékek gyártásához, vagy akár a farmakológiai iparban, ahol az algák gyógyszerek alapanyagai lehetnek.

Hazai kereskedelmi boltokban is találkozhatunk már spirulina algát tartalmazó termékkel, mint a Sió Kék Balaton fantázianévvvel ellátott smoothie-ja, vagy a Pöttyös Rudikornis termék.

Egészen a szakdolgozati témák kihirdetéséig nem ismeretem az algákban rejlő lehetőségeket és az élelmiszeripari felhasználhatóságukat. Végül az győzött meg a tématerület mélyebb megismerése mellett, hogy egy bevásárlás alkalmával megpillantottam a Sió Kék Balaton című termékét. Az összetevők listáján szerepelt a spirulina alga kivonat és mellette a briliáns kék nevezetű mesterséges színezék. Elmondható, hogy talán a színe iránti kíváncsiságom vitt rá, hogy ezt a témát választottam.

2. Munka célja

A szakdolgozat készítésének hangsúlyos része a spirulina algával kapcsolatos szakirodalom megismerése és feldolgozása volt. A smoothie-k napszintű fogyasztása elterjedt. Ezért olyan terméket szerettem volna fejleszteni, ami a gyümölcsök pozitív tulajdonságai mellett a spirulina alga is tovább növeli az egészségre gyakorolt hatását. Több különböző összetételű turmixot készítettem. Ezeket „egyetlen vak jellegű” érzékszervi vizsgálatnak vettem alá, hogy megállapíthassam, hogy közülük melyik a leginkább elfogadott. Ezeken túlmenően a smoothie-kat általános élelmiszeripari vizsgálatokkal is leellenőriztem. Megvizsgáltam, hogy egy 4 hónapos tárolás folyamán, hogy változnak a jellemzőik.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A gyümölcs és zöldségfogyasztás fontossága

2003-ban a FAO és a WHO globális kezdeményezést indított el a gyümölcs és a zöldségfogyasztás népszerűsítése érdekében (Internetforrás1).

A nem elegendő gyümölcs és zöldségfogyasztás feltevések szerint évente mintegy 2,7 millió ember halálában játszik szerepet, és 2002-ben az Egészségügyi Világjelentés szerint szerepelt a halálhoz hozzájáruló 10 legfontosabb kockázati tényezők listáján (Internetforrás1).

A WHO és a FAO étrenddel, táplálkozással és krónikus betegségek megelőzésével foglalkozó szakértői szerint napi minimum 400 g zöldség és gyümölcs elfogyasztása javallott. Ez segíthet megelőzni olyan krónikus betegségek kialakulását, mint a szívbetegség, a rák, az elhízás és a 2-es típusú diabétesz. A 400 g ajánlott mennyiség nem tartalmazza a keményítő tartalmú gumós zöldségeket, mint pl.a burgonyát (Internetforrás-1).

3.2. Gyümölcslevek

A gyümölcsök mindig fontos szerepet játszottak a táplálkozásunkban. A 20. század előtt azonban csak kifacsart gyümölcslevek fogyasztására volt lehetőség és ez is csak kevesek kiváltsága volt. A 19. század végén elkezdtek foglalkozni a gyümölcslevek hőkezelésével, ami a 20. században már nem csak tartósított gyümölcsleveket eredményezett, hanem számos más terméket is ebben a kategóriában. A vitaminok és ásványi anyagok szerepének felismerése után a gyümölcslevek fogyasztása mindennapossá vált. Az innovációk és a technológia fejlődéseknek (aszseptika; berendezés tervezés; enzimek, tisztító- és ízesítőanyagok alkalmazása) köszönhetően a különböző gyümölcslevek gyártása és fogyasztása ma már széles körben elterjedt (Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

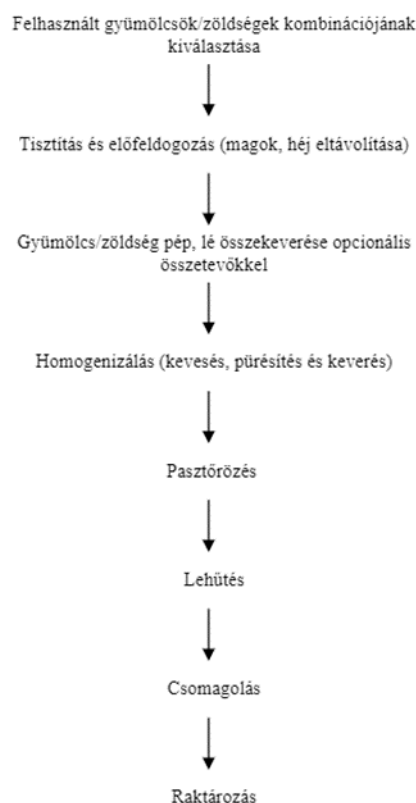
3.3. Smoothie

Ha egy egészséges termék innovációjának elérése a cél, akkor a megfelelő zöldségek és gyümölcsökkel felhasználásával elérhetjük ezt. Jó példa erre az utóbbi években népszerűvé vált turmixok esete. Az első olyan cég, amely a turmixok piacán megjelent az a Innocent Drinks volt, amelyet a Coca-Cola felvásárolt a nagy sikere után. A smoothie-k jó példák a termékfejlesztésre, hiszen a jogszabályok nem határozzák meg egyértelműen a termék összetételét és feldolgozási lépéseit.

Falguera és Ibarz (2024) szerint azért olyan sikeresek a piacon a turmixok (smoothie-k), mert az emberek az ízletességgel, természetességgel és egészséggel azonosítják, ami egy jó köntösbe van csomagolva.

Az Innocent Drinks 1999-ben találta ki a smoothie-k koncepcióját, de napjainkban már sok más cég is megalkotta saját termékkínálatát. Az eredeti alapkoncepción is változtattak, miszerint, nem cél egy minimálisan kezelt termék előállítása, hanem már találhatóak erősen kezelt, illetve nem csak természetes összetevőt tartalmazó smoothie-k is a piacokon (Falguera és Ibarz, 2014).

A smoothiek általános gyártástechnológiája az 1. ábrán látható.



1. ábra: Smoothie gyártástechnológiája (Tiwari, 2018.)

3.4. Spirulina alga

A spirulina algák többsejtű, fonalas kék-zöld mikroalgák, amelyek két nemeztségbe tartoznak, a Spirulinához és az Arthrospirához, és körülbelül 15 fajból állnak (Habib és munkatársai, 2008).

Ez a mikroalga vízben növekszik, könnyen betakarítható és feldolgozható, és magas makro- és mikrotápanyag tartalma van. Afrikai országokban emberi fogyasztásra használják táplálékként, fehérjeforrásként. A termelése természetes vizekben történik, szárítás után

fogyasztják. Az utóbbi időben egyre nagyobb népszerűsége tesz szert az élelmiszeriparban. Ázsia számos országában is használják mint fehérjekiegészítő. A spirulina alga nem csak az emberi táplálékkiegészítőjeként kerül felhasználásra, hanem állati takarmányok kiegészítő összetevőjeként is alkalmazzák. A baromfitakarmányok feljavítása mellett egyre inkább megnőtt a felhasználása az aquatakarmányok esetében is, mint fehérje és vitaminkiegészítő (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.1. Spirulina alga történelmi háttere

Spirulina alga felhasználásnak története egészen visszanyúlik a XVI. század elejére, ahol Mexikó spanyol hódításának feljegyzései számolnak be arról, hogy az aztékok spirulinára hasonlító algabiomassza szőnyeget szüreteltek. Ezekből a szőnyegekkel később téglákat gyártottak, és úgy fogyasztották, mint manapság a sajtot a nyugati országokban (Frust, 1978).

Más legendák szerint az azték hírnökök spirulinát vettek magukhoz a maratonjaik során. Az egyetlen megmaradt maradvány a Texcoco-tó, amely még a mai napig élő spirulina alga populációval rendelkezik (Habib és munkatársai, 2008).

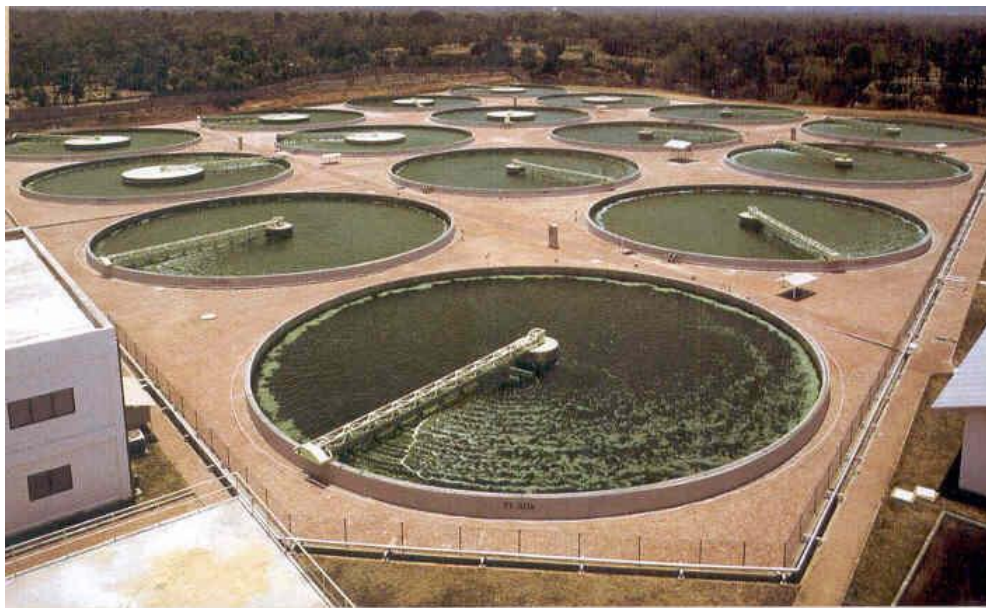
A Csád-tó partján élő kanembu törzs a mai napig felhasználja a spirulina algát. A félig megszáritott algát feldarabolják és szőnyegekben kiszáritják. Később ezeket a termékeket piacon értékesítik, mint algapogácsa, más néven 'dihé'. A dihé felhasználásakor összemorzsolják és paradicsomos mártásba keverik. A terhes nők közvetlenül az algapogácsát eszik, mert úgy vélik, hogy a sötét színe elrejtje a születendő gyermeket a gonosz elől. A csádi Kossorom-tóból évente 40 tonna dihé kerül betakarításra, amelynek kereskedelmi értéke 100000 USD-t tesz ki, ami nagymértékben segít a terület gazdasági helyzetén. (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.2. Biomassza termelés körülményei

Az algák biomasszatermelésének nagy része szabadtéri körülmények között zajlik. Ez rendszerint kis tavakat (kb 10-100 m² területűeket) jelent, ahol csak néhány hétig történik folyamatosan az algatermesztés (Bassham, 1977).

A legtöbb kereskedelmi termelés jellemzően sekély tenyésztőcsatornában történik, amelyben a spirulina alga tenyészetet lapátkerékkel keverik (2. ábra). Az egyik legnagyobb spirulina biomasszá előállító üzem Texcoco-völgyében, Mexikóban volt található, ahol az alga biomassza tömege három-négy nap alatt megduplázódott. Az itt használt félig természetes termelési folyamat lényege az volt, hogy nappal és éjszaka is szüreteltek. Szűrés

után a biomasszát szárítják, homogenizálják és pasztórozzik. Napjainkban azonban már Texcoco-völgyében nem folyik biomassza termelés.



2. ábra A spirulina alga ipari előállításának szabványos terve a Kyotóban (Internetforrás-2)

Egy másik féltermészetes módot használ a TwinTaung tó, amelyben a termelés 1988-ban kezdődött és 1999-re évi 100 tonnára nőtt a termelt biomassza mennyiség (Habib és munkatársai, 2008).

A nyári virágzó időszakban az alga vastag szőnyeget képez a víz felszínén, a csónakokban dolgozó emberek vödörkbe gyűjtik az algát. Ezután a spirulinát ferde szűrőkön engedik át, megmossák tiszta vízzel, víztelenítik és préselik. A kapott masszát téstaszzerű szálakká extrudálják, amelyeket a napon átlátszó műanyag lapokon szárítanak. A későbbi felhasználása történhet gyógyszergyárban, ahol pasztórozzik és tablettává formálják (Habib és munkatársai, 2008).

