

SZAKDOLGOZAT

Mikulás Krisztina Mária

2024



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

FEHÉRJÉVEL DÚSÍTOTT SMOOTHIE ITALOK
VIZSGÁLATA

Belső konzulensek:

Dr. Mednyánszky Zsuzsanna
Tanszékvezető egyetemi docens
Némethné Dr. Szerdahelyi
Emőke
Tudományos főmunkatárs

Belső konzulensek
intézete/tanszéke:

Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet
Táplálkozástudományi tanszék

Készítette:

Mikulás Krisztina Mária

Budapest, 2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	2
2. Irodalmi feldolgozás/szakirodalmi áttekintés.....	4
2.1. A zöldség és gyümölcsfogyasztási ajánlások	4
2.2. A zöldség és gyümölcsfogyasztás jelentősége.....	4
2.3. A smoothie italok táplálkozásélettani jelentősége	6
2.4. Fehérjék táplálkozásélettani jelentősége.....	8
2.4.1. A fehérje- és aminosavbevitel jelentősége	10
2.5. A smoothie italok.....	13
2.6. Smoothie italok tartósítása	14
3. Anyagok és módszerek.....	17
3.1. Felhasznált alapanyagok.....	17
3.2. Vizsgálati módszerek	20
3.2.1. Mikrobiológiai vizsgálatok.....	20
3.2.2. pH mérése.....	23
3.2.3. Szín mérés	24
4. Eredmények és értékelésük	26
4.1 Mikrobiológiai vizsgálat.....	26
4.1.1 Összmikrobaszám változása	26
4.1.2 Élesztő- és penészgomba szám.....	27
4.1.3 Tejsavbaktérium szám	28
4.1.4 Összegzés a mikrobiológiai vizsgálatokkal kapcsolatban.....	28
4.2 pH mérés	29
4.3 Szín mérés	30
5. Következtetések és javaslatok	33
6. Összefoglalás.....	34
7. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak	35
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	41

1. Bevezetés és célkitűzések

A modern táplálkozástudomány és élelmiszeripar egyik legnagyobb kihívása az egészséges és kiegyensúlyozott étrend biztosítása a különböző korosztályok és más-más életmódot folytató emberek számára. Az elmúlt években egyre több figyelem irányult a funkcionális élelmiszerek fejlesztésére, amelyek nemcsak alapvető tápanyagokkal látják el a szervezetet, hanem különféle egészségügyi előnyöket is kínálnak. Ezen belül a fehérjében gazdag élelmiszerek különös jelentőséggel bírnak, mivel a fehérjék alapvető építőkövei az emberi testnek, elengedhetetlenek az izomfejlődéshez, a sejtek regenerálódásához és az immunrendszer működéséhez. A fehérjék nélkülözhetetlenek a hormonok előállításához és az izomzat fejlődéséhez is. Az optimális fehérjebevitel biztosítása különösen fontos azokban az időszakokban, amikor a sejteknek növekedniük kell, például gyermekkorban vagy intenzív sporttevékenységek után, amikor a regeneráció szükséges. Ezen csoportok számára különösen fontos olyan élelmiszerek fogyasztása, amelyek nemcsak elegendő mennyiségű fehérjét biztosítanak, hanem könnyen emészthetőek és hosszabb tárolás során is megőrzik minőségüket.

A fehérjék emésztése, felszívódása energiaigényes folyamat, a magas fehérjetartalmú étel, különösen egy koncentrált fehérjekiegészítő termék nagyobb mértékben növeli meg az alapanyagcserét, mint a komplex összetételű, szénhidrátot és zsírt is tartalmazó étel. A fehérjék specifikus dinamiás hatása energia tartalmuk 18-25 %-a, a szénhidrátoké 4-7 %, míg a zsíroké csak 2-4 %. Vegyes étrend esetén ez az érték 8-15 %. Ez azt jelenti, hogy a fehérje feldolgozása igényli a szervezetben a legtöbb energiát, több hőt is termel a termogenezis révén, ami magas környezeti hőmérsékleten (nyári edzés napokon, versenyen) csökkenti a teljesítményt.

A fehérje pótlását tehát tervezetten, komplex élelmiszer formájában célszerű biztosítani. Így az elfogyasztott energiaadó makrokomponensek (szénhidrátok, zsírok) biztosítják a szervezet működéséhez (alapanyagcseréjéhez és a fizikai aktivitáshoz) szükséges kalóriát, és a fehérjék a szervezet saját fehérjeinek építésére fordítódnak, többek között az izomfehérjék felépülésére, a zsírmentes testtömeg gyarapodásra.

Komplex formában fogyasztva a szénhidrátok felszívódása lassul, ami hosszabb ideig tartó glikogénraktár-feltöltést eredményez. Egyes aminosavak, mint például a leucin és a fenilalanin, fokozzák az inzulin elválasztását, ezzel elősegítve a glükóz felvételét is (Jäger és munkatársai, 2017). A két makrokomponens csoport tehát kedvezően befolyásolja egymás hasznosulását a szervezetben.

A gyümölcsökből, zöldségekből készített smoothie italok egyre népszerűbbek a fogyasztók körében, mivel gyorsan és egyszerűen fogyaszthatóak, és számos egészséges összetevőt tartalmazhatnak, beleértve az egyszerű és összetett szénhidrátokat, antioxidánsokat, vitaminokat, ásványi anyagokat és rostokat. Kutatómunkámban egy olyan **smoothie ital kifejlesztése a cél**, amely e kedvező összetevők mellett fehérjében gazdag és optimális aminosav összetétellel is rendelkezik, támogatva ezzel a változatos étrendet.

A fehérjekiegészítés tejsavó fehérje izolátum (WPI 90 % fehérjetartalom) és elágazó láncú aminosavak (BCAA 50 g/100g Leucin, 25 g/100 g izo-Leucin, 25 g/100 g Valin) kombinálásával történt. Ezeket az italokat a kereskedelembe kapható smoothiekhöz hasonló adagban készítettük el egyszeri fogyasztásra alkalmas térfogatban (300 ml).

Az alma-homoktövis összetételű, fehérjével dúsított italokat nagy hidrosztatikai nyomással (HHP) kezeltem az eltarthatóság növelése érdekében, ami elősegíti a benne található fehérjék emészthetőségét is részleges hidrolízist okozva a termékben. Az HHP kezelés fő előnye a mikroorganizmusok, például baktériumok, vírusok és gombák inaktiválása, ami meghosszabbítja az élelmiszerek eltarthatóságát és növeli azok biztonságát. Munkám során mikrobiológiai vizsgálatokkal ellenőriztük az így készült smoothiek eltarthatóságát. Vizsgáltam továbbá a termék szín és pH változásait a tárolási időszak alatt.

2. Irodalmi feldolgozás/szakirodalmi áttekintés

2.1. A zöldség és gyümölcsfogyasztási ajánlások

A mai társadalomban egyre nagyobb az igény az egészséges táplálkozás és életmód követése iránt. Ennek eléréséhez kiemelten fontos a változatos étrend, a megfelelő minőségű és mennyiségű élelmiszerek fogyasztása, valamint a rendszeres testmozgás. Az étrendük tervezésekor a tápanyagok (fehérje, zsír, szénhidrát), ásványi- és nyomelemek, valamint vitaminok elegendő mennyiségére is ügyelnünk kell. A táplálkozási és élelmiszeripari változások egyaránt befolyásolják az egészséges táplálkozás trendjét. A fogyasztók olyan termékeket preferálnak, amelyek nem csak ízletesek, hanem táplálkozási szempontból is kielégítik igényeiket. Ezért az élelmiszeriparban egyre nagyobb figyelmet fordítanak az egészséges és tápláló termékek fejlesztésére. Ennek jegyében növekszik az érdeklődés olyan italok iránt is, mint a turmixok, amelyek változatos összetevőket kombinálnak, és lehetőséget nyújtanak a kényelmes és egészséges táplálkozáshoz. Az egészséges táplálkozás egyik alappillére a megfelelő zöldség- és gyümölcsfogyasztás. Az ajánlások szerint legalább napi 400 g gyümölcs és/vagy zöldség elfogyasztása lenne az ideális (Who és FAO Expert Consultation, 2003). Adagokban kifejezve naponta legalább öt adag zöldséget és gyümölcsöt kellene elfogyasztanunk (OECD, 2017).

2.2. A zöldség és gyümölcsfogyasztás jelentősége

A zöldség- és gyümölcsfogyasztásnak megannyi jótékony hatása ismert. Megfelelő mennyiség elfogyasztásával számos halálos kimenetelű betegség, mint például a daganatos betegségek (Boyle és munkatársai, 2000; Dragsted és munkatársai, 1993; Le Marchand és munkatársai, 2000) és a szív- és érrendszeri betegségek rizikója csökkenthető lenne (Arai és munkatársai, 2000; Johipura és munkatársai, 2001; Hartley és munkatársai, 2013). A bennük található magnéziumnak és káliumnak köszönhetően pozitív hatással vannak a magasvérnyomás és az érlemeszesedés prevenciójára. Hozzájárulnak a jó közérzet kialakításához (Blanchflower és munkatársai, 2013; Cassidy és munkatársai, 2013). Ezen hatásuk a fitokemikáliáknak köszönhető. Ilyen fitokemikáliák a flavonoidok, melyek gyulladáscsökkentőek, trombózigátlók és antivirális, illetve antibakteriális hatással is rendelkeznek (Martin és munkatársai, 2013). A gyümölcsöknek ismert az immunrendszert erősítő hatásuk,

hozzájárulnak a megfelelő vitamin és ásványianyag bevitelhez és számos szerves savat tartalmaznak, mint például a citromsav, almasav és a borkósav, melyek emésztésjavító és étváagnövelő hatásúak (Takácsné Hájos, 2021). Korosztálytól függetlenül az egészség megőrzése és a krónikus betegségek kialakulásának megakadályozása érdekében kiváló eszköz a gyümölcs- és zöldségfogyasztás, valamint a fizikai aktivitás bevezetése (Pfau és munkatársai, 2018).

A gyümölcsök és zöldségek növényi rostokban is gazdagok, melynek köszönhetően emésztésjavító hatásúak és hozzájárulnak a bélbetegségek kialakulásának csökkentéséhez. Mivel a rostok teltségérzetet biztosítanak, ezért átmeneti étvágycsökkenés lesz tapasztalható (Takácsné Hájos, 2021). Élelmi rostok csak növényi eredetű élelmiszerekben fordulnak elő, ezek lehetnek vízben oldódó és vízben nem oldódó rostok is. Ilyen növényi rost a pektin is, mely képes megkötni az epesavakat, illetve a koleszterin egy részét, melyek ezáltal nem képesek visszaszívódni az enterohepatikus körforgásban. Ezzel hatékonyan képesek csökkenteni a vér koleszterinszintjét (Panyor és Hipszki, 2022). Képesek megelőzni a vastagbél- és végbélrák kialakulását azáltal, hogy csökkentik a béltartalom áthaladási idejét úgy, hogy megkötik a káros anyagokat. Kisebb a kockázata a potenciális rákkeltő anyagok képződésének is (Gubicskóné és Szabó, 2015, old.: 115). A pektinben bővelkedő gyümölcsök, mint például az alma fogyasztása alacsony glikémiás választ indukál, így a szénhidrátok vércukorszint emelő képességét is befolyásolja (Barett és Lloyd, 2012; Layman, 2014; Medina, 2011; Valenzuela és munkatársai, 2003). Azonban fontosnak tartom megemlíteni, hogy a rostok túlzott fogyasztása csökkentheti az ásványi anyagok és a vitaminok hatását azáltal, hogy nehezíti felszívódásukat (Gubicskóné és Szabó, 2015).