Az algát lehetséges laboratóriumi körülmények között is termesztetni. A befolyásoló tényezők a következők: fényerősség, hőmérséklet, beoltási mélység, oldott szilárd anyag, pH, vízminőség, illetve makro- és mikrotápanyagok jelenléte (Habib és munkatársai, 2008).

Az alga kisüzemi termesztése egy lehetséges jövedelemforrás a háztartások, illetve a falusi közösségek számára. Spoehrer és Milner (1949) már 1949-ben felvetette a tömeges algatenyésztés lehetőségét, mint megoldást a globális fehérjehiány leküzdésére. Annak ellenére, hogy az egy főre jutó fehérjeellátottság milyen alacsony, az ötlet csak alkalmi érdeklődésnek a tárgya.

3.4.3. Kereskedelmi és tömeges termesztés

A mikroalgák kereskedelmi célú nagyüzemi termesztése az 1960-as években kezdődött Japánban a chlorellával, majd a következő évtizedben a spirulinával Mexikóban.

Jelenleg a spirulina algát a világ 22 országában termesztik, köztük Európában Franciaországban és Spanyolországban (Habib és munkatársai, 2008).

Az alga tömeges termesztését általában sekély tavakban végzik, ahol egy lapátkerék segítségével keverik az algatenyészetet. Általánosságban kétféle nyitott medence terjedt el. Az egyik változatban azt betonnal bélelik ki, ezért költséges, a második egy sekély földalagút, melyet PVC-vel vagy egyéb műanyaggal bélelnek ki. A futócsatornák belső borítása növeli az alga biomassza előállításának költségét, ezért olcsóbb anyagokat és procedúrákat keresnek (Habib és munkatársai, 2008).

A kereskedelmi forgalomban kapható futócsatornák felülete 0,1 és 0,5 hektár között mozog, a tenyésztési mélység pedig 15-18 cm. A keverőeszközöknek két fajtája ismert, a nagy átmérőjű, akár 2 méteres, ezeknek a sebessége 10 fordulat/perc. A kisebb átmérőjű keverőlapátok átmérője 0,7 m és a sebességük 2-3-szorosa mint a nagyobb változatnak. A lapátos keverésnek a nehézsége, hogy turbulens áramlást kell biztosítani a tenyészet számára, ellenkező esetben nem lesz optimális a fény az egysejtű algák számára (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.4. A spirulina alga feldolgozásának lépései

Az alga betakarítása, feldolgozása és csomagolása 8 fő szakaszból áll. Első lépésként az alga szűrése és tisztítása szükséges, ezt a víztározó bejáratánál beépített nylon szűrővel lehet megoldani. Utána egy vizes átmosás következik, ami a sótartalom csökkentése miatt szükséges. Az átmosás után a koncentráció következik, mely során a lehető legnagyobb mennyiségű víz eltávolítása a cél. Ezután a semlegesítés történik savas oldat hozzáadásával. A bomlasztás lépéseként egy daráló segítségével lebomlasztják a trichomákat. A gyártástechnológia legköltségesebb eljárása a dehidratálás (Habib és munkatársai, 2008). Általában a tengeri moszatokat Európában és Japánban kémiaeset körülmények között szárítják, 45-50 °C körül, hosszabb időn keresztül, napon vagy meleg levegős kamrában. Ezek az eljárások csökkentik a fehérje denaturáció esélyét (Kim, 2011). A végterméknek a hamutartalma ideális esetben 7% körüli. A megfelelő tároláshoz a szárított alga nedvességtartalma felső határa 3-4% (Vonshak és Richmond, 1988). Az elkészült terméket friss, száraz, világításmentes, kártevőmentes és higiénikus raktárakban tárolják (Ayala, 1998).

3.4.5. Spirulina alga tápértéke

A spirulina alga kémiai és tápanyagtartalma erősen függ a termelési körülményeitől. Az édesvízben termesztett, szárított, porított spirulina alga összetétele lett megvizsgálva. Érdeemes megjegyezni, hogy a spirulina sejtfala fehérjéből, szénhidrátból és zsírból áll, ezért ezek a tápanyagok biológiai hozzáférhetősége nagyobb lehet, mint más élelmiszerforrásoknál, különösen a növényi eredetű élelmiszereknél (Sharoba, 2014).

A spirulina alga egy teljes értékű, és tápanyagokban leggazdagabb élelmiszerforrás a világon. Több mint 100 tápanyagot tartalmaz, többet, mint bármely más növény, gabona vagy gyógynövény. A spirulina alga 62,84% fehérjét tartalmaz, többet, mint bármely más természetes élelmiszer. Megtalálható benne még olyan esszenciális ásványianyag is, mint a kalcium, magnézium, kálium, foszfor, vas és cink. A spirulina alga az egyetlen olyan táplálékforrás az anyatejen kívül, amely jelentős mennyiségű esszenciális aminosavat, esszenciális zsírsavat és GLA-t tartalmaz, amely segíti szabályozni a teljes hormonrendszer működését (Sharoba, 2014).

Tartalmaz még számos antioxidánst, köztük például a fikocianint, ami csak ebben az algában található meg. Ez a mikroalga a legnagyobb természetes forrása az E-vitaminnak és a béta-karotinnak, valamint nagy mennyiségben tartalmaz B-vitamin csoportokat is (Sharoba, 2014).

Az Amerikai Egyesült Államok Rákintézetének megállapítása alapján napi 6 mg béta-karotin bevitel nagymértékben csökkentheti a rák kockázatát. Ez a napi ajánlott mennyiség körülbelül 4 g spirulina algát jelent (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.6. Spirulina alga használata gyógykezelésekben

Klinikai vizsgálatok megmutatták, hogy a spirulina alga fogyasztása számos betegség kiegészítő táplálékként szolgálhat. Ezen betegségek esetén bizonyult hatékonynak a szedése: vérsírszint csökkentése, fehérvérsejtek számának mérséklése sugárterápia után, kemoterápiánál. A spirulinát alkalmazzák egészségügyi élelmiszerként, takarmányként, és biokémiai termékek készítésénél (Becker, 1988; Borowitzka, 1988; Richmond, 1988).

Egy másik felhasználása az immunrendszer erősítését szolgálja. Néhány Kuming városi kórház alkalmazta mint segédgyógyszer. Használata hatékonynak bizonyult a vérsírszint csökkentésében, a fáradtság elleni küzdelemben, valamint növeli a szintjét az Ig-A-nak és az Ig-M-nek. A spirulina algában található fikocianin gátolja a humán leukémiás K562 sejtek növekedését is (Liu és munkatársai, 2000).

Spirulina algával és egyéb gyógynövények kivonataival, valamint vitaminokkal és ásványianyagokkal előállított készítményt árulnak a premenstruációs szindróma enyhítésére. (Richmond, 1988)

3.4.7. Spirulina alga, mint táplálékkiegészítő

Gazdag kiváló minőségű fehérjében, vitaminokban, ásványi anyagokban és számos biológiailag aktív anyagokkal (Becker, 1994). (Habib és munkatársai, 2008).

Magas koncentrációban tartalmaz esszenciális többszörösen telítetlen zsírsavakat. Száraz biomasszában akár 2% GLA-t tartalmazhat. Számos tanulmány kimutatta, hogy a GLA majd a PGE1- hiány számos degeneratív betegségben játszhat szerepet. A GLA forrása az algán kívül lehet az anyatej, olajos kivonatok, a feketebizli és a borágó magvak. 10 g spirulina alga több mint 100 mg GLA-t biztosít, ami segíthet az ízületi gyulladás, szívbetegségek, és a cinkhiány gyógyításában (Henrikson, 1989).

Egy Japánban végzett kutatásban magas koleszterinszinttel, enyhén magas vérnyomással és hiperlipidémiával küzdő férfiakat vizsgáltak. Napi 4,2 g spirulinát fogyasztott az egyik csoport 8 héten át, míg a másik hasonló mennyiségű spirulina szedését 4 hét után abbahagyta. A japán klinikusok azt állapították meg, hogy a spirulinával dúsított élelmiszerek enyhíthetik a betegséget, mert javult az érlelmeszesedési index (Henrikson, 1989).

A spirulina jelentősen csökkentette a vércukorszintet 40-60 év közötti férfiak és nők esetében egyaránt. Az indiai Coimbatore-ban 20 férfin és 20 nőn végeztek vizsgálatot és arra a következtetésre jutottak, hogy a spirulina alga táplálékkiegészítőként való alkalmazása jelentősen csökkentette a vércukorszintet (Anuradha and Vidhya, 2001).

Mexikóban megfigyelték, hogy napi 10-15 g spirulina szedése gyors gyógyulást eredményezhet alultáplált gyermekek és felnőttek esetében. A spirulina algán kívül a receptben még volt köles, víz és fűszerek.

Egy kínai kórházban, a Nanjing Gyermekkórházban spirulina algát használtak gyermek tápszer részeként. Harminc 2 és 5 év közötti gyermekek esetében 27 gyermek rövid idő alatt felgyógyult az étvágytalanságból, az éjszakai izzadásból, a hasmenésből és a székrekedésből (Henrikson, 1989).

3.4.8. Élelmiszerbiztonsági megfontolások

Európában egyes tengeri élőlény védelem alatt áll, ezért élelmiszeripari felhasználásuk tilos, vagy emberi fogyasztásra korlátozott engedélyt kaptak. Csúpan 12

makroalga és 2 mikroalga kapott engedélyt élelemiszeripari felhasználásra. A két mikroalga a *Spirulina* sp, és az *Ondothella* sp (Kim, 2011).

Az „alga-tabletták” legtöbb esetben spirulina és a *Chlorella* édesvízi fajokat tartalmazó étrendkiegészítők. A napi ajánlott fogyasztási mennyisége 3-5 g /nap (Nébih, 2013).

Ismételten felmerültek kérdések az algák magas nehézfém tartalmával kapcsolatban. Az Ausztriai Egészség- és Táplálkozásbiztonsági Ügynökség megvizsgálta 18 algát tartalmazó étrendkiegészítő esetében a nehézfém tartalmat. Azt az eredményt kapták, hogy egy termék kivételével nem haladták meg a jogszabályban meghatározott határértéket, így ezek a termékek az ajánlott fogyasztási mennyiségek betartása mellett nem járnak toxikológiai kockázattal (Nébih, 2013).

A kékalgafajok közül számos termel toxint (mikrocisztineket, főleg MCYST-LR-t). Ezért fontos tisztázni, hogy mely fajok, mert fennáll a fajcsere és/vagy más fajokkal való beszennyeződésének veszélye. Különös figyelmet kell erre fordítani, azokban az országokban, ahol nincs erre külön szabályozás (Habib és munkatársai, 2008).

A kékalga termékeken végzett vizsgálatok és a kockázatkezelési döntések viszonylag új keletűek. Eddig nincs meggyőző bizonyíték a spirulina algában megtalálható mikrocisztinek jelenlétére vagy hiányára (Habib és munkatársai, 2008).

Egy 2000-ben végzett vizsgálatban 15 db spirulina alga tartalmú étrendkiegészítőt vizsgáltak MCYST-Lr jelenlétére figyelve. Az eredmény kimutatta, hogy mindegyikben fellelhető volt a jelenléte, viszont a szabályzási szint (1 µg/g) alatt tartalmazta azt. Ezért a spirulina algát GRAS-nak, azaz általánosan biztonságosnak elismert termékeknek nyilvánították, a jellemző felhasználási szintek (0,5- 3 g/adag) között (Gilroy, Kauffman, Hall, Huang és Chu, 2000).

Mindazonáltal a spirulina algát tartalmazó termékek fogyasztásának biztonsági szintjét és egyéb lehetséges veszélyeit nem állapították meg mindent kizáróan. Ezért különleges elővigyázatra lenne szükség a spirulina algát tartalmazó termékek fogyasztásával kapcsolatban a lakosság egyes veszélyeztetett csoportjai esetében, mint a terhes, a szoptató nők és az immunhiányos betegségben szenvedők (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.9. Spirulina alga felhasználása, mint színezék

Gyakran egy élelmiszer elfogadottságát a megjelenése is meghatározza, az egészségesebb és vonzóbb külsővel rendelkező élelmiszer piacképesebb. Az élelmiszeripar szintetikus anyagokat használ a színvesztések kiküszöbölésére. Napjainkban a

természetes pigmentek egyre értékesebbek a természetes termékek iránti kereslet növekedése miatt. (Kim, 2011).

A spirulina kékeszöld színét két pigmentnek köszönheti: a fikocianinnak (kék) és a klorofillnak (zöld). A fikocianin kereskedelmi forgalomba 1980-ban került a Dainipon Ink&Chemicals Inc által „Lina-Blue-A” márkánév alatt. Ezt a terméket főként az élelmiszeripar használja ehétő színezékként jégkrémekben. A másik nagy ipar, amely ezzel a színezékkal foglalkozik, az az a kozmetikumipar (Habib és munkatársai, 2008).

A fikocianin piaca kicsinynek tekinthető, éves szinten, mintegy 6 tonnára becsülhető. Egy felmérés alapján egy 200 m²-es területű tóból kinyert 100 kg spirulina biomasszából kinyerhető 60 kg nyers fehérje, 1-3 kg fikocianin, vizes extrakció után pedig továbbá 1-2 kg klorofillt, 100-200 g xantofillt és 100-200 g béta-karotint (Habib és munkatársai, 2008).

3.4.10. Spirulina algából készült termékekkel kapcsolatos tanulmányok

Számos tanulmány található a spirulina algát tartalmazó különböző ételekről és italokról. A felhasznált mennyiségek széles skálán mozognak 0,1 és 20% között.

Az egyik termékfejlesztés célja, amit Gubanenکو és munkatársai 2019-ben csináltak, hogy egy olyan sportitalt fejlesszenek ki, amelyben a megnövelt fehérje mennyiséget a spirulina alga biztosítaná. Az ital az algán kívül (1,5g-; 2g-; 2,5g/100g) még tartalmazott növényi és állati eredetű natúr joghurtot, illetve pépes és bogyós gyümölcsöket. Elvégezték az italok tápérték elemzését is, amelyből kiderült, hogy a minták megfelelnek fehérjeforrásnak, illetve magas volt a vitamin és az ásványi anyagtartalmuk. Az érzékszervi teszten a 2% tartalmú spirulina teljesített a legjobban.

Sharoba 2014-ben vizsgálta meg a spirulina algát, mint összetevőjét egy étrendkiegészítő bebiételnek. Az összesen különböző 16 receptúra alapján készített mintákban nem csak a spirulina alga mennyiségét (0%; 2,5%; 5% és 7,5%), hanem az egyéb összetevőket is változtatták. Mind a spirulina algapor, mind a termék megfelelt a mikrobiológiai vizsgálaton. Az érzékszervi teszten kapott általános elfogadás alapján az 5%-os spirulina alga mennyigése nyerte el a képzett bírálók tetszését.

Balhol és munkatársa 2018-ban végzett termékfejlesztésének az volt a célja, hogy spirulinával feljavítson kivi és kantalusárgadinnye nektárokat. A zöld alaplevű termékekhez különböző mennyiségben adtak spirulina algát (0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20%). A nektárok 25% gyümölcspüréből, vízből és citromsavból álltak (amivel a pH- állították be). Megállapították, hogy az elkészített gyümölcsnektárok fedezik a napi rost- cukor- pektin-; kalória- karotinoid- és C-vitaminszükségletet. Az érzékszervi teszten a kivi esetében a 10%

spirulina tartalmú mintát ítélték a legjobbnak, míg a kantalupdinnye esetében a 7,5%-ot tartalmazó emelkedett ki.

3.5. Felhasznált alapanyagok

3.5.1 Banán

A banán nagy népszerűségnek örvend a világban, számos országban fogyasztják alapvető élelmiszerként. Világszerte termesztik, a világkereskedelem szempontjából az ötödik helyet foglalja el a legfontosabb mezőgazdasági élelmiszernövények listáján. A banán fogyasztható nyersen vagy feldolgozva., valamint különböző élelmiszeripari termékek funkcionális összetevőjeként. A banán számtalan módon dolgozható fel, mint gyümölcsle, püré és liszt fogyaszthatják (Singh, és munkatársai, 2016).

A banán egy azonnal fogyasztható és megfizethető gyümölcs az emberek számára. Fogyasztása hozzájárul a jó egészség megteremtéséhez, köszönhetően a tápértékeinek és a gyógyhatásának. A banánban találhatóak különböző fitokémiai anyagok, amelyek fontos szerepet töltenek be az egészség megőrzésében, ilyenek például a „campesterol” és a „stigmasterol”, amelyek csökkentik a koleszterin felszívódását az emberi belekben (Knapp& Nicolas, 2006). Megfigyelték, hogy a banánpép bioaktív anyagokat is tartalmaz, mint, pl. fenolsavakat és flavonodokat, amelyeknek magas az antioxidáns potenciálja. A banán fogyasztása biztosítja a nagy mennyiségű kálium bevitelét, ami hatékonyan hozzájárul az izmok megfelelő működéséhez. Magas vastartalma miatt fogyasztása ajánlott vérszegénységgel küzdő emberek számára. A banánban található rezisztens keményítő, ami javítja az emészthetőséget és alkalmassá teszi fogyasztását szívbetegek és cukorbetegek számára egyaránt. (Singh, és munkatársai, 2016)

3.5.2. Kivi

A kivi közismertté vált az elmúlt két évtizedben a gyógyhatású tulajdonságai miatt. A gyümölcs a kínai Chang-Kiang völgyében őshonos. Az 1900-as évek elején exportálták először más országokba. A kivi egy kicsi gyümölcs, körülbelül 3 hüvelyk hosszú, kívül barna szőrös héj borítja, belül a zöld és fehér húsból álló magok találhatók. Felhasználása számtalan módon történhet, például nyersen fogyasztva, szárítva, fagyasztva, lekvár, zselé gyümölcsle alapanyagaként (Tyagi és munkatársai, 2015).

A kivi számottevő mennyiségben tartalmaz fitonutrienseket, vitaminokat és ásványi anyagokat, amelyek elősegítik az egészséget. Emellett nagy mennyiségben tartalmaz glükózt és gyümölcscukrot és kis mennyiségben szacharózt. Említésre méltó mennyiségben tartalmaz A-vitamint, E vitamint, K vitamint és flavonoid antioxidánsokat, úgy mint béta-

karotint, luthenint és xanthint. Néhány tanulmány kimutatta, hogy olyan betegségek esetén, mint az asztma, a cukorbetegség és a köhögés a kivi mindennapi fogyasztása pozitív hatással volt. Több káliumot tartalmaz, mint a banán vagy a citrusfélék. Kimutatták, hogy számos olyan hasznos vegyületet tartalmaz a kivi, melyek segíthetnek az alvászavar elleni küzdelemben (Tyagi és munkatársai, 2015).

3.5.3. Alma

A gyümölcsökben és zöldségekben gazdag étrend csökkentheti a krónikus betegségek, mint szív és érrendszeri betegségek és a rák kockázatát. Az alma fogyasztását összefüggésbe hozták egyes rákos megbetegedések, asztma és cukorbetegség kockázatának csökkentésével. Laboratóriumi vizsgálatok kimutatták az alma magas antioxidáns aktivitását, valamint a csökkentő képességét a lipidoxidáció és a koleszterinszint esetében. Az alma számos fitokemikáliát tartalmaz, köztük kvercetin, katechin, floridzin, és korogénsavat, melyek mind erős antioxidánsok. Az alma fitokémiai összetétele tartalma nagymértékben eltérhet a fajtától függően, valamint az érési szakaszokban. Tárolása alatt viszont alig vagy semennyire nem változtatja meg a fitokémiai összetételét a feldolgozással ellentétben (Boyer és Liu, 2004).

3.5.4. Narancs

A narancs egy kör vagy ovális alakú gyümölcs melyet porózus bőrszerű héj borít. Színük terjedhet a narancssárgától a vörösnarancsig. A gyümölcs belül szegmensekerekre tagolódik melyek kemény héja tartja össze a sok kicsi részt, amelyekben a narancs leve található. Az Ázsia trópusi és szubtrópusi területén őshonos gyümölcs a frissítő ízén kívül, még a tápanyagtartalmáról híres. A narancs tartalmaz fitonutrienseket, amelyek természetesen fordulnak elő a gyümölcsben, valamint olyan alapvető tápanyagokat, mint a folsav és a C-vitamin. A C-vitaminnak számos hasznos funkciója van, mint például segíti az ínyt, a bőr egészségének megőrzését és javítja a vas felszívódását. A folsav hozzájárul a magzat egészséges fejlődéséhez, valamint szerepet játszik a vörösvértest előállításában (Falguera és Ibarz, 2014).

3.5.5. Ananász

Az ananász egy trópusi gyümölcs, amely rendkívüli módon lédús, ízletes és egészséges. Ez a trópusi gyümölcs gazdag kalciumban, káliumban, C-vitaminban, szénhidrátban, nyersrostban és ásványi anyagokban. Ezek az összetevők mind hozzásegítenek az emésztőrendszer egészséges működésében és a kiegyensúlyozott táplálkozás fenntartásában (Hossain és munkatársai, 2015).

Az ananászlé magas C-vitamintartalmának köszönhetően kitűnő antioxidáns, valamint segíti a vas felszívódását a szervezetben. Egy csésze ananászlé biztosítja egy felnőtt napi ajánlott C- vitamin szükségletének 100%-át. Megtalálhatóak benne még nyomelemek is köztük mangán, ami a csontképződésben játszik szerepet, valamint réz, ami hozzájárul a vérnyomás és a szívritmus szabályozásához (Hossain és munkatársai, 2015).

3.5.6. Körte

A körte mind mérsékelt, mind szubtrópusi környezetben megterem. A körte gyümölcsét világszerte fogyasztják nem csak gyümölcs formájában, hanem feldolgozott termékekben is mint például italok formájában. A körtegyümölcsben található makro-és mikrotápanyagok említésre méltó mennyiségben. Fenolos vegyületei megtalálhatóak a héjban, a virágban, a magban, a kéregben és a levelekben. A körte esetében a héjban magasabb a fenolos vegyületek tartalma, mint a gyümölcshúsban (Nazir és munkatársai, 2020).

A körte rendelkezik még sebgyógyító hatással. A gyümölcsben található bór, ami segít a kalcium megtartásában, amely fontos szerepet játszik a csontok egészségének fenntartásában. Ezeken túlmenően ajánlott a gyümölcs héjának fogyasztása, mert oxidációscsökkentő hatása van, ami szükséges az egészség fenntartásában és a betegségek megelőzésében (Nazir és munkatársai, 2020).

3.5.7. Kókusztej

A kókusztej egy fehér, tejszerű anyag, amelyet a megérett kókuszdió húsából nyernek ki. A kókusztejben található zsírsavak középhosszú trigliceridek formájában vannak jelen, ami segíti a könnyű emészthetőséget. Egyes kutatók szerint a kókusztej tartalmaz egy bizonyos laurinsavat, ami gátolja az emlő- és endometriás rákos sejtekben az életműködést

A kókusztejet felhasználják még cukrászsüteményekhez, péksüteményekhez és kekszekhez. A kókusztej gazdag antioxidánsokban és E-vitaminban, ami segít az öregedés elleni küzdelemben. Fogyasztásának előnye továbbá, hogy támogatja az emésztést, táplálja a bőrt és antimikrobás hatása van. A kókusztej amellet, hogy tápanyagokban gazdag, még számos ásványi anyagot is tartalmaz nagy mennyiségben mint, vasat, kalciumot, káliumot, magnéziumot és cinket (Tulashie, 2022).

4. Anyagok és módszerek

4.1. Mérés helyszíne

A szakdolgozat készítéséhez a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetemen Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék laboratóriumát használtam. A gyümölcslevelek összeállítását és az érzékszervi bírálatot a G épület alagsorában található tanüzemben végeztem, a méréseket pedig a D épületben található laboratóriumban csináltam.

4.2. Alapanyagok

A gyümölcsturmix alapanyagai helyi kereskedelmi láncból lettek beszerezve. A kivi, a narancs, az alma, a körte és banán friss állapotban lettek felhasználva, az ananászt 100%-os gyümölcslé formájában adtam a termékekhez. A kókusztejnek a konzerv változatát használtam.

4.3. Munka menete

A kivi és a narancs esetében hámozás és kockázás után kerültek a Cattler kéttálcás lékészítő berendezésbe. Az almát mosás és magház kivágás után, a körtét mosás és magház kivágás után előfőzés (80°C kb. 6 perc) után helyeztem a gépbe. A banánt darabolás után kevés víz hozzáadásával pépes állományra turmixoltam konyhai turmixgép segítségével. A smoothie-k összeállítása az 1. táblázatban látható receptúra szerint történt.