A gyümölcsfogyasztás mértéke a magyar felnőtt lakosság körében is az ajánlott mennyiségek alatt van. Az OTÁP 2019 felmérése, amely az élelmi rost bevitelét vizsgálta, kimutatta, hogy a férfiak átlagosan 3,6 g, a nők pedig 2,9 g rostot fogyasztanak gyümölcsből naponta. Ez az ajánlásokhoz képest alacsony érték, hiszen a napi zöldség- és gyümölcsfogyasztásuk is alulmúlja a WHO által javasolt mennyiséget. A válaszadók zöme nem érte el a szükséges mennyiséget, különösen a fiatalabb korosztályokban. Az eredmények alapján javasolt lenne a gyümölcsfogyasztás növelése, mivel ennek hosszú távon jelentős hatása lenne az egészség megőrzésére (OGYÉI, 2019). Habár a gyümölcsfogyasztásnak számos előnyét említettük, mégis a magyar lakosság 45-50%-a nem fogyasztja a kellő mennyiségű gyümölcsöt (Takácsné Hájos, 2021). Az OECD szerint világszerte kevés a gyümölcsfogyasztás, mely 2015-ben közvetetten közel 3 millió ember halálát okozta (OECD, 2017). Az egészségügyi megközelítés

alapján Európában a betegségek általános terhének 4,4%-a a kevés gyümölcs és zöldség fogyasztására vezethető vissza (World Health Organization, 2002).

A gyümölcsök kiváló szénhidrátforrások. A szénhidrátok nélkülözhetetlenek az emberek számára, az ajánlásoknak megfelelően napi energiaszükségletünk legalább felét biztosítják. Élettani szerepük jelentős. Szerepet játszanak az izomműködésben, a központi idegrendszer szinte kizárólagos energiaforrásai, a megfelelő veseműködésben, illetve a hormonális biológiai folyamatokban is részt vesznek (Takácsné Hájos, 2021).

Az edzések során a szénhidrát elérhetősége az izomnak és a központi idegrendszernek veszélyeztetetté válhat, mivel a sportolás energiaszükséglete meghaladhatja az endogén szénhidrát-raktárakat. Az extra szénhidrát biztosítása ezért fontos a sporttáplálkozásban, mert a szénhidrát elérhetősége korlátozza a hosszabb (>90 perc) szubmaximális vagy szakaszosan magas intenzitású edzés teljesítményét, szerepet játszik a rövid vagy tartós, nagy intenzitású munkavégzésben (Hargreaves, 1999). A fehérje hozzáadása javíthatja a glikogén raktározás hatékonyságát. Ez különösen fontos lehet korlátozott energia bevitel esetén, versenyeket megelőző diéták során (Burke és munkatársai, 2013).

2.3. A smoothie italok táplálkozásélettani jelentősége

Az ajánlott mértékű gyümölcs- és zöldségfogyasztásnak gyakran gátja, hogy nem tudunk frisset vásárolni a környékünkön, nincs szezonja a kedvelt termékeinknek, anyagilag nem engedhetjük meg magunknak.

A fogyasztási szokásokról készült felmérések azt is mutatják, hogy az emberek szívesebben fogyasztják a gyümölcsöket előkészítve, felszeletelve, gyümölcslé vagy püré formájában (Panyor és Hipszki, 2022). Ezek az igények hívták életre a smoothie italokat, melyeket otthon is elkészíthetünk, de kényelmi társadalmunkban igény van rá előre elkészítve, megvásárolható formában is. A smoothie italok magas gyümölcstartalommal rendelkeznek, könnyen magunkkal vihetjük akár a munkahelyükre is, így kényelmes napi gyümölcsbevittet biztosíthatnak számunkra. A fogyasztók keresik azokat a termékeket a piacon, amelyek mind érzékszervileg, mind pedig táplálkozási tulajdonságok szempontjából kiválóan minősülnek. A tendencia azt mutatja, hogy megnőtt a kereslet a kész italok, köztük a smoothiek iránt is (Nowicka és munkatársai, 2016). Ezek kiváló példái a *szuperélelmiszerek*nek, melyek olyan természetes élelmiszerek, amelyet a gyümölcsök, zöldségek összetevőiből hoznak létre és tápanyagprofiljuknak vagy egészségvédő tulajdonságaiknak köszönhetően különösen előnyösek az emberi szervezet számára (Medina, 2011). A „szuperélelmiszer”-nek nem létezik

hivatalos meghatározása. A legfontosabb tudnivaló róluk az, hogy ezek a termékek nem mesterségesen előállított élelmiszerek. Bár nincs hivatalosan meghatározott definíciójuk, a szuperélelmiszerek alatt olyan termékeket értünk, melyek rendkívül gazdagok különféle tápanyagokban (pl. vitaminokban, ásványi anyagokban) és bioaktív vegyületekben (pl. élelmi rostokban, karotinoidokban, flavonoidokban és egyéb antioxidánsokban), és ezáltal különösen jótékony hatással tudnak lenni az emberi szervezetre és annak egészséges működésére rendszeres fogyasztásuk esetén. Az antioxidánsok rendszeres fogyasztás esetén segítik a sejtek védelmét, megkötik a szervezetben a káros szabad gyököket, hozzájárulnak a szív-és érrendszer védelméhez, általánosságban csökkenthetik a szervezetben a gyulladást, valamint támogatják a jó közérzetünk és vitalitásunk fenntartását. A smoothie italok, melyek gyümölcsök, zöldségek préslevelei, bátran sorolhatók ebbe az élelmiszerkategóriába.

Egy tanulmány kimutatta, hogy a reggeli mellőzése gyermek és- felnőttkorban, nagyobb valószínűséggel vezet olyan problémákhoz, mint a magasabb testtömegindex, rosszabb kardiometabolikus profilok, azokhoz viszonyítva, akik mindkét életszakaszban fogyasztottak reggelit (Smith és munkatársai, 2010).

Ennek érdekében jött létre egy kutatás, mely során szerettek volna kifejleszteni egy úgynevezett grab-and-go élelmiszert. A cél egy magas fehérje- és rosttartalmú smoothie létrehozása, mely tápláló reggeliként funkcionálhat. A fehérje tartalom biztosítása szójafehérje izolátum hozzáadásával történt. A rosttartalmat pektin adagolásával növelték, mely egyben az ital állományát is befolyásolta, édesítőszerként szukralózt alkalmaztak a cukorcsökkentés érdekében. A vizsgálat szerint a smoothie színének és összbenyomásának értéke jelentősen csökkent ($P < 0,01$) a szójafehérje izolátum mennyiségének növekedésével arányosan. Hasonlóan az íz pontszáma is szignifikánsan csökkent. A szérum szétválása kedvezőtlen megjelenést eredményezett, ami alacsony vásárlói elfogadáshoz vezetett, tehát a terméket kevésbé fogják választani a fogyasztók (Dipakkumar és munkatársai, 2017).

Egy másik kutatásban négy különböző fehérje izolátum hozzáadását vizsgálták gyümölcs smoothiek esetén. A kutatás célja az volt, hogy értékeljék, hogyan befolyásolja a tejsavó, a szója-, a tej- és a borsófehérje hozzáadása a gyümölcsalapú turmixokhoz az étkezés utáni vércukorszintet. Nyolc alany vett részt egy randomizált, kontrollós vizsgálatban. A szója- és tejsavófehérjét tartalmazó turmixok fogyasztását követően 50 perccel a vércukorszint emelkedése szignifikánsan alacsonyabb volt a kontroll turmixhoz képest ($p < 0,05$). A tanulmány eredményei azt mutatják, hogy a fehérje hozzáadása a turmixokhoz

jelentős hatással van a vércukorszintre. Megfigyelték, hogy a szója- és tejsavófehérjét tartalmazó turmixok kedvezőbb glükózválaszt (alacsonyabb vércukorszintemelkedést) eredményeztek, mint a borsó- illetve tejfehérjekivonatokat tartalmazó vagy a kontroll turmixok (Linda és munkatársai, 2017). A tejsavófehérje inzulinogén, mivel magas leucin-tartalmú, így az egyik leghamarabban emészthető fehérjének számít (8-10 g/óra felszívódási ráta) (McDonald, 2007; Petersen és munkatársai, 2009). Ezenkívül a tejsavófehérje stimulálja a glukagon-szerű peptid 1 (GLP-1) szintézisét egérmodellben, ami növeli az inkretint, miközben gátolja a dipeptidil-peptidáz-4 (DPP-IV) inhibitorát, az inzulin felszabadulásának gátlóját. Ezért a tejsavófehérje fogyasztásával folyamatosan felszabadul az inkretin, ami hosszabb ideig tartó inzulinszintet eredményez a vérben (Petersen és munkatársai, 2009).

2.4. Fehérjék táplálkozásélettani jelentősége

Az elhízás világszerte kritikus egészségügyi veszélynek számít. Az elhízás kialakulásában nem csak az elfogyasztott táplálék energiatartalmának, de összetételének is szerepe van. Számos epidemiológiai kutatás foglalkozik a fehérjék szerepével az elhízás megakadályozásában. Malekian és társai a tejsavófehérje és a rezisztens keményítő hatását vizsgálták a testsúly alakulására. A tanulmányban 33 afroamerikai férfi és nő vett részt, akik 21 és 43 év közöttiek voltak. Őket véletlenszerűen két csoportra osztották: 15 fős kontrollcsoportra és 18 fős tesztcsoportra. A 24 hetes vizsgálat során a tesztcsoport reggelire étrendi tejsavófehérje és rezisztens keményítő hozzáadásával készült turmixokat fogyasztott, valamint táplálkozási oktatásban részesült. A kontrollcsoport ugyanezen turmixokat fogyasztotta, de keményítőporral, és szintén táplálkozási oktatásban részesült. Az eredmények szerint a 24 hetes vizsgálat végére a tesztcsoport átlagosan kb. 6 kg-ot fogyott, szórás 8,38 kg ($p < 0,029$). A kontrollcsoport testsúlya nem változott szignifikánsan ($p < 0,209$) a 0. és a 24. hét között. Emellett a tesztcsoportnál szignifikáns, kb. 6 cm-es derékkörfogatcsökkenést figyeltek meg ($p < 0,023$). A vérnyomás átlagos értékére nem volt szignifikáns hatás a teszt- és a kontrollcsoportban. A következtetések szerint a vizsgálat eredményei azt sugallják, hogy a tejsavófehérje és rezisztens keményítőt tartalmazó turmixok/smoothie-k reggelire való fogyasztása, táplálkozási nevelési komponenssel együtt, hatékony módszer lehet a testsúly, derékbőség és a kumulatív táplálékbevitel csökkentésére afroamerikai férfiak és nők esetében (Malekian és munkatársai, 2015).