A termékfejlesztés második körében, miután az első mintákon végzett érzékszervi teszt alapján meghatároztam a legkedveltebb spirulina alga mennyiséget, változtattam a felhasznált nyersanyagok mennyiségén. A második körben készített minták receptjeit a 2. táblázat mutatja.



3. ábra: A dolgozatban felhasznált Spirulina algaport



4. ábra: Előkészített levek az összekeverés előtt

1. táblázat: Spirulina algát különböző mennyiségben tartalmazó smoothie-k összetétele

Minták	Spirulina alga mennyiség(%)	Nyersanyagok (%)						
		Alma	Banán	Körte	Kivi	Narancs	Ananász	Kókusztej
Minta-1.1	1	27,4	17,12	17,12	9,59	9,59	9,59	9,59
Minta-1.2	0,5	27,4	17,12	17,12	9,59	9,59	9,59	9,59
Minta-1.3	0,25	27,4	17,12	17,12	9,59	9,59	9,59	9,59
Minta-1.4	0,1	27,4	17,12	17,12	9,59	9,59	9,59	9,59

A recept összeállítása után a rostos lé melegen lett töltve 220 ml-es üvegekbe. A hőkezelés időtartamának meghatározásánál figyelembe vettem a termék pH értékét (3,4). Deák Tibor és munkatársai 2006-ban készített munkája alapján az összeállított termék a pH értéke alapján az erősen savas gyümölcsbefőttek termékcsoportjába tartozik, ezért elegendő a 100 C° alatti hőkezelés. A hőkezelést pasztórkádban végeztem 83°C-os vízben 20 percen keresztül. A hőkezelést intenzív vizes hűtés követte.



5. ábra: Hőkezelt mintákról (MINTA-1) (Spirulina alga tartalom alapján, balról kezdve: 1%; 0,5%; 0,25%; 0,1%; 0%)

2. táblázat: Változatlan mennyiségű Spirulina algát, valamint különböző mennyiségben felhasznált nyersanyagot tartalmazó minták összetétele (MINTA-2)

Minták	Spirulina alga mennyiség(%)	Nyersanyagok (%)						
		Alma	Banán	Körte	Kivi	Narancs	Ananász	Kókusztej
Minta-2.1	0,1	34,21	6,58	6,58	13,16	13,16	13,16	13,16
Minta-2.2	0,1	31,58	13,16	13,16	10,53	10,53	10,53	10,53
Minta-2.3	0,1	28,95	19,74	19,74	7,89	7,89	7,89	7,89
Minta-2.4	0,1	26,32	26,32	26,32	5,26	5,26	5,26	5,26



6. ábra: Hőkezelt minták (MINTA-2, csoport balról: MINTA-2.1; MINTA-2.2; MINTA-2.3; MINTA-2.)



7. ábra: Hőkezelt mintákról (MINTA-2) készült saját kép a 4 hónapos tárolás után (balról: MINTA-2.1; MINTA-2.2; MINTA-2.3; MINTA-2)

A MINTA-2 csoport esetében a receptúra alapján összeállított gyümölcspépet hidegen töltöttem és hőkezelttem. A hőkezélést ebben az esetben méreteztem a ELLAB készülék segítségével. A hőkezelés időtartamát a pasztörözési egyenérték alapján határoztam meg,

4.4. Mérések

Minden mérést háromszor ismételt meg szobahőmérsékleten.

4.4.1. pH

Az élelmiszerek pH-jának meghatározása fontos a megfelelő hőkezelési mód kiválasztásához. A mérést a Testo 206-pH2 pH mérővel végeztem.

4.4.2. Refrakció

A vízdoldható szárazanyag tartalmat az ATAGO DBX-55 digitális refraktométer segítségével határoztam meg. Mérés előtt és minta váltáskor a készüléket desztillált víz segítségével tisztítottam meg.

4.4.3. Sűrűség

A sűrűség méréséhez a DM3420-es készüléket használtam.

4.4.4. Színmérés

Színméréshez a CIE lab színekordinátáit (L^* , a^* ; b^*) használtam. A CIE lab ellentétes színpárok rendszerén alapszik. Az L^* jelöli a világossági tényezőt, az a^* a minták pirosságát vagy zöldességét, a b^* pedig a sárgaságot, illetve a kékességet tudjuk jellemezni. Ezek ismeretében tudjuk meghatározni a ΔE^* értékét, azaz a színinger különbséget, ami a szintérben két pont közötti távolságot adja meg (Hovorkáné Horváth, 2007)

1. egyenlet: ΔE^* kiszámításához használt képlet (Hovorkáné Horváth, 2007)

$$\Delta E_{ab}^* = \left((L_p^* - L_B^*)^2 + (a_p^* - a_B^*)^2 + (b_p^* - b_B^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

3. táblázat: ΔE^*_{ab} és a vizuális érzékelés közötti kapcsolat (Hovorkáné Horváth, 2007)

ΔE^*_{ab}	Szemmel érzékelhető eltérés
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető.
$1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető.
$3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól látható
$6,0 < \Delta E^*_{ab}$	Nagy.

A színméréshez a Konica Minolta Chorma meter CR-400-as készülékét használtam. A refrakciót, a színmérést és a sűrűséget a második mintasorozat elkészülése után, valamint a negyedik hónapban is megcsináltam.

4.4.5. Viszkozitás

A viszkozitás meghatározása folyásgörbék alapján történt. A méréseket az Anton Paar Physica MCR 51 moduláris kompakt reométer segítségével végeztem. A méréstartomány 500 és 1000 fordulatszám között volt, valamint 30 adatpont rögzítése után nem mértem tovább. A mérőrendszer típusa: ST24-2D/2V/2V-30-SN13856; $d=0$ mm. A műszer a méréseket azután indította el, hogy a minta hőmérséklete elérte a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. A mérést a minta elkészítésekor és a negyedik hónapban végeztem el.

4.4.6. Hőkezelés méretezése

A hőkezelés méretezését az ELLAB készülék segítségével hajtottam végre. A készülék egyszerre két minta párhuzamos mérésére alkalmas, ezért a négy minta esetében két egymás követő mérést hajtottam végre. A készülék képes előre meghatározott időközönként (pecenként) rögzíteni a hidegpontban a hőmérsékletet, a hőközlő közeg (víz) hőmérsékletét, valamint a hozzájuk tartozó hőkezelési egyenértéket (F0/P0).

4.4.7. Érzékszervi teszt

Az érzékszervi tesztet a G-alagsor konzervtechnológiai laborban végeztem. A bírálók laikus fogyasztók voltak. Előzetesen a termékről csak annyi ismeretünk volt, hogy egy allergénmentes gyümölcsöket tartalmazó, hőkezelt smoothie. Mind a MINTA-1, mind a MINTA-2 -es csoporton végeztettem bírálatot. A mintákat 3 jegyű kódszámokkal láttam el. Az első és a második alkalommal is egy 100 pontos rendszert használtam, de a tulajdonságokra adható maximális pontszám változott. A próbastatisztikához a Past4.1- ben található several sample test statisztikát használtam, azon belül pedig a p-érték alapján következtettem.

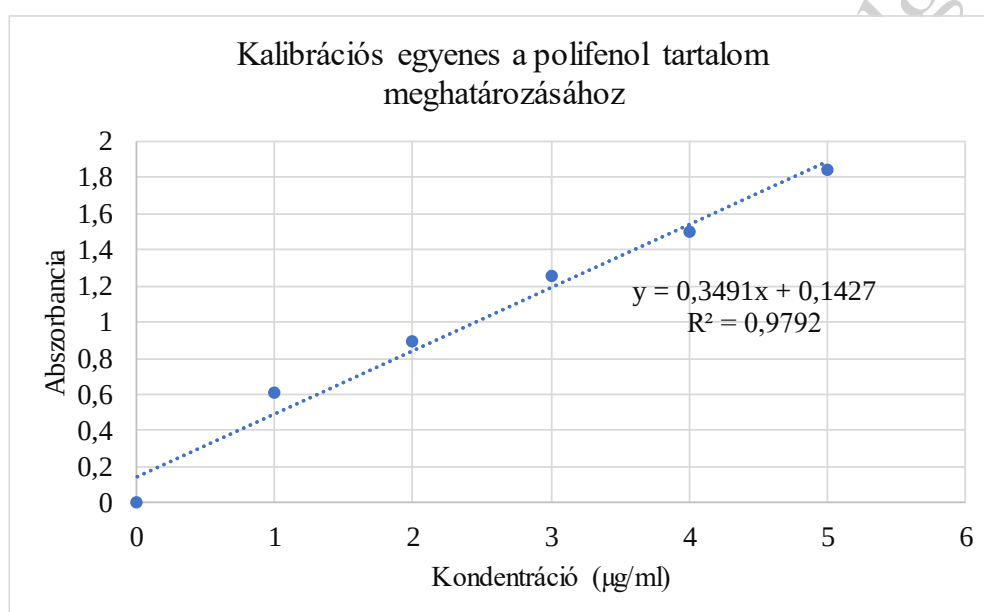
4.4.8. Összes polifenol meghatározás Folin-Ciocalteu reagenssel

A vizsgálatot Singleton és Rossi 1965-ben kidolgozott módszere alapján végeztem el. A mérések előtt kalibrációt végeztem. A kalibrációhoz felhasznált oldatokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Polifenol tartalom kalibrációjához felhasznált oldatok

	Folin (μl)	MeOH:DV	Galluszsav	Na ₂ CO ₃	μM
1	1250	250		1000	0
2	1250	250		1000	0
3	1250	200	50	1000	6
4	1250	150	100	1000	12
5	1250	100	150	1000	18

A mérés során az oldatokat kémcsőben összekevertem, a Na₂CO₃ - ot egy perc után adtam hozzá. Az elkészített oldatokat 50°C-os vízfürdőbe helyeztem 5 percre, majd spektrofotométer segítségével 760 nm-en megmértem a minták abszorbancia mértékét.



8. ábra: Polifenol tartalom meghatározásához használt kalibrációs egyenes

A kalibrációs egyenes meredekségével és a kapott abszorbancia értékekkel az alábbi képlet alapján meghatároztam a minták összes polifenol tartalmát.

$$TPC = \frac{A}{\text{tg } \alpha} * \frac{V_{\text{ö}}}{V_m} * H$$

ahol,

TPC-összes polifenol tartalom

tg α – kalibrációs egyenes meredeksége

A - abszorbancia

V_ö - Össztérfogat

V_m - minta térfogat

H - hígítási tag

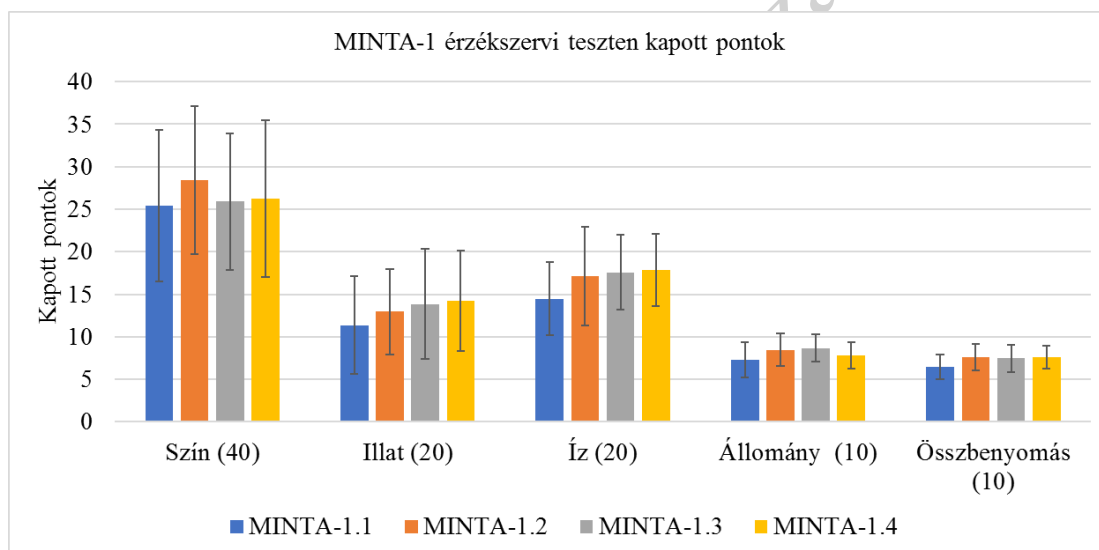
5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1. Érzékszervi vizsgálat eredménye - MINTA-1

Az első körben készített minták alapján szerettem volna meghatározni a legkedveltebb spirulina alga mennyiséget. A teszten összesen 19 ember vett részt. A teszten résztvevők életkora 15 és 52 között mozgott. Az érzékszervi teszt nem reprezentatív.

A 9. ábra a zárójelekben lettek feltüntetve a maximálisan adható pontok.

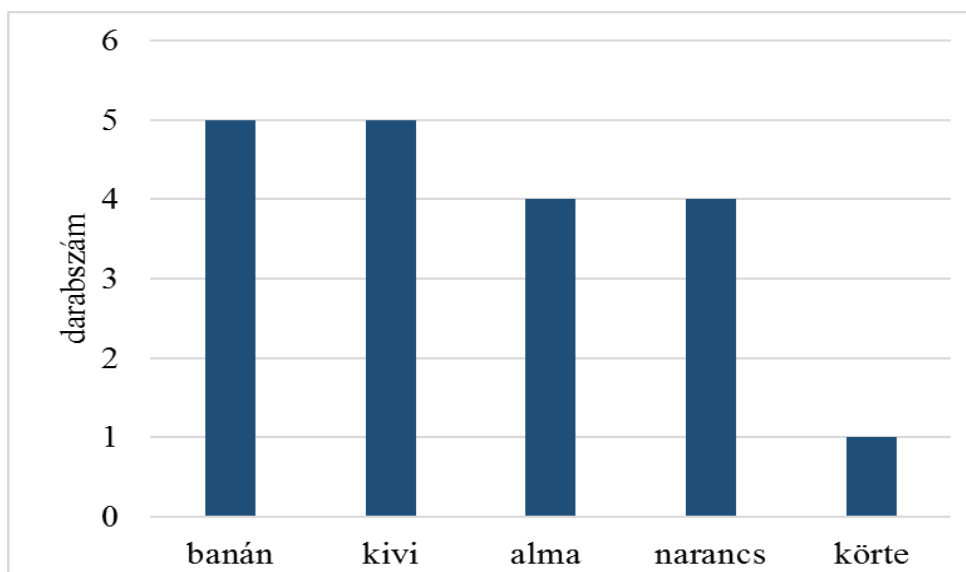
Az elvégzett próbastatisztika alapján egyik tényező megítélésében sem volt akkora különbség, ami szignifikánsnak mondható nem volt egyik tényező megítélésében akkora különbség, ami szignifikánsnak mondható. A próbastatisztikák eredményeit az 1. melléklet tartalmazza. Érdekes továbbá megjegyezni, hogy minden tulajdonságban a legnagyobb spirulina tartalmú minta kapta a legkevesebb pontot.



9. ábra: Első érzékszervi kapott pontok átlagai és szórásértékei

Annak kiválasztását, hogy a spirulinát milyen arányban tartalmazó minta volt a legkedveltebb az a kérdés segítette, hogy mely mintának tartják legmegfelelőbbnek a színét. A válaszadók 63%-a a 0,1% spirulina algát tartalmazó minta kódját írta ide. Az eredményekből az is kiderült, hogy az 1%-os Spirulina algát tartalmazó minta a teszten résztvevők 58%-ának túl sötétnek bizonyult.

A gyümölcsös mellékízre vonatkozó válaszokat egy gyakoriságot mutató oszlop diagramban ábrázoltam.



10. ábra: Gyümölcsös mellékízre kapott válaszok

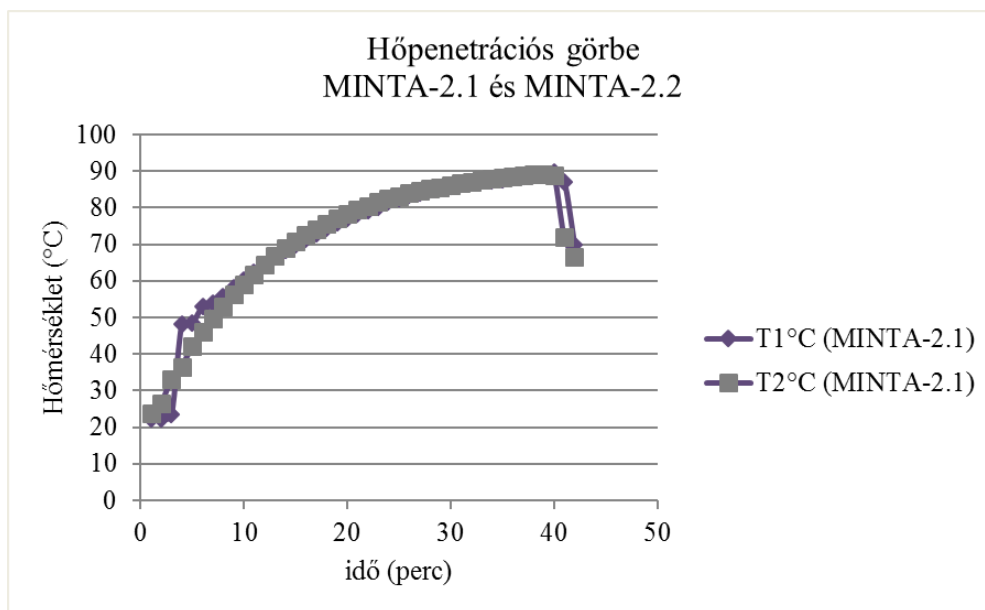
A 10. ábra mutatja, hogy a legjobban kiértézt gyümölcsök a banán és a kivi volt. Utána a narancs és az alma következett, végül egy találattal a körte. Az ananász és a kókusz ízét senki nem vette észre.

Mind a mellékíllatra, mind a mellékízre vonatkozóan érkeztek olyan válaszok, hogy spenót, fű, sóska és brokkoli. Ezek a válaszok a zöld szín asszociációjával magyarázhatóak. A MINTA-1-es csoporttal a hangsúlyt az érzékszervi vizsgálatra helyeztem, a többi vizsgálatot csak a MINTA-2-es csoporton hajtottam végre.

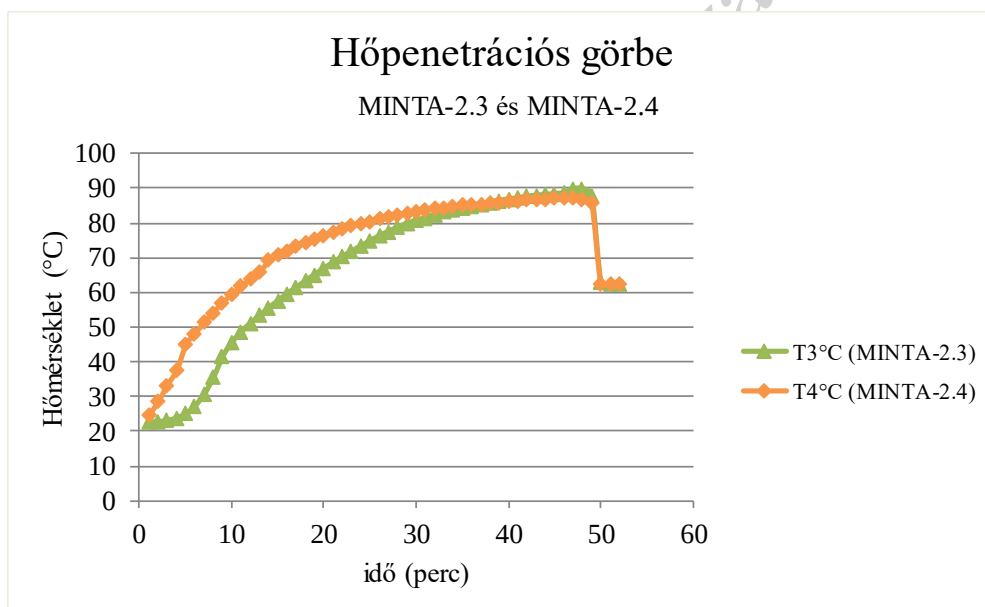
5.2. Hőkezelés méretezése

A 11. ábra és a 12. ábra mutatja a minták hőbehatolási görbét. A négy minta görbéje nem tér el egymástól jelentősen. A görbe megmutatja a termék leglassabban felmelegedő pontjában, azaz a hidegpontban mért hőmérsékletet az idő változása folyamán.

Az ábrákon jól elkülöníthető a felmelegedési és a hőtartási szakasz. A hűtési szakasz nincs feltüntetve az ábrákon. A hidegpontban mért maximális hőmérséklet a MINTA-2.1 esetében $89,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, a MINTA-2.2-nél $89,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a MINTA-2.3-nál $89,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, míg a MINTA-2.4-nél $87,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt.

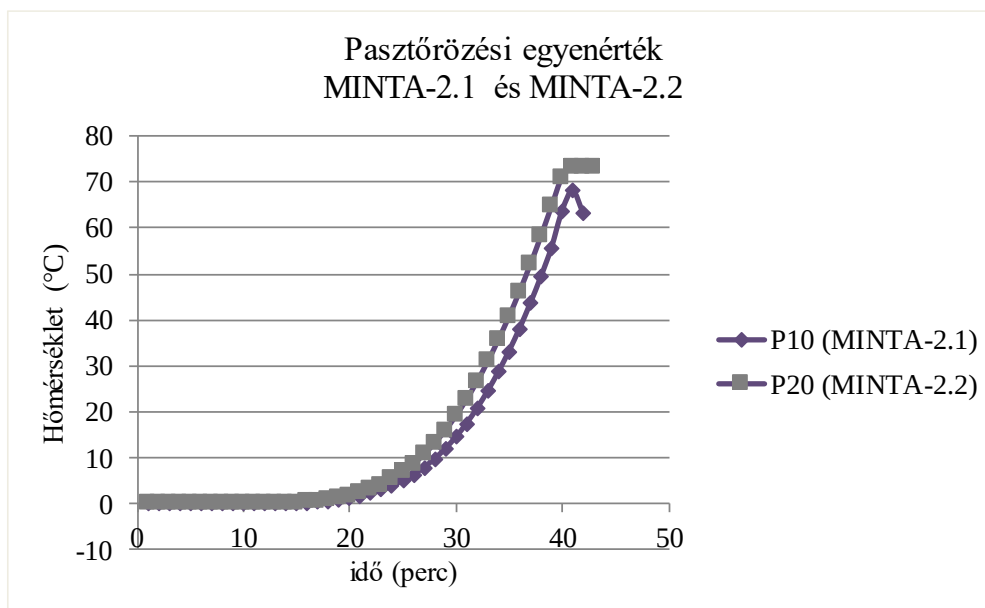


11. ábra: Minta-2.1 és Minta-2.2 Hőpenetrációs görbéje

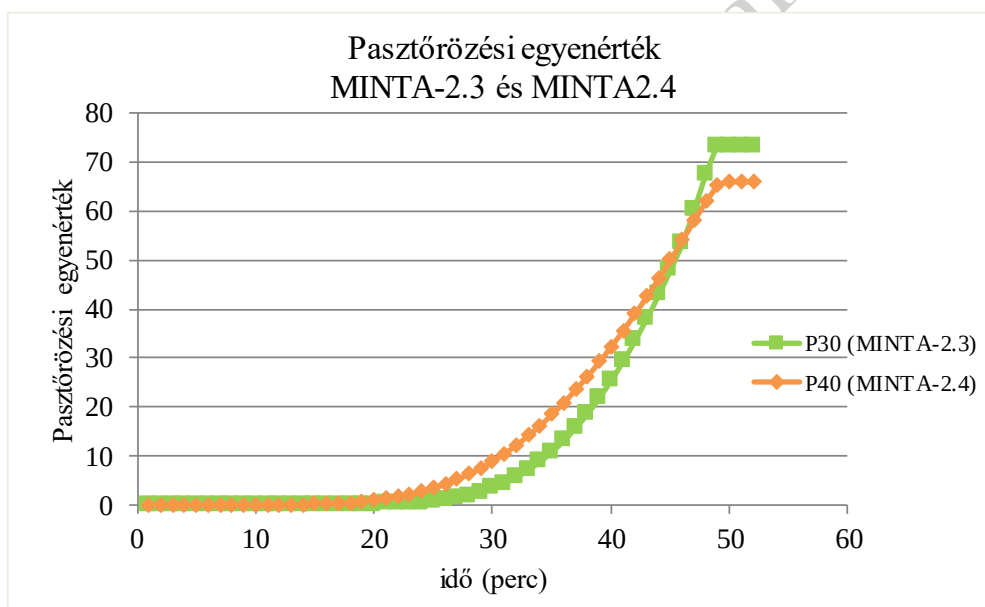


12. ábra: Minta-2.3 és Minta-2.4 Hőpenetrációs görbéje

A 13. ábra és a 14. ábra mutatja a pasztörözési egyenértéket. A pasztörözési egyenérték mutatja meg, hogy mennyire volt sikeres a hőkezelés. Minden minta esetében megközelítette a pasztörözési egyenérték a 70-es értéket, ami Deák Tibor 2006-ban készített munkája szerint azt jelenti, hogy megfelelő volt a hőkezelés.