A fehérjék mellett, hogy energiát szolgáltatnak, élettani szempontból számos funkciót látnak el. Többek között a sejtek egyik legfontosabb strukturális alkotói. Részt vesznek a vázizomzat,

a bőr, a csontozat szerves állományának, valamint a kötőszövet kialakításában, mint például a kollagén és az elasztin (Fritz és munkatársai, 2017). A mai ajánlások szerint felnőttkorban 0,8 g/ttkg/nap fehérje bevitele javasolt, míg sportolóknál átlagosan 1,2-2 g/ttkg/nap is szükséges lehet. Ez a mennyiség hozzájárul az izommunka során keletkezett mikrosérülések javításához, az izmok és ínak terheléshez való adaptálásához, illetve az immunrendszer megfelelő működéséhez (Philips, 2012). A mennyiségen túl azonban az időzítés is fontos szerepet játszik. Az edzés utáni két órában elfogyasztott 0,25 g/ttkg magas biológiai értékű fehérje elősegíti az izomfehérje-szintézist. A vázizmunka 24 órán keresztül igénylik a fehérjék utánpótlását (Tipton és munkatársai, 2003). Természetesen a szükséges fehérje mennyisége sportáganként eltérő lehet (Phillips és munkatársai, 2007). Az állóképességet végző sportolóknál bizonyos kutatások szerint nincs a teljesítményre jobb hatással, ha edzés előtt és közben fehérjét és szénhidrátot egyaránt fogyasztanak összevetve a csak szénhidrátot fogyasztókkal (D'Lugos és munkatársai, 2016). Azonban az ilyen fehérjét és szénhidrátot tartalmazó italok elfogyasztása edzés közben és után elnyomja a kreatinkinázt, mely az izomroncsolódás egyik markere és hozzájárul az izomfájdalmak csökkentéséhez (Saunders és munkatársai, 2004).

Az étrendi összetevők közül a fehérjék kiemelkedő fontosságúak a mindennapi étkezés során, és egyre növekvő figyelmet kapnak a tápláló és egészséges ételek készítésekor. A keményítő-fehérje kölcsönhatások széles körben megtalálhatók azokban az élelmiszerekben, amelyek fehérjéket tartalmaznak és alapjukat keményítőből nyerik, és ezeket az interakciókat használják fel a keményítő-fehérje rendszerek tulajdonságainak javítására (Yingying és munkatársai, 2024). A keményítő és a fehérje közötti hidrogénkötések szabályozhatják a keményítő emészthetőségét (Yang és munkatársai, 2019).

Egy kutatás során a fehérjebevitel hatását vizsgálták a középkorú és idősebb felnőtteknél. Az étrendi fehérjebevitel növelése hatékony módszer lehet a szarkopénia (időskori izomerő és izomtömeg csökkenés) megelőzésére. Azonban a populáció és táplálkozási szokások különbségei miatt a bizonyítékok azt sugallják, hogy az étrendi fehérje mennyisége vagy forrása különböző hatásokkal járhat a szarkopénia megelőzésében. A kutatás eredményei azt mutatták, hogy szoros összefüggés figyelhető meg a nagyobb mértékű fehérjebevitel és a vázizomzat hatékonyabb megőrzése között. A fehérje forrásától függetlenül a magasabb fehérjebevitel hatékony megoldást jelenthet az izomvesztés és a szarkopénia megelőzésére (Chen és munkatársai, 2023). Az életkor előrehaladtával úgy tűnik, hogy az étrendi fehérje bevitele és biohasznosulása csökken. Az alacsony fehérjeellátás nemcsak az izomfehérje-anyagcserét, hanem a vázizom-transzkripciót is befolyásolja, ami felgyorsíthatja az izomtömeg-vesztést

idősebb felnőtteknél (Gheller és munkatársai, 2016; Thalacker-Mercer és munkatársai, 2007). Emiatt a fehérjebevitel növelése ígéretesnek számít az izomtömeg öregedéssel összefüggő vesztesége elleni védelemben, mivel serkentheti az izomfehérje anabolizmusát vagy visszaszoríthatja az izomfehérje lebomlását (Baum és munkatársai, 2016; Gorissen és munkatársai, 2015). Az epidemiológiai tanulmányok eredményei alapján a kapcsolat az állati és növényi fehérjebevitel, valamint az izomtömeg között továbbra is összetett és következtetlen. Egy tanulmány szerint a magasabb állati fehérjebevitel nagyobb sovány tömeggel járhat, míg a növényi fehérjebevitel nem mutatott ilyen kapcsolatot (Houston és munkatársai, 2008).

Ugyanakkor Marcus tanulmánya azt mutatta ki, hogy mind az állati, mind a növényi fehérje magasabb étrendi bevitelére összefügg a magasabb sovány tömeggel és az alacsonyabb izomtömeg valószínűségével. A tanulmányokban megfigyelt következtetlenségek mögött a növényi fehérjék eltérő aránya és mennyisége állhat az étrendben. Kiemelendő, hogy tanulmány résztvevői kiegyensúlyozottabb arányban fogyasztottak állati és növényi fehérjét, magasabb mennyiségű növényi fehérjét fogyasztva, mint a nyugati populációk. (Marcus, 2014). A növényi és tejfehérje bevitel segíthet az izomtömeg megőrzésében idősebb nőknél. Bár nem sikerült kimutatni az ok-okozati összefüggést az étrendi fehérjebevitel és az izomtömeg között, a tanulmány eredményei azt sugallják, hogy az alacsony étrendi fehérjebevitel a szarkopénia kockázati tényezője lehet. Az izomtömeg szempontjából a fehérjebevitel jelentőségét több intervenciós tanulmány is megerősíti. Ugyanakkor, ellentétben ezzel a vizsgálattal, az intervenciós tanulmányok azt mutatják, hogy a fehérjebevitel hatása függ a testmozgástól, és az izomépítés nem függ az állati fehérje forrásától sem a férfiak, sem a nők esetében (Alexandrov és munkatársai, 2018).

2.4.1. A fehérje- és aminosavbevitel jelentősége

Az emberi táplálkozás kihagyhatatlan eleme a fehérje. A növényi fehérjék fogyasztása kedvező lehet környezeti, etikai és élelmiszerbiztonsági szempontból is, ennek köszönhetően egyre nagyobb népszerűségnek örvendhetnek (Langyan és munkatársai, 2022). A növényi alapú ételek kiemelkedő szerepet játszanak az emberi táplálkozásban, mivel rendkívül gazdagok számos egyéb tápanyagban, például vitaminban és ásványi anyagban (Bessada és munkatársai, 2019). Túlzott mennyiségű bevitelük azonban káros is lehet (Langyan és munkatársai, 2022). Az antinutriensek, például a tanninok, fenolok, szaponinok, fitátok, glükozinolátok és erukasav, természetes módon jelen vannak a növényekben, és további mellékhatásokkal gátolhatják az

élelmiszerekben található tápanyagok felszívódását, emésztését és hasznosulását (Popova és Mihaylova, 2019). Az antinutriensek negatív hatásai kiterjedhetnek a fehérjékre (proteáz gátlók), a szénhidrátokra (alfa-amiláz-gátlók), az autoimmun és szivárgó bélrendszerre (például bizonyos szaponinok és lektinek), az ásványi anyagok felszívódásának zavaraira (oxalátok, fitátok és tanninok), gyulladásokra és a pajzsmirigy jódfelvételének gátlására (goitrogének), valamint viselkedési és bélműködési zavarokra (Popova és Mihaylova, 2019)

A növényi és állati fehérjék nem csak eredetükben különböznek egymástól. Az elágazó láncú aminosavak, különösen a leucin, izoleucin és valin, kiemelten fontos szerepet játszanak az izomfehérje szintézis elősegítésében azáltal, hogy nélkülözhetetlenek az e folyamatokban való részvételhez. Ezen aminosavak magasabb koncentrációt mutatnak az állati eredetű fehérjékben, mint a növényi eredetűekben (van Vliet és van Loon, 2015). A különböző fehérjék emésztési és felszívódási sebessége különbözhet, befolyásolva az étkezés utáni izomfehérje szintézis arányait. Például a tejsavó fehérjét "gyorsnak" tekintik, mivel gyorsan emészthető, így az aminosavak gyorsan elérhetik a véráramot (Lynch és munkatársai, 2018). A szójafehérje szintén gyorsnak számít, azonban nem stimulálja olyan mértékben az izomfehérje szintézist, abban az esetben sem, ha mindkét forrás 10 g esszenciális aminosav tartalommal rendelkezik, mely általánosságban elegendőnek tekinthető a maximális izomfehérje szintézishez (Glynn, és munkatársai, 2010; Tang, és munkatársai, 2009). Ennek magyarázata az alacsonyabb leucintartalom lehet (Tang és munkatársai, 2009).

A fehérje emészthetőséget csökkentő anyagok, mint például a glükozinolátok, tripszin inhibitorok és hemagglutininek előfordulhatnak állati és növényi fehérje forrásban is, azonban gyakrabban fordulnak elő növényi élelmiszerekben (Gilani és munkatársai, 2005). A tejsavófehérje az egyik legértékesebb fehérjeforrás a vázizomzat megfelelő működése szempontjából. Ezenkívül számos pozitív tulajdonsággal rendelkezik. Ilyen a bőséges triptofán tartalom, mely fokozza a kognitív teljesítményt és javítja az alvást (Fritz és munkatársai, 2017). Tartalmaz laktoferrint, mely bizonyítottan antibakteriális, vírusellenes és antioxidáns tulajdonságú (Joy és munkatársai, 2013). A tejsavófehérje vízben könnyen és jól oldódik és gyors felszívódású. Edzést követően anabolikus hatású hyperaminoacidemiát vált ki. Elfogyasztása után egy órával megemelkedik a vérben mérhető leucin értéke, mely Tang és munkatársai (2009) vizsgálataiban 73%-kal volt nagyobb, mint a szójakészítmények esetén (Tang és munkatársai, 2009). A tejsavófehérje-izolátumok fehérje tartalma szárazanyagra vonatkoztatva legalább 90%, így a koncentrátumoknál nagyobb tisztasággal rendelkeznek (Fritz és munkatársai, 2017). A tejsavó egy élelmiszeripari melléktermék, mely funkcionális és

táplálkozási vegyületek kiváló forrása, számos vitamin és ásványi anyag megtalálható benne (Carvalho és Maubois, 2009). A belőle kinyert fehérjék magas biológiai értékkel rendelkeznek, mert magas az esszenciális aminosavak koncentrációja. Ezek fontos szerepet töltenek be a fehérje és glükóz homeosztázisában (De Wit, 1998). Annak ellenére, hogy széles körben használja fel az ipar a tejsavó fehérjét, fontos kiemelni, hogy számos allergén frakció található benne, amelyet a csomagoláson jelölni kell. A β -laktoglobulin, az α -laktalbumin és a maradék kazeinek a fő allergének a tejsavófehérjékben, míg más potenciálisan allergén fehérjék, a bovin szérum albumin és a laktoferrin is megtalálható benne (Bu és munkatársai, 2013; Castroab és munkatársai, 1996; Fritsché, 2003; Sharma és munkatársai, 2001).