13. ábra: Minta-2.1 és Minta-2.2 Pasztörözési egyenérték alakulás a hőkezelés folyamán



14. ábra: Minta-2.1 és Minta-2.2 Pasztörözési egyenérték alakulás a hőkezelés folyamán

5.3. Sűrűségmérés

5. táblázat: Sűrűség értékek összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

Minták	Sűrűség (g/cm ³) 0. hónap	Sűrűség (g/cm ³) 4. hónap
Minta-2.1	1,0425±0,0003	1,0095±0,0099
Minta-2.2	1,0444±0,0014	1,0307±0,0170
Minta-2.3	1,0505±0,0018	1,0437±0,0715
Minta-2.4	1,0882±0,0155	1,0637±0,0740

A minták sűrűség értékei készítéskor 1,0425 és 1,0882 g/ cm³ között mozogtak. A receptek közötti sűrűségkülönbséget a növekvő banánmennyiséggel lehet magyarázni. A 4 hónap végére minden minta esetében a sűrűség csökkent.

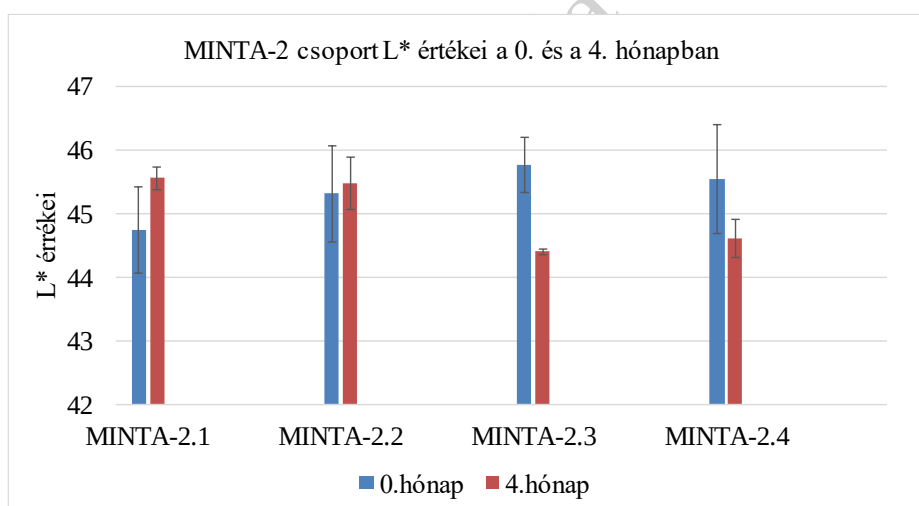
5.4. Refrakció

6. táblázat: Refrakció értékek összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

Minták	Refrakció 0.hónap	Refrakció 4.hónap
Minta-2.1	11,8±0,5132	10,77±0,1528
Minta-2.2	11,9	11,90±0,5196
Minta-2.3	13,4±0,4933	12,43±0,2082
Minta-2.4	13,2±0,2517	13,17±0,0577

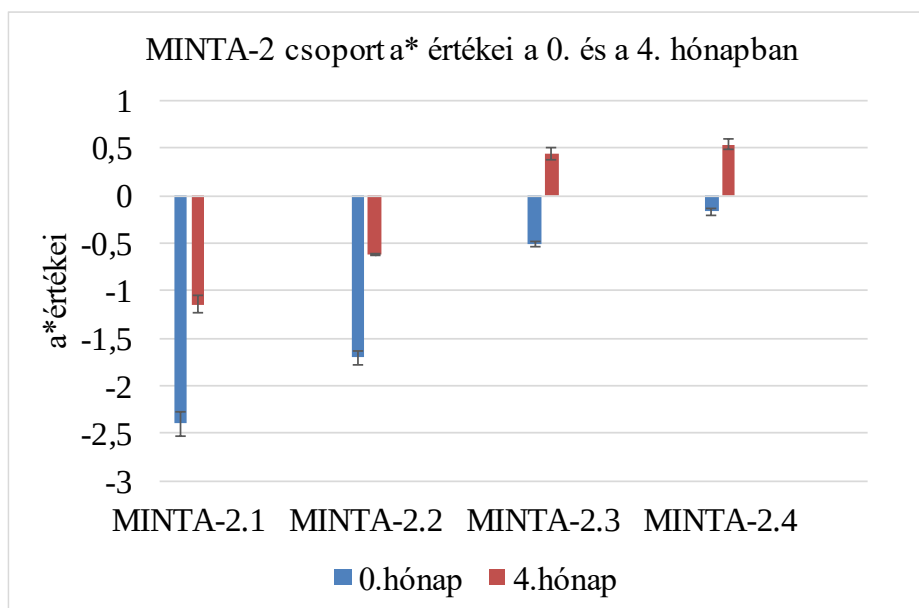
A minták refrakcióra kapott eredményei 11,8 és 13,2 közötti tartományban voltak. A tárolást követően sem változtak meg.

5.5. Színmérés



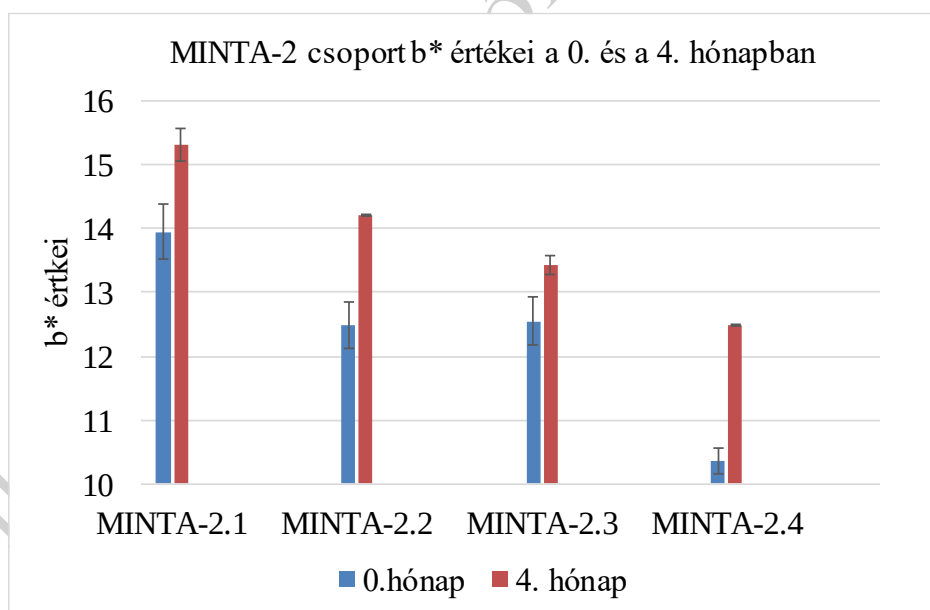
15. ábra: L* értékek összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

Az L* érték határozza meg a minták világosságát jelöli. A minták L* értékei a 0. hónapban 45 és 46 között mozogtak. A tárolás után visszamért Minta-2.1 és a Minta- 2.2 esetében az L* értéke nőtt, míg a másik két esetben csökkent.



16. ábra: a* értékek összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

A minták készítésekor minden termék a* értéke a negatív tartományban volt, tehát a minták színe zöldesebb volt. A tárolás során minden minta esetében nőtt az a* értéke, a 2.3 és a 2.4-es minta esetében pedig a pozitív tartományba csúszott át.

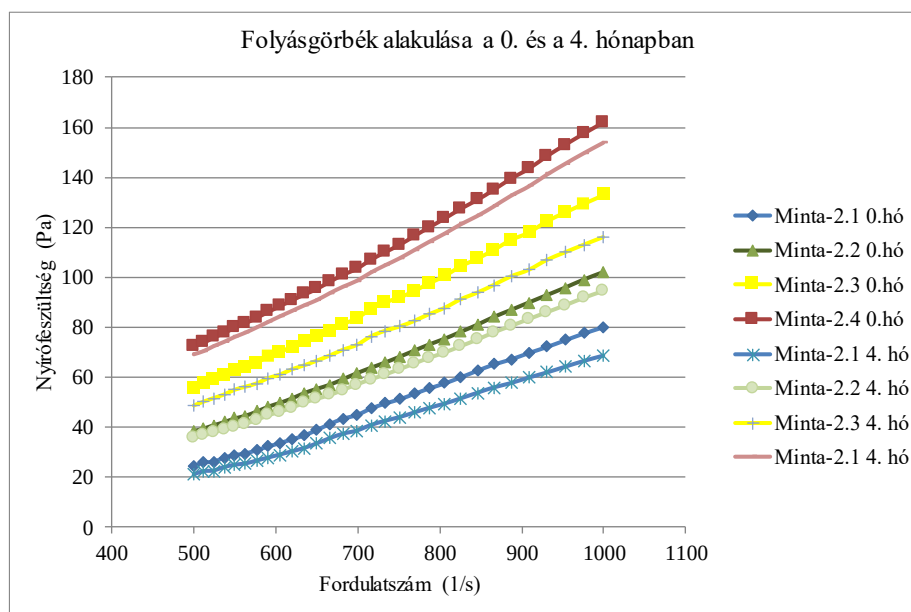


17. ábra: b* értékek összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

b* értéke jelöli a sárga/kék árnyalatokat. A b* pozitív értékei dominánsabb sárgás szín jelenlétét mutatja. A 4. hónap végére minden esetben emelkedett ez az érték. A legjelentősebb változást a MINTA-2.4 mutatja.

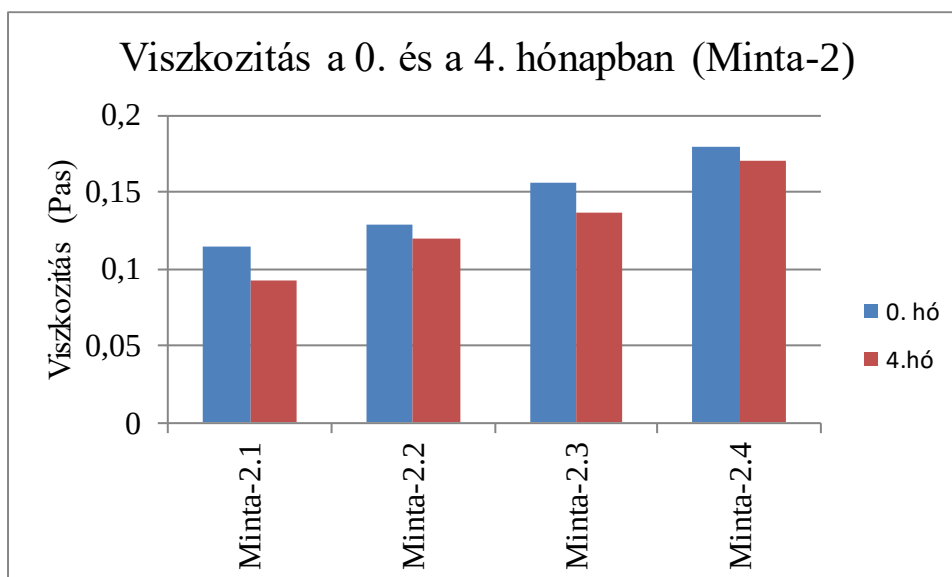
5.6. Viskozitás

A viszkozitás meghatározásához folyásgörbét vettem fel, mely görbéket a 19. ábrán láthatjuk. A mintapárok könnyebb felismerhetősége érdekében egy szint alkalmaztam páronként. A folyásgörbék diagramja alapján az állapítható meg, hogy a 4 hónapos tárolás során csak kismértékben csökkent a viszkozitás.



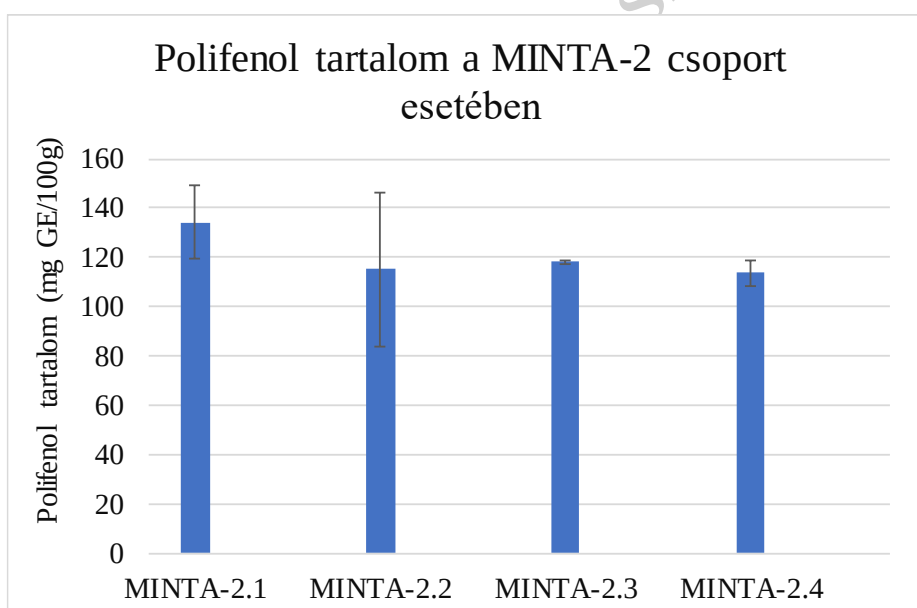
18. ábra: Folyásgörbék összehasonlítása a 0. és a 4. hónapban

A folyásgörbékből meghatározott pontos viszkozitás értékeket a 20- ábrán láthatjuk. A tárolás során minimálisan, de csökkent a viszkozitás. Ez megegyezik Novicka (2016) és Gomes és munkatársai (2001) megállapításaival. Meglátásuk szerint a gyümölcslevek tárolása során fellépő viszkozitás csökkenés elsősorban a pektin depolimerizációjával függ össze, amelyet a különböző endogén pektinázok, különösen a pektin-metilészteráz és a poligalakturonáz együttes hatása okoz (Duvetter et al., 2009).



19. ábra: Viszkozitás értékek a 0. és a 4. hónapban

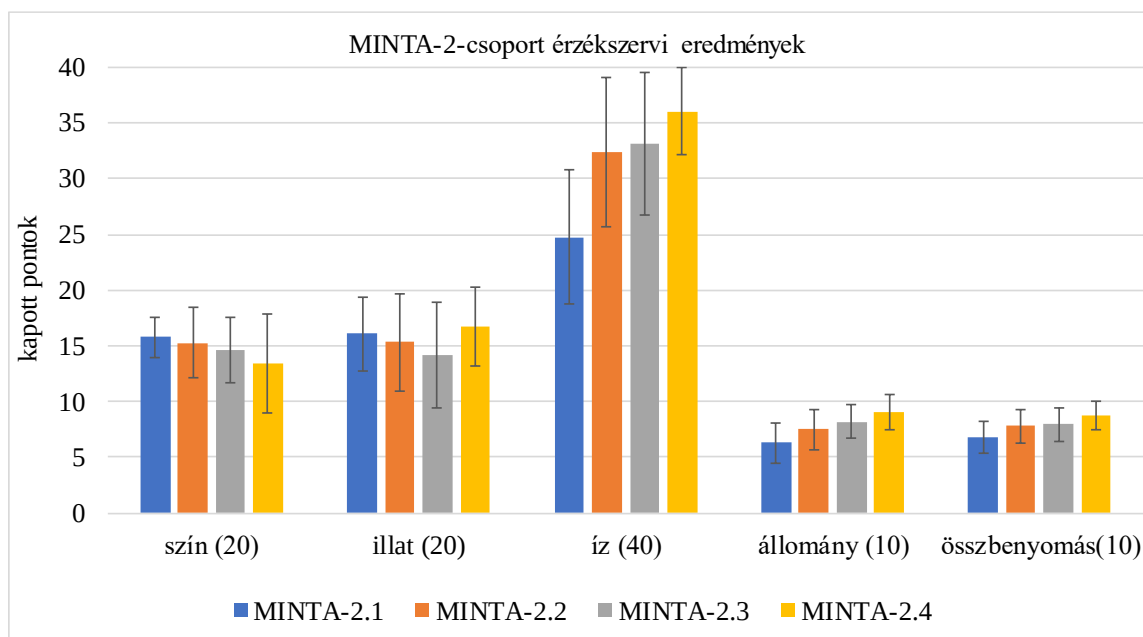
5.8. Polifenol tartalom



20. ábra: MINTA-2 csoportban található minták polifenol tartalma

A 20. ábra mutatja a minták polifenol tartalmát. A legtöbb polifenol vegyületet a MINTA-2.1 tartalmazta, ez azzal magyarázható, hogy ez a minta tartalmazta a legtöbb almát.

5.9. Érzékszervi vizsgálatok eredményei - MINTA-2



21. ábra: MINTA-2 mintacsoport érzékszervi teszten kapott pontjai és szórásai

A második érzékszervi teszten 13 fő vett részt. A második érzékszervi bírálaton az állomány és az összbenyomás esetében 10 pont, a szín és az illat esetében 20 pont, míg az íz esetében 40 pont volt adható.

Látható, hogy a szín kivételével a MINTA-2.4 kapta a legtöbb pontot. Megfigyelhető még, hogy a legnagyobb különbség az íz tekintetében volt a MINTA-2.1 és a MINTA-2.4 között. Megállapítható, hogy a minél kevesebb intenzív aromájú gyümölcsöt (kivit, ananászt) tartalmazott a minta, annál inkább kapott jobb értéket az ízlelési teszt során.

Az összebenyomás oszlopsémája megegyezik az állományéval és az ízével. Tehát elmondható, hogy az összebenyomás értékelésénél fontos tényező volt az íz és az állomány.

5.10. ΔE_{ab} színíngerkülönbség és vizuális érzékelés közötti kapcsolat műszeres, illetve érzékszervi teszt alapján

7. táblázat: Színínger különbség és a vizuális érzékek kapcsolata műszeres mérés alapján

	MINTA-2.1	MINTA-2.2	MINTA-2.3	MINTA-2.4
MINTA-2.1		Észrevehető	Észrevehető	Jól látható
MINTA-2.2	$2,4 \pm 0,87$		Alig észrevehető	Észrevehető
MINTA-2.3	$2,8 \pm 0,93$	$2,8 \pm 0,55$		Észrevehető
MINTA-2.4	$3,5 \pm 0,66$	$3,3 \pm 0,85$	$2,0 \pm 0,91$	

8. táblázat: Színínger különbség és vizuális érzékelés értéke érzékszervi teszt alapján

	MINTA-2.1	MINTA-2.2	MINTA-2.3	MINTA-2.4
MINTA-2.1		Alig észrevehető/ Észrevehető	Alig észrevehető/ Észrevehető	Jól látható
MINTA-2.2			Észrevehető	Jól látható
MINTA-2.3				Alig észrevehető
MINTA-2.4				

Az érzékszervi teszten kapott eredmények gyakoriság alapján lettek kiértékelve. Azok a kategóriák, melyekben 2 kategória is fel van tüntetve, ott nem volt egyértelmű eredmény. A műszeres és az érzékszervi vizsgálat alapján készített táblázatok mutatják, hogy a minták nagy részében a műszer és az emberi szem ugyanabba a csoportba osztotta a mintapárok közötti különbségeket. A sárgával színezett mezők mutatják azokat az mintapárokat, amelyeket az érzékszervi teszt és a műszeres vizsgálat eredménye eltért.

6. Összefoglalás

A munkám során megismertem a spirulina algával kapcsolatos szakirodalmat, amelyet kivonatos formában ennek a dolgozatnak az elején ismertettem. A spirulina algában rejlő potenciált jól mutatja, hogy az elmúlt pár évben számos tudományos munka szól a felhasználásáról. Számos kutatást olvastam, melyben a spirulina algát nem csak italokhoz/smoothie-khoz adják hozzá, hanem joghurthoz (Son és munkatársai, 2008) és kenyérhez is (Saharan és Jood, 2017). Saharan

Több különböző összetételű smoothie-t készítettem. Eredeti tervemben magasabb százalékban használtuk volna, azonban az 1%-os minta színe alapján a hozzáadott mennyiség csökkentése mellett döntöttem. Így az első körben a minták 1%-ot, 0,5%-ot; 0,25%-ot, illetve 0,1%-ot tartalmaztak. Az érzékszervi vizsgálat során kapott pontok alapján nem lehetett eldönteni, hogy melyik minta nyerte el leginkább a kóstolók tetszését. Ellenben a minta szín megfelelőségére irányuló kérdés alapján egyértelműen a 0,1%-ot tartalmazó minta volt a megfelelő. A teszten az is kiderült, hogy a kitöltők több mint felének már sötétnek bizonyult az 1%-ot tartalmazó minta.

A második körben minden recept 0,1% spirulina algát tartalmazott. Ezeken a mintákon vizsgáltam a sűrűséget, refrakciót, viszkozitást és színét, valamint megismételtem ezeket a méréseket 4 hónap tárolást követően. A refrakció és a sűrűség értékek nem tértek el nagyban sem egymástól, sem pedig a tárolás után. A 4 hónapos tárolás után visszamért termékek értékei nem tértek el nagyban a készítéskor kapott eredményektől. Egyedüli kivételként a szín értékeket lehet felhozni, ahol látszik változás.

A második körös érzékszervi teszten a MINTA-2.4 nyerte el a tetszést. Ez azzal magyarázható, hogy ebben a termékben voltak a legnagyobb arányban a gyakrabban fogyasztott gyümölcsök, mint alma, banán és körte.

A legkedveltebbnek választott MINTA-2.4 esetében a termék 0,1% spirulina alga mennyiséget tartalmazott. Ez az alga mennyiség a szakirodalomban megfogalmazott napi mennyiség töredékét tartalmazza.

A szakdolgozat írása közben is megfogalmazódott néhány ötlet, hogy hogyan lehetne magasabb koncentrációban alkalmazni a spirulina algát anélkül, hogy a fogyasztókat elriasztaná. Egy megoldás lehet egy sötétebb alapszínű lével készült ital fejlesztése, ahol a vásárló eredetileg is egy zöldes/sötét levet vár el. Alapanyaga lehetne zöldség mint, szárzeller, uborka, spenót illetve sóska, gyümölcs esetében pedig kivi.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr Szabó-Nótin Beatrixnak, hogy a munkám során nyújtott segítségét és támogatását.

Szeretnék köszönetet mondani a szüleimnek és az ikertestvéremnek a segítségért.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani az érzékszervi tesztelésen résztvevő személyeknek is.

Pelhrimovszky Zsófia szakdolgozat

Irodalomjegyzék

1. Anuradha, V. & Vidhya, D. (2001). Impact of administration of Spirulina on the blood glucose levels of selected diabetic patients. *Indian J. Nutri. & Dietetics*, 38: 40–44
2. Ayala, F. (1998.) Guía sobre el cultivo de Spirulina. In *Biotechnología de Microorganismos Fotoautótrofos*.
3. B.K. (ed): *Fruit Juices*. Academic Press, pp. 261-278 ISBN: 9780128022306
4. Bahlol H.E.M.; Sharoba A.M. and El-Desouky A.I. (2007) Production and evaluation of some food formulas as complementary food for babies using some fruits and vegetables. *Ann. of Agric. Sc., Moshtohor*, 45(1): pp.147-168.
5. Bahlol, H. E. M. (2018). Utilization of Sprulina Algae to improve the nutritional value of kiwifruits and cantaloupe nectar blends. In: *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 56(4th ICBAA), pp. 315-324.
6. Bahlol, H. E. M. (2018). Utilization of Sprulina Algae to improve the nutritional value of kiwifruits and cantaloupe nectar blends. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 56(4th ICBAA), pp. 315-324.
7. Bassham, J. A., (1977), Increasing crop productivity through more controlled photosynthesis, *Science*, 197 630-8.
8. Becker, E.W. (1988). Microalgae for human and animal consumption. In M.A. Borowitzka & L. Borowitzka, eds. *Micro-algal Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 222–256
9. Becker, E.W. (1994) Microalgae. In *Nutrition*. Cambridge, Cambridge University Press. . pp. 196–249.
10. Benzie, I. 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.
11. Borowitzka, M.A. (1988). Vitamins and fine chemicals from micro-algae. In M.A. Borowitzka & L. Borowitzka, eds. *Micro-algal Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 153–196.
12. Boyer, J., & Liu, R. H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition journal*, 3, pp. 1-15.
13. Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. C. (2006). Hőkezelés méretezése In: *Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda* pp. 129-130.