Jól ismert, hogy az elágazó láncú aminosavak (BCAA) könnyen oxidálódnak az izmokban a testmozgás hatására. Ennek köszönhetően a BCAA-k kiegészítése számos előnnyel járhat a testmozgás előtt és után, mivel képes csökkenteni a mozgás által okozott izomkárosodást és támogatni az izomfehérje szintézist (Fritz és munkatársai, 2018). Egy 2011-es tanulmányban, egy kettős vak, randomizált keresztmetszeti vizsgálat keretében vizsgálták a BCAA aminosavak hatásait sportolóknál. Ebben a vizsgálatban megállapították, hogy a BCAA-kat szedő egyének később fáradtak el a kontrollcsoport tagjaihoz képest. Emellett a BCAA-k elősegítették a zsírsav oxidációját olyan esetekben, amikor az izomglikogén mennyisége már lecsökkent (Gualano és munkatársai, 2011). A BCAA hozzájárul a mozgás következtében történő izomkárosodás csökkentéséhez, elősegíti az izomfehérje szintézist. Minden olyan sportoló számára ajánlott, akinek sportolás során az izmai nagy terhelésnek vannak kitéve (Fritz és munkatársai, 2018). Valamint szignifikáns csökkenés tapasztalható az izomfájdalomban is a BCAA-t fogyasztók körében (Howatson és munkatársai, 2012). A BCAA-katabolizmus kezdeti fázisa, eltérően a legtöbb aminosavtól, nem a májban történik, hanem a vázizomban. Ennek oka, hogy a BCAA aminotranszferáz enzim, amely a BCAA lebontásának kezdeti lépését végzi, magasabb koncentrációval rendelkezik a vázizomban, mint a májban. Ennek következtében a fehérjebevitelt követően a BCAA szintje gyorsan emelkedik a szisztémás keringésben, könnyen hozzáférhetővé téve az extrahepatikus szövetek számára. Ez az egyedülálló jelenség előnyt biztosít a BCAA-alapú étrend-kiegészítő formulák számára más termékekkel szemben, különösen azokkal szemben, amelyek az agy és izmok működését célozzák. A metabolizmus utolsó lépéseként a vázizomzatban a BCAA-k felhasználhatók energiaforrásként vagy új izomfehérjék felépítéséhez (Maszlag és munkatársai, 2023). Energiaforrásként történő hasznosulásukat segíti, hogy könnyen emészthetőek, így képesek megakadályozni az izomtömeg elégetését is energianyerés céljából, tehát antikatabolikus hatással rendelkeznek

(Holeček, 2018). A rendelkezésre álló bizonyítékok szerint a BCAA az egyik legfontosabb étrend-kiegészítő lehet sportolói körökben. A BCAA használata hatékonyabb lehet, mint a passzív regeneráció vagy pihenés a kimerítő gyakorlatokat követően, mivel enyhíti az izomfájdalmat és javítja az izomműködést edzés után (Rahimi és munkatársai, 2017). A sport területén elsődlegesen a teljesítményfokozó és izomtömegnövekedését támogató hatását figyelték meg, míg a klinikumban pozitív hatással lehet egyes betegségek lefolyására és kimenetelére (Maszlag és munkatársai, 2023).

2.5. A smoothie italok

A fehérjék és az elágazó láncú aminosavak élettani hatásának ismeretében a smoothiekat érdemes lehet mind fehérjével, mind pedig BCAA-val kiegészíteni. A dúsítás azonban hatással van a végtermék fizikai-kémiai, érzékszervi és egészségvédő tulajdonságaira, valamint a termék eltarthatóságára is. Hagyományosan hőkezelt termékek esetén a végső vonzerő csökkenhet, tárolás során pedig elveszhetnek bizonyos előnyös összetevők (Keenan és munkatársai, 2012; Nunes és munkatársai, 2016). A turmixokat gyakran termikus módon dolgozzák fel az eltarthatóság érdekében, azonban a termikus feldolgozás megváltoztathatja a gyümölcsök antioxidáns aktivitását (Dewanto és munkatársai, 2002; Puupponen-Pimiä és munkatársai, 2003; Sikora és munkatársai, 2008; Zhang és Hamauzu, 2004). Egyes kutatások az antioxidáns aktivitás növekedéséről, mások pedig annak csökkenéséről számoltak be (Anes és munkatársai, 2009; Patras és munkatársai, 2009). Fontos tényezőként meg kell említeni a színt, melyre a tartósítási módszerek jelentős hatással vannak az élelmiszerek esetében (Patras és munkatársai, 2009; Terefe és munkatársai, 2009).

Nowicka és munkatársai vizsgálataikban hat hónapos tárolás után szignifikáns csökkenést figyelhetek meg a vegyes gyümölcsből (alma, meggy, körte, birsalma) készült smoothiek viszkozitásában. A tárolási hőmérséklet nem mutatott szignifikáns hatást erre az értékre. A viszkozitásveszteség a gyümölcslevek tárolása során főként a pektin depolimerizációjával függ össze, melyet a különböző gyümölcslevek együttes hatása okoz, beleértve az endogén pektinázok, különösen a pektinmetilészteráz és a poligalakturonáz aktivitását. A színvizsgálatok azt mutatták, hogy a kész termékek színe jelentős mértékben különbözik egymástól. A színelemzés a színvilágosság (L^*), vörösség (a^*), sárgaság (b^*), színárnyalat-szög ($h0^*$) és a teljes színváltozás (DE^*) értékeire terjedt ki. Az L^* paraméter változása a tárolás során nem volt szignifikáns. Az a^* paraméter, ami a vörös színt mutatja, változása a tárolás

során a gyümölcslevek esetében szignifikáns volt mind 4°C-on mind 30°C-on. Az eredmények azt mutatják, hogy a gyümölcslevek típusa és mennyisége szignifikáns hatással van mind a viszkozításra, mind a színre a kész turmixokban, gyümölcslevekben és pürékben is. A tárolás ideje szintén befolyásolja ezeket a tulajdonságokat, és az enzimatikus folyamatok, például a pektin depolimerizáció és a polifenol pigmentek átalakulása, fontos szerepet játszanak a termékek minőségének változásában a tárolás során (Nowicka és munkatársai, 2016).

Egy másik kutatásban a hőkezelés és a nagynyomású kezelés (HHP) hatását vizsgálták a gyümölcsös turmixok színjellemzőire és antioxidáns tartalmára 30 napos tárolási időszak alatt. A feldolgozás jelentős hatást gyakorolt a színváltozókra. A hőkezeléssel kezelt turmixok átlagosan magasabb L* értékekkel rendelkeztek, mint a HHP turmixok és a friss turmixok. A HHP-val kezelt minták fenoltartalma magasabb volt, mint a hőkezelt mintáké. Úgy tűnik, hogy a fenolos vegyületek érzékenyebbek a hőkezelésre, mivel a hőkezelt turmixok átlagos fenoltartalma (360,9) alacsonyabb volt ($p < 0,05$), mint a friss vagy HHP-kezelésű turmixoké, akár 1, 3 vagy 5 perces kezelési idővel (360,9; 400,7; 400,5; 382,1 és 401,7 GAE mg/100 g). A HHP turmixok (450 MPa; 5 perc) fenoltartalma körülbelül 11%-kal magasabb volt a hőkezelt mintákhoz képest. (Keenan és munkatársai, 2010). HHP kezelés jobb antioxidáns kapacitást biztosít, mint a hőkezelés, mivel kevésbé károsítja az olyan bioaktív összetevőket, mint az aszkorbinsav (C-vitamin) és a karotinoidok. Például a HHP-kezelés alatt a paradicsompürében a C-vitamin megőrzése 93%-os volt, még hőkezelés után csupán 38,9 %. Ezenkívül a pürék vörössége és színintenzitása is jobban megmaradt, szemben a hagyományos hőkezeléssel (Patras és munkatársai, 2009).

2.6. Smoothie italok tartósítása

A nagy hidrosztatikai nyomás használata a mikróbaszám és az enzimaktivitás csökkenését eredményezi (Weemaes és munkatársai, 1999; Ramaswamy, 2011). A kezelés egy modern élelmiszer-feldolgozási technológia, amely lehetővé teszi az élelmiszerek tartósítását és minőségének megőrzését anélkül, hogy jelentős mértékben befolyásolná azok táplálkozási és érzékszervi tulajdonságait. Ezt a technológiát különösen a mikrobiológiai stabilitás és az élelmiszerbiztonság javítására fejlesztették ki. A HHP technológia lényege, hogy az élelmiszereket rendkívül magas nyomásnak (általában 100-800 MPa) teszik ki rövid időre (néhány másodperctől néhány percig). Ezt a nyomást egy speciális nyomáskamrában érik el, ahol az élelmiszert vízzel vagy más folyadékkal veszik körül, és hidraulikus rendszerekkel

generálják a szükséges nyomást. Az eljárás során az élelmiszer hőmérséklete csak minimálisan növekszik, így a hőkezelés során fellépő nemkívánatos hőhatások elkerülhetők.

A HHP kezelés fő előnye a mikroorganizmusok, például baktériumok, vírusok és gombák inaktiválása, ami meghosszabbítja az élelmiszerek eltarthatóságát és növeli biztonságukat. A magas nyomás alatt a sejtfalak és a fehérjék denaturációja következhet be, ami a mikrobák pusztulásához vezet. Az HHP kezelés hatékonyan csökkenti vagy teljesen elpusztítja a patogén mikroorganizmusokat és a romlást okozó baktériumokat, így jelentősen növeli az élelmiszerek biztonságát. A nagy hidrosztatikai nyomás befolyásolja az élelmiszerek fizikai tulajdonságait, például a textúrát és a viszkozitást. A fehérjék denaturációja következtében az állag megváltozhat, ami például húsoknál szilárdabb textúrát eredményezhet. Az ízek és aromák megőrzése szempontjából a HHP előnyös, mivel az alacsony hőmérséklet miatt az illékony vegyületek nem bomlanak le. A technológiát széles körben alkalmazzák különböző élelmiszerek, mint például gyümölcslevek, italok, tejtermékek és készételek kezelésére, megőrizve azok eredeti ízét és tápanyagtartalmát. Az olyan élelmiszerek esetében, melyek nagy mennyiségű antioxidánsban dús gyümölcsöt tartalmaznak, a technika alkalmazása igen hasznos (Keenan és munkatársai, 2010). Több átfogó tanulmányban a szerzők arra a megállapításra jutottak, hogy a HHP számos előnnyel bír a hagyományos feldolgozáshoz képest és kiváltképp hasznos a homogén, turmixhoz hasonló termékek esetén (Rastogi és munkatársai, 2007). Az ilyen módon feldolgozott élelmiszerek minimális színváltozással ugyan, de megőrzik a frissességet és az eredeti ízt (Dede és munkatársai, 2007). Ilyen módon nincs jelentős hatással a termék érzékszervi, táplálkozási és egészségjavító tulajdonságaira (Oey és munkatársai, 2009; Patras és munkatársai, 2009).