14. Duvetter, T., Sila, D., Van Buggenhout, S., Jolie R., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2009). Pectins in processed fruit and vegetables: Part I—stability and catalytic activity of pectinases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, pp.75-85
15. Élelmiszerbiztonsági Szemelvények, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Élelmiszerbiztonsági Kockázateértékelési Igazgatóság, 2013. évi 0.4 szám, 16. oldal.
16. Falguera, V., & Ibarz, A. (Eds.). (2014). *Juice processing: quality, safety and value-added opportunities*. CRC Press, pp: 13-33.
17. FAO (2004). Food and Agriculture Organization. *Products Year Report Rome*.
18. Furst, P. T. (1978), *Spirulina*, Human Nature, 60-5.
19. Gilroy, D.J., Kauffman, K.W., Hall, R.A., Huang, X. & Chu F.S. (2000). Assessing potential health risks from microcystin toxins in blue-green algae dietary supplements. *Environ Health Perspect*, 108: pp. 435–439 (available at <http://www.encyclopedia.com/doc/1G1-63322042.html>).
20. Gomes J.E., Perecin, D., Martins, A.B.G., & Fontes, S.R. (2001). Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. (Physical, chemical and rheological behavior of West Indian cherry juice stored at low temperature). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.2, pp.296-300.
21. Gubanenko, G., Naimushina, L., & Zykova, I. (2019): *Spirulina as a protein ingredient in a sports nutrition drink*. In 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019), pp. 162-166.
22. Habib, M. A. B., Parvin, M., Huntington, T. C., & Hasan, M. R. (2008). A review on culture, production and use of *Spirulina* as food for humans and feeds for domestic animals and fish, *FAO Fish. Aquac. Circ*, (1034).
23. Henrikson, R. (1989). *Earth food Spirulina*. San Rafael, California, USA, Ronorc Enterprises, Inc.
24. Horváth-Kerkai, E., Stréger-Máté, M. (2012), *Manufacturing Fruit Beverages and Contributes*, In: *Handbook of Fruits and Fruit Processing* Second edition. John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, New Jersey, U.S. pp. 216-226.
25. Hossain, M. F., Akhtar, S., & Anwar, M. (2015). Nutritional value and medicinal benefits of pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(1), pp. 84-88.

26. Hovorkáné Horváth, Z. (2007). A műszeres színmérés In: A fűszerpaprika örlemények érzékelt és mért színjellemzői (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem), pp.26-29.
27. Kim, S. K. (Ed.). (2011). Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology. John Wiley & Sons.
28. Knapp, F.F.& Nicholas (2006). The Sterols and Triterpenes of Banana Pulp. Journal of Food Science 34(6):584 – 586. DOI:10.1111/j.1365-2621.1969.tb12095.x
29. Liu, Y.F., Xu, L.Z., Cheng, N., Lin, L.J. & Zhang, C.W. (2000). Inhibitory effect of phycocyanin from *Spirulina platensis* on the growth of human leukemia K562 cells. J. Appl. Phycol., 12: pp. 125–130.
30. Nazir, N., Nisar, S., Mubarak, S., Khalil, A., Javeed, K., Banerjee, S., ... & Nayik, G. A. (2020). Pear. Antioxidants in fruits: properties and health benefits, pp. 435-447.
31. Nowicka, P., Wojdyło, A., Teleszko, M., Samoticha, J. (2016). Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit. LWT, 71(2) DOI: 10.1016/j.lwt.2016.03.021
32. Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Ecology pp. 3–20. Motril, Granada, España
33. Richmond, A. (1988). *Spirulina*. In M.A. Borowitzka & L. Borowitzka, eds. Microalgal Biotechnology, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 85–121
34. Richmond, A., (1988) *Spirulina*. In Microalgal biotechnology. (Borowitzka, A. & Borowitzka, L. (eds)), Cambridge University Press, pp.83-121.
35. Saharan, V., & Jood, S. (2017). Vitamins, minerals, protein digestibility and antioxidant activity of bread enriched with *Spirulina platensis* powder. International Journal of Agricultural Sciences, 7(3), pp.1292-1297.
36. Serebryanckaya ,T.S. and .Nikolayeva, G.G 2010,The Analysis of free amino acids of water extraction of herbal composition with neuroprotective action Bull. of the East Siberian Scientific Center, no 2 (72), pp. 213-215 (in Russ.).
37. Sharoba, A. M. (2014). Nutritional value of spirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas. In: Journal of Food and Dairy Sciences, 5(8), pp.517-538.
38. Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits–A review. Food chemistry, 206, pp.1-11.

39. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), pp. 144-158.
40. Sokolova, T.N., Prohorov, V.M and Kartashov, V.P, (2015) “Opredelenie pokazatelej biologicheskoy cennosti produktov pitaniya raschetnym metodom” [Determination of indicators of the biological value of food using a calculation method]. Nizhny Novgorod: Nizhny-novgorod State Technical University Publ., pp.17.
41. Son, C. W., Shin, Y. M., Shim, H. J., Kim, M. H., Kim, M. Y., Lee, K. J., & Kim, M. R. (2008). Changes in the quality characteristics and antioxidant activities of yoghurts containing spirulina during storage. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 18(1), pp. 95-103.
42. Spoehr, H.A. & Milner, H.A. 1949. The Chemical Composition of Chlorella: Effect of Environmental Conditions. *Plant Physiol.* pp. 24: 120.
43. Tiwari, U. (2018): Production of Fruit-Based Smoothies. In Rajauria, G., Tiwari Tulashie, S. K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., & Akpari, E. E. A. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6, pp. 100-206.
44. Tyagi, S., Nanher, A. H., Sahay, S., Kumar, V., Bhamini, K., Nishad, S. K., & Ahmad, M. (2015). Kiwifruit: Health benefits and medicinal importance. *Rashtriya krishi*, 10(2), pp. 98-100.
45. Vonshak, A. & Richmond, A. (1988). Mass production of the blue-green alga *Spirulina*: an overview. *Biomass*, 15: pp. 233–247.

Internetes források

Internet1:

https://www.who.int/news/item/11-11-2003-who-and-fao-announce-global-initiative-to-promote-consumption-of-fruit-and-vegetables?fbclid=IwAR34MnYn0U1Kcg1Aoz8ggDEpPiie-ERSDdxmbdAfCJ4GI6_B50rCZOwE2PI

(letöltés dátuma: 2023.10.20)

Internet2:

https://www.researchgate.net/figure/A-standard-design-for-industrial-production-of-spirulina_fig4_347950623

(letöltés dátuma: 2023.10.09)

Mellékletek

1. Minta-1-es csoport érzékszervi teszt kiértékelése próbastatisztika eredmények
(past4.1/ANOVA-Several sample test)

Szín:



Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> (same)
Between groups:	102,947	3	34,3158	0,4272	0,7341
Within groups:	5784	72	80,3333		Permutation <i>p</i> (n=99999)
Total:	5886,95	75			0,734

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	-2,42198	Var(error):	80,3333	ICC:	-0,0310863
-------------	----------	-------------	---------	------	------------

*omega*²: 0

Levene's test for homogeneity of variance, from means *p* (same): 0,805

Levene's test, from medians *p* (same): 0,883

Welch *F* test in the case of unequal variances: *F*=0,4157, df=39,95, *p*=0,7427

Bayes factor: 0,02602 (very strong evidence for equal means)

Illat:

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> (same)
Between groups:	93,5789	3	31,193	0,8734	0,459
Within groups:	2571,58	72	35,7164		Permutation <i>p</i> (n=99999)
Total:	2665,16	75			0,4613

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	-0,238073	Var(error):	35,7164	ICC:	-0,00671039
-------------	-----------	-------------	---------	------	-------------

*omega*²: 0

Levene's test for homogeneity of variance, from means *p* (same): 0,9493

Levene's test, from medians *p* (same): 0,8903

Welch *F* test in the case of unequal variances: *F*=0,8281, df=39,85, *p*=0,4863

Bayes factor: 0,04658 (strong evidence for equal means)

Íz:

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> (same)
Between groups:	136,566	3	45,5219	1,84	0,1476
Within groups:	1781,68	72	24,7456		Permutation <i>p</i> (n=99999)
Total:	1918,25	75			0,146

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	1,09349	Var(error):	24,7456	ICC:	0,0423192
-------------	---------	-------------	---------	------	-----------

*omega*²: 0,03208

Levene's test for homogeneity of variance, from means	<i>p</i> (same):	0,6263
Levene's test, from medians	<i>p</i> (same):	0,677

Welch *F* test in the case of unequal variances: *F*=1,946, df=39,8, *p*=0,1378

Bayes factor: 0,1595 (substantial evidence for equal means)

Állomány:

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> (same)
Between groups:	22,5658	3	7,52193	2,148	0,1016
Within groups:	252,105	72	3,50146		Permutation <i>p</i> (n=99999)
Total:	274,671	75			0,1004

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	0,211604	Var(error):	3,50146	ICC:	0,0569889
-------------	----------	-------------	---------	------	-----------

*omega*²: 0,04336

Levene's test for homogeneity of variance, from means	<i>p</i> (same):	0,6581
Levene's test, from medians	<i>p</i> (same):	0,8315

Welch *F* test in the case of unequal variances: *F*=2,014, df=39,76, *p*=0,1275

Bayes factor: 0,2344 (substantial evidence for equal means)

Összbenyomás:

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	17,1053	3	5,70175	2,407	0,07417
Within groups:	170,526	72	2,36842		Permutation p (n=99999)
Total:	187,632	75			0,07534

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	0,175439	Var(error):	2,36842	ICC:	0,0689655
-------------	----------	-------------	---------	------	-----------

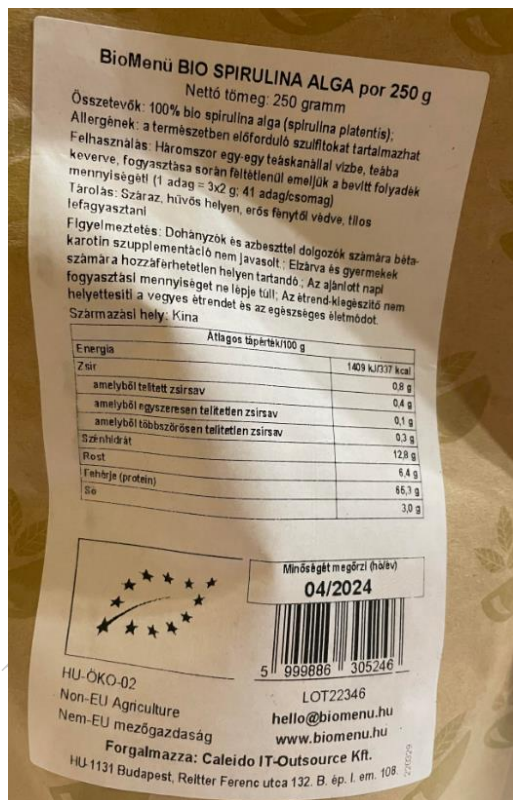
ω^2 : 0,05263

Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same):	0,9061
Levene's test, from medians	p (same):	0,9286

Welch F test in the case of unequal variances: $F=2,424$, $df=39,92$, $p=0,0799$

Bayes factor: 0,3229 (substantial evidence for equal means)

3: felhasznált alapanyag tápértéke



NYILATKOZAT

Pelhrimovszky Zsófia (hallgató Neptun azonosítója: WWHD2N) 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 védésre javaslom / nem javaslom.

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

Kelt: 2023. év november hó 04. nap

Szabó. Nóra Beatrix
belső konzulens

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Pelhrimovszky Zsófia
A Hallgató Neptun kódja: WWHD2N
A dolgozat címe: Spirulina algát tartalmazó gyümölcs smoothiek előállítás és vizsgálata
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyümölcs és Zöldségfeldolgozás 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 állítást teszek, tudomásul veszem, hogy a záróvizgabizottság 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 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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év november hó 05 nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.