A HHP technikát először lekvárokon és gyümölcskompótokon alkalmazták. Ezek alacsony pH-ja fokozza a mikrobiális inaktivációt (Linton és munkatársai, 1999). Sikeresen lehet alkalmazni ezt a technikát a turmixok esetén is (Keenan és munkatársai, 2012; Patras és munkatársai, 2009). A smoothieket gyümölcsökből készülnek, így magas cukor és tápanyag áll rendelkezésre a mikrobák számára, ezenkívül a magas vízaktivitás érték is hozzájárulhat a mikrobák elszaporodásához (Scolari és munkatársai, 2015). Az olyan fajok, melyek jól alkalmazkodtak a savas környezethez, potenciális veszélyt jelenthetnek, például gombák, élesztők és tejsavbaktériumok. Ezek a gyümölcsöt szubsztrátumként használhatják, ezzel romlást, a termék elszíneződését, kellemetlen ízeket és szagokat okozhatnak (Tournas és munkatársai, 2006). Ezek a kellemetlen érzékszervi tüneteken túl károsak lehetnek az ember egészségére is, akár toxinokat termelve (Varma és Verma, 1987). Egy kutatás során a nyomáskezelést alacsony hőmérséklettel párosították, mellyel a legtöbb esetben szinergikus hatásokat értek el

(Hashizume és munkatársai, 1995; Luscher és munkatársai, 2004; Reyns és munkatársai, 2000; Perrier-Cornet és munkatársai, 2005; Picart és munkatársai, 2005). Tapasztalatok alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy ez a kombinált kezelés fokozza a károsodást az élesztő- és a baktériumosejtek esetén (Scolari és munkatársai, 2015). A hidrosztatikai nyomás azért is kaphatott ekkora figyelmet, mert a technológia olyan változásokat idéz elő a fehérjék szerkezetében, amelyek képesek az epitópokat módosítani, például denaturációt és aggregátumok képződését kiváltva (Iametti és munkatársai, 1996). A nagy nyomás hatására a töltött csoportok deprotonálódnak, mely a sóhidak és hidrofób kölcsönhatások felbomlásához vezet. Ennek következtében a fehérjék konformációja és szerkezete megváltozik, aggregációt és gélesedést okozva (San Martín és munkatársai, 2002). A tejsavófehérjék túlnyomó része globuláris konformációval rendelkezik, és a denaturálódásra és aggregációra érzékenyek. A tejsavófehérjék közül a β -laktoglobulin a leginkább érzékeny a magas nyomásra. A 300 MPa-nál nagyobb nyomásszintnek való kitettség irreverzibilis változásokat okoz a tercier és kvartener szerkezetben a β -laktoglobulin esetén, ami homopolimer aggregátumok képződéséhez vezet, ellentétben a hő által indukált kibontással, ahol heteropolimerek is megfigyelhetők (Ambrosi és munkatársai, 2016).

A magas hidrosztatikai nyomás a fehérje szerkezetében módosítást végezhet, a mechanikai igénybevétel és a sűrűlődi hő révén, de nem változtatja meg a funkcionális összetevőit (Carullo és munkatársai, 2020). A nagy nyomású (HHP) kezelés csökkentheti a tejsavófehérje (WPC) antigenitását. Az optimális hatást 500 MPa nyomáson és 10 percig tartó kezelés során érték el, ami $76.19\% \pm 1.45\%$ -os allergén csökkenést eredményezett. Az eljárás megváltoztatta a fehérje másodlagos szerkezetét, növelve a β -redő tartalmat, ami a fehérje kinyúlását és szerkezeti módosulását okozta. Ezen változások hozzájárultak a WPC fokozott emészthetőségéhez és az allergén epitópok csökkenéséhez, így a fehérje kevésbé váltott ki immunválaszt (Jiang és munkatársai, 2023). A nagy nyomású kezelés (HHP) és az enzimatis hidrolízis kombinációja hatékonyan csökkenti a tejsavófehérjék allergenitását a hagyományos hidrolízissel szemben (Peñas és munkatársai, 2006). Kutatások kimutatták, hogy a HHP önmagában is mérsékelheti az allergén válaszokat (Meng és munkatársai, 2017). Amikor a hidrolízist egyidejűleg HHP-vel végezték 400 MPa nyomáson 20 percen keresztül, a hidrolizátumok nem váltottak ki jelentős IgE immunválaszt (Chicón és munkatársai, 2009). Továbbá, ha a HHP-t előkezelésként alkalmazták fehérjéknél, 600 MPa feletti nyomás és az azt követő hidrolízis szintén csökkentheti az allergiás egyének IgE-vel való in vitro reaktivitását (Bonomi és munkatársai, 2003).

3. Anyagok és módszerek

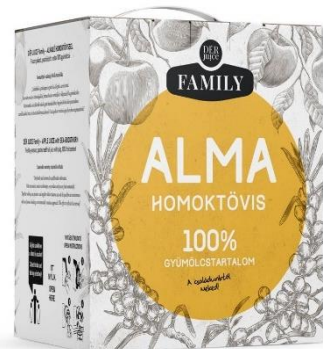
3.1. Felhasznált alapanyagok

A smoothie italokat laboratóriumi körülmények között gyártottam. A fehérjeporok hozzáadása úgy történt, hogy a smoothie egy adagja (300 ml) 10 g fehérjeport és 3 g BCAA-t (elágazóláncú aminosav: leucin, izoleucin, valin) tartalmazzon. Az adag kiválasztása (300 ml) a kereskedelmi forgalomban kapható italok mennyiségéhez hasonlóan, egyszeri fogyasztásra ajánlott térfogatnak megfelelően történt.

A gyümölcsle alapú smoothie-k összetételükön túl érzékszervi tulajdonságaikban is kedvezőbbek a piacon jelenleg kapható, általában édes (vanília, csokoládé) ízvilágú fehérjével dúsított termékekhez képest. A gyümölcsös-zöldséges ízek variálhatóak, étkezés előtt, után és közben is fogyaszthatók. Változatos alapanyagokból (alma, körte, homoktövis, sárgabarack, őszibarack, cékla), ezek keverékéből, hozzáadott cukor nélkül készíthetők. A tárolási kísérlethez az *alma-homoktövis* összetételű italokat választottam.

A gyümölcsle a Dér Juice Family kereskedelmi forgalomban kapható terméke volt (1. ábra). A termék frissen, hidegen préselt, pasztőrözött, rostos 100 % gyümölcsle. Összetétele 90% almalé, 10% homoktövisvelő.

1. ábra: A gyümölcsle összetétele



Átlagos tápérték tartalom 100 ml termékben

Energia	227 kJ / 53 kcal
Zsír	0,2 g
amelyből telített zsírsavak	0 g
Szénhidrát	11,8 g
amelyből cukrok	11,8 g
Fehérje	0,3 g
Só	0 g

A fehérjekiegészítés tejsavó fehérje izolátum (WPI 90 % fehérjetartalom, WheyProtein) és elágazó láncú aminosavak (BCAA 50 g/100g Leu, 25 g/100 g i-Leu, 25 g/100 g Val, SUPERFOOD) kombinálásával történt (2. ábra). A két por hozzáadása 2,4 g leucin/adag, illetve a leucin/izoleucin és leucin/valin 2:1 optimális arányának beállításával valósult meg. Sportolók és általában erőteljes fizikai aktivitású fogyasztók számára napi 3 g leucin bevitele ajánlott, így egy ital elfogyasztása a napi szükséglet 80 %-át biztosítja. Az elágazó láncú aminosavak fehérjeépítő funkciójukon túl energiaforrásai is az izomsejteknek. Az izmok növekedését is szabályozzák a fehérjeszintézis szabályozásán keresztül. A leucin, valin és az izoleucin felerősítik egymás hatásait. Felszívódás szempontjából fontos a

szükséges 2:1:1=leucin:valin:izoleucin arányok megtartása, melyet a kiegészítő fehérjeporok keverésével létrehoztam a smoothie italokban.

2. ábra: A BCAA aminosavpor és a tejsavófehérje izolátum



A gyártás a fehérjeporok kimérésével kezdődött. Táramérlegen 2 tizedes pontossággal mértem ki a tejsavó fehérjeport és a BCAA aminosav keveréket az egy adagban bekeverhető gyümölcslének megfelelően. Az adagolt porok a 1. táblázat szerinti aminosav tartalommal illetve aránnyal rendelkeztek.

1. táblázat: A fehérjeporok elágazó láncú aminosav (BCAA) tartalma és aránya

Porok BCAA tartalma (g/100 g)		Leucin g	i-Leucin g	Valin g	Leucin/i-Leucin arány	Leucin/Valin arány
BCAA		50	25	25	2,0	2,0
WPI (90 % fehérje)		9,02	5,76	5,22	1,6	1,7
Adagolás	g					
BCAA	3	1,5	0,75	0,75	2,0	2,0
WPI (90 % fehérje)	10	0,90	0,58	0,52	1,6	1,7
Összes fehérje (g)	12	2,40	1,33	1,27	1,8	1,9

A porok elkeverése kézi turmixgép segítségével történt. A homogenizálás után az italt 300 ml-es műanyagpalackokba töltöttem és lezártam. Az italok nyomáskezelése a lengyeltóti üzemben történt. A kezelés 6000 bar-on 300 sec időtartammal történt (5. ábra).

3. ábra: A smoothie ital címkéje



4. ábra: Élelmiszerek kezelésére alkalmas HHP berendezés



5. ábra: A HHP kezelés paraméterei

SZÜRÉSI FELTÉTELEK

☒ Ciklusok listája
 ☐ A ciklusok listája műszakonként
 ☐ Excel-jelentés

☒ A dátumok között
☒ Ciklusok között
☐ Megjegyzésekkel
☐ Csak a NEM MEGFELELŐ ciklusok megjelenítése

Indítási ciklus: 14231
 Befejező ciklus: 14231

Gép: M100 - MAQUINA
 Termék:
 Gyártási tétel:

Megtekintés

HIPERBARIKUS FOLYAMATSZABÁLYOZÁS														RESPONSIBLE:		
Indítási ciklus - Befejező ciklus:		14231 - 14231		Gép: M100 - MAQUINA 1		Termék:		Gyártási tétel:								
Operátor szám	Termék	Megmunkálható egységek	Termelési tétel	Csomagolási tétel	Üzemidő száma	Magas nyomású tétel	Belépő víz hőm. F	Ciklus kezdési ideje	Eljárás ideje	HP feldolgozási idő	Teljes ciklus ideje	Eljárás nyomása	Minimális folyamatnyomás	Folyamatos ciklus	Ciklus RENDBEN Ciklus NINCS RENDEN	
4/25/2024	Isanyi	hpp kezeles	1300	09/07/18	09/07/18	1	14231	7.2 °C	3:23:44 PM	300 mp	303 mp	719 mp	6000 bar	6006 bar	NEM	Ciklus RENDBEN

A nyomáskezelt italokat hűtőszekrényben 5 °C hőmérsékleten tároltam. Ez a hőmérséklet az italok fogyasztása szempontjából is optimális. A tárolást 3 hónapig végeztem. Az 1-4. mintavétel a tárolás kezdeti szakaszában hetente történt, majd további 2 hónapig havonta ellenőriztem a mintákat (2. táblázat).

2. táblázat: A tárolási kísérlet vizsgálati időpontjai

Tárolási kísérlet	
0. vizsgálati nap	március 26.
1. vizsgálati nap	április 3.
2. vizsgálati nap	április 10.
3. vizsgálati nap	április 16.
4. vizsgálati nap	április 23.
5. vizsgálati nap	május 28.
6. vizsgálati nap	június 24.

3.2. Vizsgálati módszerek

3.2.1. Mikrobiológiai vizsgálatok

Az alapanyagok és a smoothie mikrobiológiai vizsgálata során megmértem az összmikrobaszámot, az élesztő és penészgomba mennyiségét, valamint a tejsavbaktériumok számát. A gyümölcslevek mikrobiológiai vizsgálata során az összmikrobaszám, az élesztő és penészgombák, valamint a tejsavbaktériumok számának mérése azért fontos, mert ezek a mikroorganizmusok jelentős hatással lehetnek a termék biztonságára és minőségére. Az élesztők és penészgombák jelenléte utalhat a romlásra, míg a tejsavbaktériumok mennyisége befolyásolhatja az ízt és a fermentációt, illetve utalhat nemkívánatos mikrobiális aktivitásra.

Mindegyik méréshez elengedhetetlen az aszeptikus környezet fenntartása, hogy a minta ne szennyeződhessen be. Ehhez az alábbi lépéseket tartottam szem előtt:

- Steril tenyészedényeket kell használni, amelyek lehetnek egyszer használatos, sterilen forgalmazott edények vagy előzetesen sterilizált üveg tenyészedények.
- A steril oltóeszközök használata is alapvető fontosságú. Ezek lehetnek egyszer használatos, sterilen forgalmazott eszközök vagy egyszer használatos, nem sterilen forgalmazott eszközök, mint például az automata pipettához való pipettahegyek, melyeket autoklávban sterilizálnak. Az üveg oltóeszközöket és a fém oltóeszközöket közvetlenül a használat előtt gázlámban kell sterilizálni. Az üveg szélesztőbotokat a használat előtt alkoholos lámban sterilizáljuk.
- A tápközeget a típusától függően autoklávban vagy forralással sterilizáljuk.
- A munkavégzés előtt az oltóhelyiséget is elő kell készíteni: a munkaasztalokat és a lamináris fülkéket fertőtlenítőszerrel tisztítjuk meg, az UV lámpát pedig a felületek és a légtér mikrobamentesítése érdekében kapcsoljuk be a lamináris fülkében.

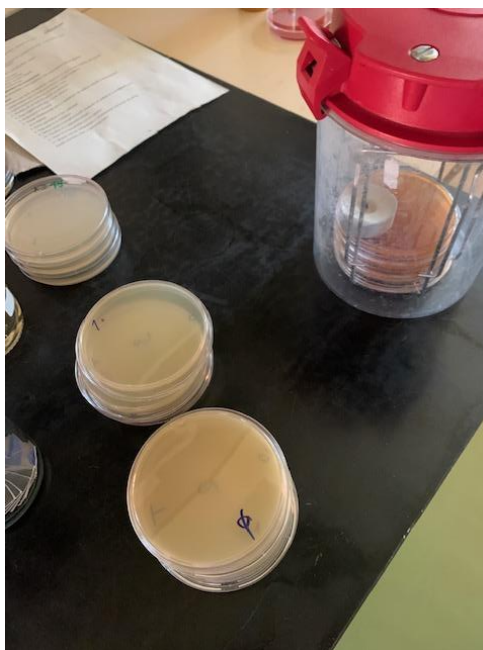
A vizsgálatok során lemeztenyészeteket készítettem szélesztéssel és lemezöntéssel. A lemeztenyészeteket agarlemezekre, Petri-csészék használatával hoztam létre. Fontos, hogy a Petri-csészéket csak annyira nyitottam ki, amennyire szükséges az oltáshoz használt eszköz bevezetéséhez, hogy elkerüljem a kontaminációt.

Az előkészületek után a smoothie mintát hígítottam. A smoothie-t jól összekevertem, hogy homogén legyen, majd steril technikával 1 ml-t pipettáztam egy 9 ml steril hígítási oldatot tartalmazó csőbe, így 1:10-es hígítást kaptam. Felületi szélesztésnél az inokulumból 0,1 ml-t pipettáztam az agarlemez felületére, és egyenletesen elkentem egy alkoholba mártott, lámban sterilizált és lehűtött szélesztő üvegbottal. Rövid várakozás után az agarlemezeket fejjel lefelé helyeztem az inkubátorba. Az inkubálás után megszámloltam a mikroorganizmusok számát a lemezen. A kolóniák számát megszoroztam a hígítási tényezővel, hogy megkapjam a megfelelő értéket.

A lemezöntés során steril Petri-csészébe 1 ml mikrobaszuszpenziót pipettáztam, majd erre öntöttem a kb. 45 °C-ra hűtött folyékony tápagart (kb. 20 ml). Az asztal lapján óvatos, körkörös mozdulatokkal elegyítettem a szuszpenziót az agarral, majd hagytam megdermedni. Az inkubálás a megdermedt agarlemezek fejjel lefelé történő inkubálásával történik.

Az élesztő- és penészgomba szám meghatározása felületi szélesztéssel, még az összmikrobaszám és a tejsavbaktérium szám meghatározása lemezöntéssel történt.

6. ábra: A mikrobiológiai vizsgálat



Az összmikrobaszám meghatározásához TTC (trifenil-tetrazolium-klorid) táptalajt használtam. Az agarlemezeket 30°C-on 48 órán keresztül inkubáltam. Inkubálás után a piros színű kolóniák megjelenése jelzi a metabolikusan aktív mikroorganizmusokat. A kolóniaszámot megszorozzuk a hígítási faktoral, hogy megkapjuk a teljes összmikrobaszámot.

A tejsavbaktériumok meghatározásához MRS (főbb összetevői: pepton, hús- és élesztőkivonat, glükóz, nátrium-acetát, triammonium-citrát, kálium-foszfát, magnézium-szulfát, mangán-szulfát és poliszorbát) táptalajt használtam. Az MRS táptalaj egy szelektív táptalaj, amelyet kifejezetten tejsavbaktériumok izolálására és tenyésztésére fejlesztettek ki. Az MRS táptalaj a tejsavbaktériumok növekedésének elősegítésére szolgál. A táptalaj olyan összetevőket tartalmaz, amelyek a tejsavbaktériumok számára optimális növekedési feltételeket biztosítanak. Tejsavbaktérium esetén a lemezeket anaerob körülmények között (pl. anaerob jar használatával) 37°C-on 48-72 óráig inkubáltam. Az inkubálás után megszámláltam a tejsavbaktérium kolóniákat.

A penész- és élesztőgomba meghatározásához RBC (Rose Bengal és klóramfenikol) táptalajt használtam. Az RBC táptalaj specifikusan az élesztők és penészgombák izolálására szolgál, miközben gátolja a baktériumok növekedését. Az agarlemezeket 25°C-on 5-7 napig inkubáltam, majd inkubálás után megszámláltam az élesztőgomba és penészgomba, majd a hígítási faktoral számolva megkaptam a végleges értékeket.

Minden mikrobiológiai vizsgálat után fontos a szennyezett eszközök, tápközegek autoklávozása, majd mosogatása.

A vizsgálatok során minden mérésből három párhuzamost végeztem.

7. ábra: A mikrobiológiai vizsgálathoz használt petricsészék



3.2.2. pH mérése

Az élelmiszeriparban a pH érték meghatározza a termékek minőségét, ízét, stabilitását és eltarthatóságát és összefüggésben lehet a benne található mikroorganizmusok mennyiségével. A pontos mérés érdekében két ismert pH-jú puffer oldatra kalibráltam a műszert. A hűtőből kivett smoothiet homogenizáltam és egy kis mintányit vettem ki belőle. Ezután a homogenizált mintákat szobahőmérsékleten tartva termosztáltam, majd a pH elektródot belemerítettem az oldatba, és a műszer kijelezte a mért pH értéket.

8. ábra: Smoothie mintha pH vizsgálata



Az elektródot alaposan le kellett öblítenem minden mérés után, hogy elkerüljem a keresztszennyeződést.

3.2.3. Színmérés

A színmérés a színek objektív és pontos meghatározásának tudománya, amely a színek tulajdonságait kvantitatív módon írja le. 1976-ban bevezették a háromdimenziós CIELAB színingertert, amely közel egyenletes színkülönbségeket mutat. A CIELAB tér koordinátái a CIE XYZ színösszetevőkből számíthatók. A színingertérben két szín közti különbség (ΔE^*) a ΔL^* , Δa^* és Δb^* értékekből számítható, ahol ΔE^* értékek alapján meghatározható az emberi szem által érzékelt színkülönbség. Az észrevehető különbség szempontjából a ΔE_{ab} értéke meghatározó. A 1,5 és 3,0 közötti ΔE^*_{ab} értékeknél a különbség már észrevehető az emberi szem számára, de még nem feltétlenül jelentős. Az ennél nagyobb, 3,0 és 6,0 közötti ΔE^*_{ab} értékeknél a különbség már jól látható, ami azt jelenti, hogy a színeltérés egyértelműen felismerhető (László és Zana, 2006). Az L^* - világossági tényező megmutatja, hogy a tárgy a megvilágító fény hány százalékát veri vissza, $+a^*$ - vörös színezet, $-a^*$ - zöld színezet, $+b^*$ - sárga színezet, $-b^*$ - kék színezet.

A színmérést a Minolta színmérő készülékével végeztem. A műszer kalibrálása, használata a műszer „Használati Útmutató” alapján történt. A műszert egy fehér standard lap segítségével kalibráltam (8. ábra).

9. ábra: Színmérő műszer kalibrálása



Ezt követően egy kis tálba kiöntöttem a homogenizált smoothie-ból, majd belehelyeztem a mérőfejet a mintába és megnyomtam a rajta található gombot.

10. ábra: Smoothie minta színmérése



A kijelzőn megjelenő adatokat feljegyeztem. Három párhuzamos mérést végeztem, melyeket a kiértékelés során átlagoltam a pontos eredmények érdekében.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Mikrobiológiai vizsgálat

A mikrobiológiai vizsgálatok március végétől június végéig folytak. A mintákat 4-5 °C-on tároltam hűtőszekrényben, és 1 hónapig hetente, utána pedig havonta vizsgáltam a mintákat. Megvizsgáltam a gyümölcslé, a BCAA aminosav keverék és a tejsavópor mikrobiológiai tisztaságát is. Az eredmények a 3. táblázatban láthatóak.

3. táblázat: Az alapanyagok vizsgálata

	Összmikrobaszám porok: TKE/g lé: TKE/ml	Élesztő- és penészgomba szám porok: TKE/g lé: TKE/ml	Tejsavbaktérium szám porok: TKE/g lé: TKE/ml
BCAA por	$4,0 \times 10^2$	<100	<100
Tejsavó por	$5,0 \times 10^2$	<100	100
Gyümölcslé	<1	<10	<1

A gyümölcslé (alma homoktővissel) kereskedelmi forgalomból származó, pasztörözött ital volt. A mért mikrobiológiai értékek a termék kiváló minőségét és biztonságát jelzik és szavatolják.

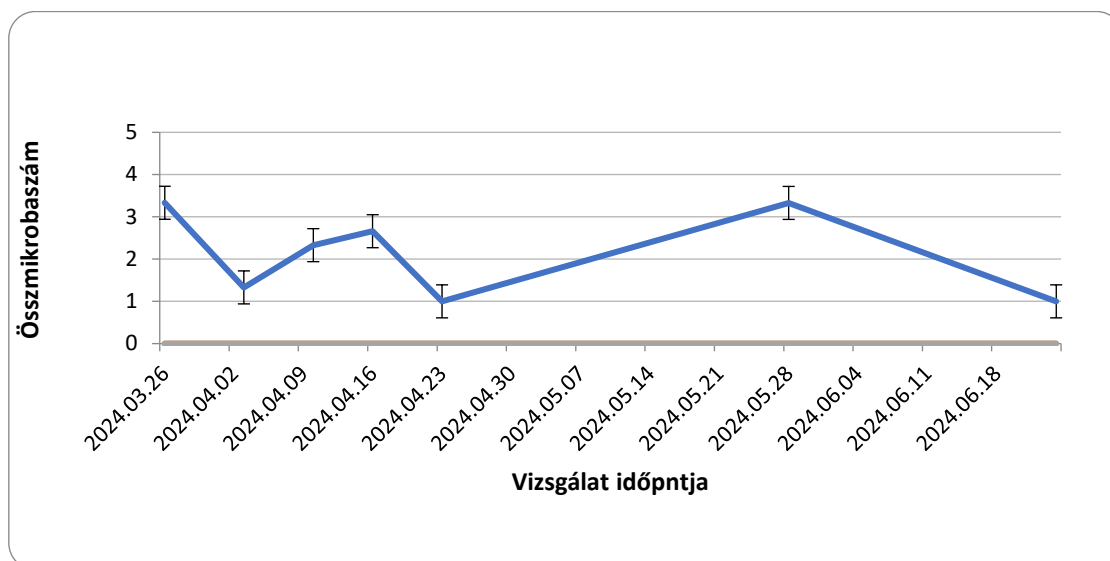
A por állagú aminosavkeverék és tejsavó izolátum szintén nagy tisztaságú, az összmikrobaszáma, az élesztő- és penészgombaszáma is megfelel a követelményeknek. A tejsavópor tejsavbaktérium száma sem haladja meg a 100 TKE/g értéket.

Az alapanyagok mikrobiológiai tisztasága önmagában biztosítja, hogy a fehérjével dúsított termék frissen fogyasztható. Az eltarthatóság érdekében a termék HHP kezelésen esett át, ami a fehérjekészítményekben esetlegesen jelenlévő élő mikrobák, illetve a gyártás során (porok bekeverése, homogenizálása, palackba töltése) bekerülő mikrobák elpusztítására szolgál. A fehérjekiegészítés jó táptalaj lehet a mikroorganizmusok számára, ezért fontos a HHP kezeléssel ezt megakadályozni. A kezelés hatékonyságának és a termék fogyaszthatósági idejének megállapítása volt a célja vizsgálataimnak.

4.1.1 Összmikrobaszám változása

A vizsgálat ideje alatt a HHP-vel kezelt smoothie italok minden vizsgálati időpontban 10 TKE/ml alatt maradtak, ami alacsony mikrobiológiai szennyezettségre utal. Az összmikrobaszám a 3 hónapos tárolás alatt nem haladta meg a 3,33 TKE/ml értéket. A tapasztalt változás a mérések átlagában a 11. ábrán látható.

11. ábra: A smoothie italok összmikrobaszámának alakulása a tárolás alatt



Ezek az értékek arra engednek következtetni, hogy a kezelés igen hatékonyan akadályozza a mikroorganizmusok szaporodását, így a mikrobiális szennyezettséget is. Tehát a HHP kezelés és a hűtőtárolás segítségével biztosítani lehetett a megfelelő mikrobiológiai minőséget a vizsgálat teljes időtartama alatt. Tekintve, hogy a gyümölcslevek természetes cukortartalmuk és magas vízáktivitásuk miatt kiváló tápanyagforrással szolgálnak a mikrobáknak, és a hozzáadott fehérje további lehetőséget nyújt a mikrobiális romlás gyors beindulására, a HHP kezelés hatékonyságát a vizsgálati eredmények jól alátámasztják. Ennek további igazolására újabb tárolási kísérlet elvégzése szükséges kezeletlen, kontroll italok vizsgálatával.

Szintén levonható az eredményekből, hogy a tárolási hőmérséklet is megfelelőnek bizonyult. A hűtött tárolás ugyanis hozzájárul a mikrobiális szennyezettség alacsony szinten tartásához, ezzel a hosszabb eltarthatósághoz és a megfelelő biztonsághoz, hisz ezen a hőmérsékleten lassul a mikroorganizmusok szaporodása.

4.1.2 Élesztő- és penészgomba szám

Az élesztő- és penészgomba szám minden HHP kezelt mintában minden időpontban <10 TKE/ml volt.

Ez azt jelenti, hogy a mintákban vagy nem volt kimutatható mennyiségű élesztő- és penészgomba, vagy a szintjük nagyon alacsony volt. Az alacsony vagy kimutathatatlan élesztő- és penészgomba szám azt mutatja, hogy a HHP kezelés hatékonyan gátolja ezeknek a mikroorganizmusoknak a növekedését is, ami fontos az élelmiszerbiztonság és a termék minősége szempontjából.

Az alapanyagul használt *almalé homoktővissel* ital természetes savainak köszönhetően savas pH-t hoz létre, melynek változását is nyomonkövettem a tárolás során (4.2.fejezet). A savas közeg nem kedvez az élesztők és penészek szaporodásának, tehát a kimutathatósági határ alatti szám és az a tény, hogy a tárolás során egyáltalán nem tapasztaltam a gombák szaporodását, ennek a savas közegnek is köszönhető. Az élesztő- és penészgombák egyébként érzékenyek a HHP kezelésre, tehát az esetleges befertőződés az italok gyártása során ennek következtében sem okoztak problémát a tárolás ideje alatt.

4.1.3 Tejsavbaktérium szám

A 4. táblázatban a BCAA aminosav porkeverék, a tejsavópor, a gyümölcslé és a dúsított, HHP kezelt smoothie ital tejsavbaktérium száma látható. A tejsavó izolátum hozzáadása miatt tartottam fontosnak a tejsavbaktériumszám kontrollálását is a kiindulási anyagokban és a tárolás során a smoothie italokban.

A tejsavó izolátum por állagú, 90 % fehérjetartalmú készítmény. Alacsony vízaktivitás nem kedvez a baktériumok szaporodásának. A mért 100 TKE/g tejsavbaktériumszám ennek következménye. Az aminosav keverékben szintén kimutathatóak voltak, kisebb mennyiségben (<100 TKE/g) a tejsavbaktériumok.

A tejsavbaktérium szám a HHP kezelt mintákban viszont minden időpontban <1 TKE/ml volt, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag nem volt kimutatható tejsavbaktérium jelenlét. A gyümölcsléhez kevert porokkal bejutó tejsavbaktériumok elpusztítására tehát a nagy hidrosztatikai nyomáskezelés megfelelő volt, hiszen a kiindulási 0. mintavételtől az utolsó, 3 hónapos tárolás utáni mintavételig egyetlen alkalommal sem érte el a kimutatási határt a jelenlétük.

4. táblázat: A vizsgálati minták tejsavbaktérium száma

	Tejsavbaktérium szám porok: TKE/g italok: TKE/ml
BCAA	<100
Tejsavó izolátum	100
Gyümölcslé	<10
Dúsított smoothie	<1

4.1.4 Összegzés a mikrobiológiai vizsgálatokkal kapcsolatban

Az adatok alapján megállapítható, hogy a HHP kezelt smoothiek mikrobiológiai minősége kiváló. Az összmikrobaszám, élesztő- és penészgomba szám, valamint a tejsavbaktérium szám mind nagyon alacsony értékeket mutatnak, ami a HHP technológia hatékonyságát bizonyítja és azt, hogy megfelelő tárolásnak voltak kitéve a termékek. Az utolsó vizsgálati napon kapott eredmények megerősítik a korábbi mérések hitelességét, mivel a hígítások során nem volt kimutatható mikrobiális szennyezettség.

Ez az alacsony mikrobiális szennyezettség fontos a termék biztonsága és eltarthatósága szempontjából, mivel csökkenti a romlás kockázatát és biztosítja, hogy a termék fogyasztásra alkalmas marad a tárolási idő alatt.

Így a HHP-val kezelt smoothiek jobban eltarthatónak bizonyultak, mint a kereskedelemben jelenleg kapható társaik, melyek jellemzően egy hónapnyi tárolási időre vannak tervezve. A hűtött tárolás, különösen a HHP technológiával kombinálva, rendkívül hatékony módszer a gyümölcslevek mikrobiális szennyezettségének minimalizálására. Az eredmények azt mutatják, hogy a hűtött tárolás alacsonyan tartja az összmikrobaszámot, az élesztő- és penészgomba-, valamint a tejsavbaktérium számot, így biztosítva a termék biztonságát és hosszabb eltarthatóságát.

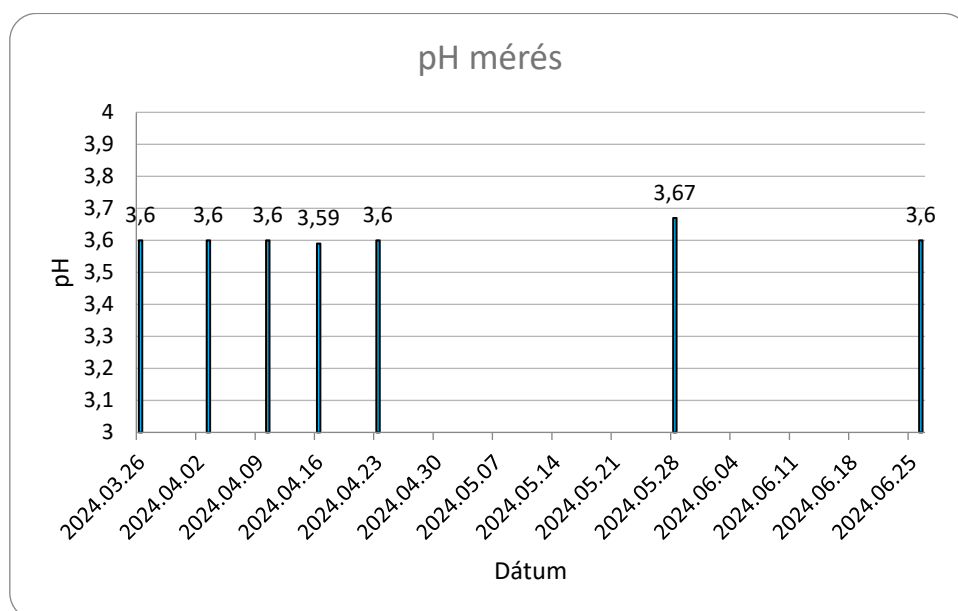
4.2 pH mérés

Az alma és homoktövis terméséből készített gyümölcslé, ami 100 % natúr, frissen préselt lé, víz hozzáadása nélkül készül. A gyümölcsök gazdag szerves sav és magas C-vitamin tartalma kedvező ízhatást biztosít az italnak és egyben olyan alacsony pH értéket, ami az ital eltarthatóságát nagymértékben elősegíti.

A gyümölcslé pH értéke: 3,6. A hozzáadott fehérjeporok nem változtatták meg az ital savasságát.

A vizsgált időszak alatt a pH értékek stabilak maradtak enyhe ingadozásokkal 3.59 és 3.67 között. A mikrobiológiai tisztaság következtében a smoothie összetétele nem változott, erjedési folyamatok nem indultak el a tárolási időszak alatt. Sem a tejsavbaktériumok, sem az élesztőgombák nem tudtak felszaporodni az italban a HHP kezelés és a hűtőtárolás együttes hatásának köszönhetően.

12. ábra: A smoothie italok pH alakulása a tárolás alatt



A nagy hidrosztatikai nyomás kezelés általában stabilizálja a pH értékeket és növeli a termék eltarthatóságát, de a kezelés hatékonysága és az esetleges utólagos mikrobiális aktivitás is befolyásolhatja a pH-t. Bár a smoothie hűtőben volt tárolva, kisebb hőmérséklet-ingadozások előfordulhatnak, amelyek hatással lehetnek a pH értékre. A pH mérésének pontossága is hozzájárulhat a kisebb ingadozásokhoz. Összességében a pH értékek stabilitása arra utal, hogy

a hűtési és HHP kezelési folyamatok hatékonyan fenntartják a smoothie kémiai egyensúlyát, bár kisebb természetes ingadozások megfigyelhetők.

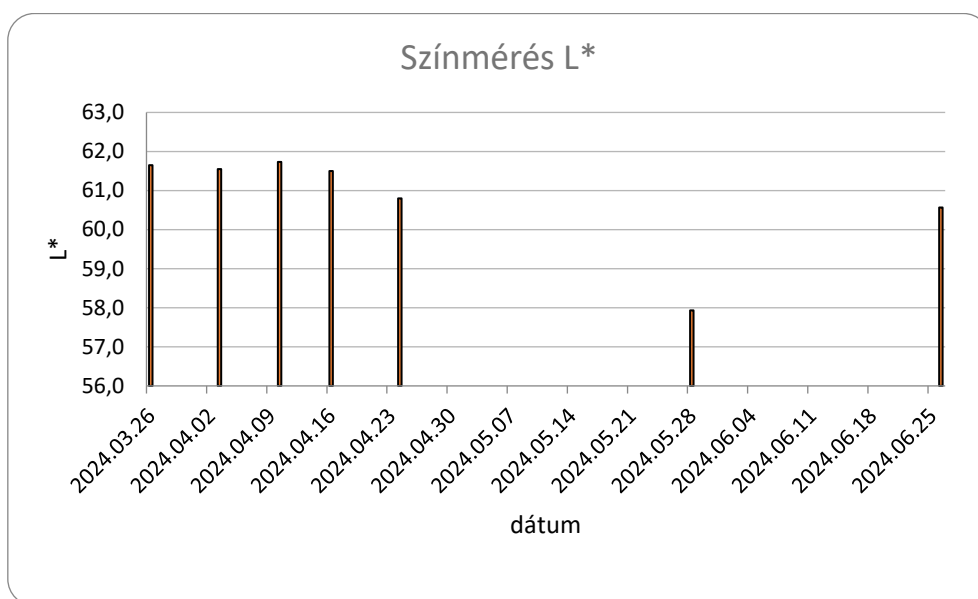
A savas pH értékeket a smoothieban található gyümölcssavak biztosítják. Az alma elsősorban almasavat és citromsavat tartalmaz. Ezek a savak adják az alma savanykás ízét, és hozzájárulnak az alacsony pH értékhez. A homoktövis különösen magas C-vitamin (aszcorbinsav) tartalmú, de tartalmaz más szerves savakat is, mint például almasav és borkósav. Ezek a savak szintén hozzájárulnak a savassághoz. Az alacsony pH tartományban lévő élelmiszerek általában biztonságosabbak a mikrobiális növekedés szempontjából. A savas környezet gátolja a patogén mikroorganizmusok, például baktériumok és gombák szaporodását. Az alma-homoktövis smoothie esetében ez az alacsony pH, amely főként a természetes gyümölcssavaknak köszönhető, növeli a termék élelmiszerbiztonságát és eltarthatóságát. Az alacsony pH érték pozitívan befolyásolja az érzékszervi tulajdonságokat is, különösen az ízt. Az alma-homoktövis smoothie savanykás íze frissítő, ami a fogyasztók körében népszerű. A savas környezet szintén segít megőrizni a gyümölcsök természetes színét és illatát, ami hozzájárul a termék minőségéhez.

4.3 Színmérés

A vizsgálati idő alatt színmérést is végeztem a mintákon. A mérés célja az volt, hogy megvizsgáljam milyen színváltozáson megy át a termék a tárolás során, milyen hatással lesz rá a HHP kezelés. A szín jellemzésére CIE L^* , a^* , b^* színrendszert használtam. Az L^* a mintáink világosságát határozza meg, ahol a nulla érték a feketét, a 100-as érték pedig a fehéret jelenti. Az a^* a vörös-zöld színezetet jelenti, pozitív érték esetén inkább vörös, még negatív esetén inkább zöld színű a minta. Ezzel szemben a b^* a sárga-kék színezetet jelenti, ahol a pozitív inkább sárga, míg a negatív inkább kék mintát jelent. A teljes színínger különbség megmutatja a színtérben értelmezett két színpont közötti térbeli távolságot.

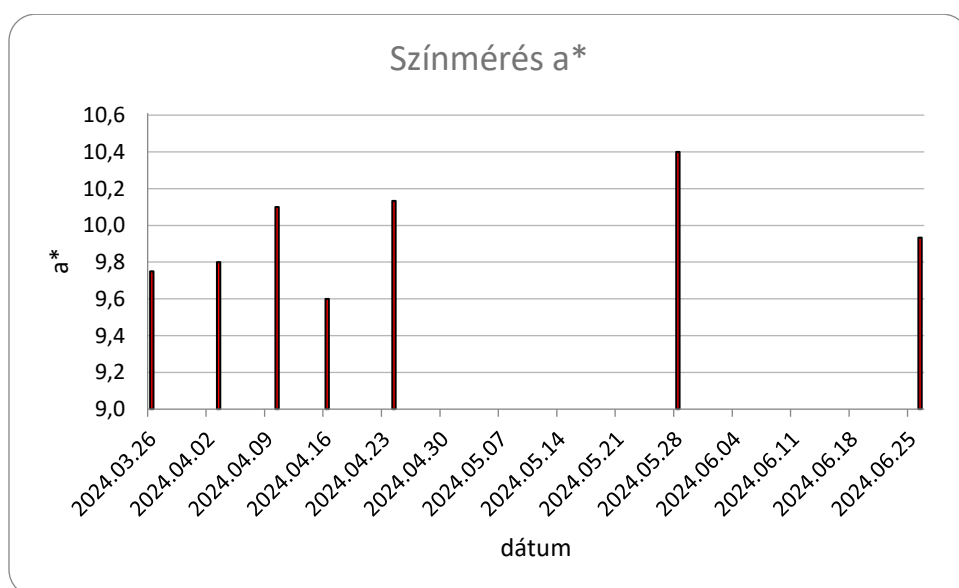
* L világossági tényező értékek 61,4 és 62,1 között mozognak, ami azt jelenti, hogy a smoothie világossága viszonylag stabil maradt a tárolás időszaka alatt.

13. ábra: A smoothie italok L^* alakulása a tárolás alatt



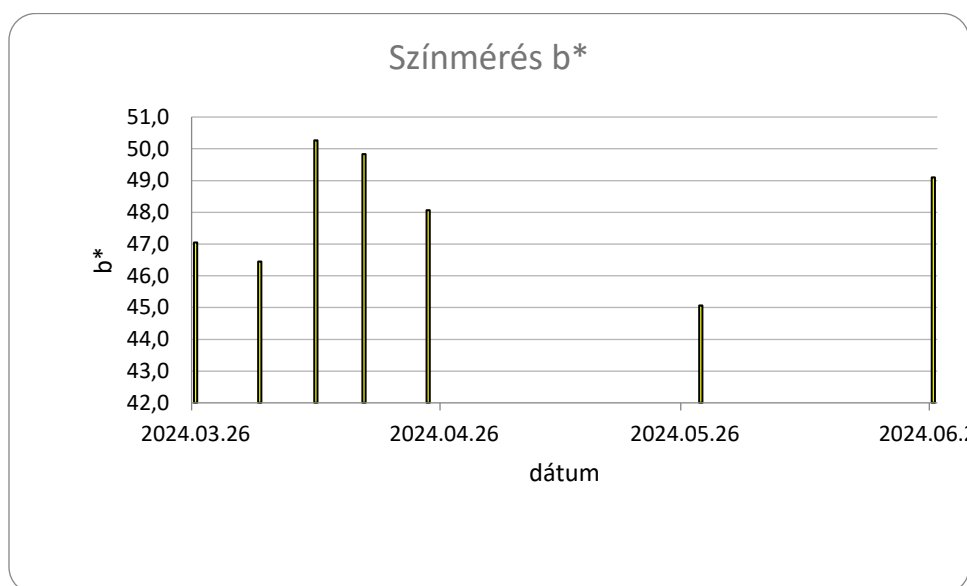
Az a^* értékek 9,7 és 10,5 között változnak, ami kis mértékű eltolódást jelez a piros tartomány felé. Ez a változás minimális, és valószínűleg nem lesz észrevehető a fogyasztók számára.

14. ábra: A smoothie italok a^* alakulása a tárolás alatt



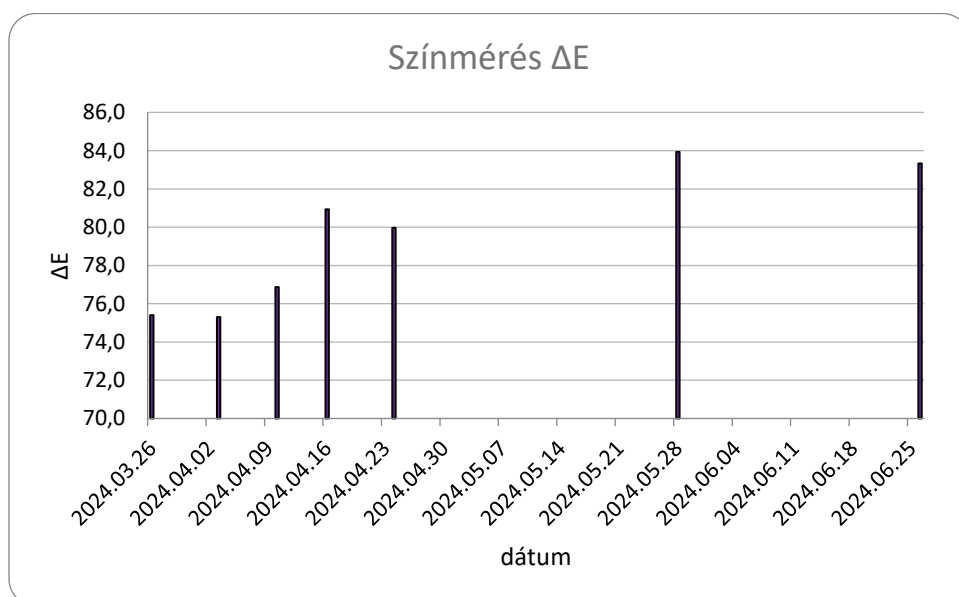
A b^* értékei 46,3 és 51,2 között mozognak, mely arra utal, hogy a termék sárgásabb tónusú. Ez a legjelentősebb változás a színparaméterek között, de még mindig viszonylag kicsi.

15. ábra: A smoothie italok b^* alakulása a tárolás alatt



A ΔE értékek 75,1 és 77,2 között változnak. Ez az érték a színinger különbség táblázata alapján „észrevehetőnek” számít. Ez a változás nem drasztikus, de figyelembe kell venni, hogy a HHP kezelés és a tárolás hatással lehet a smoothie vizuális megjelenésére.

16. ábra: A smoothie italok ΔE alakulása a tárolás alatt.



Bár a smoothie színe enyhén változott a tárolás során, a változások nem drámaiak. Az L^* értékek stabilitása azt jelzi, hogy a világosság nagyjából állandó maradt. Az a^* és b^* értékek változása arra utal, hogy a smoothie színe egy kicsit a piros és sárga színtényező értékében növekedett. Ez szemmel a sötétebb narancs-barnás árnyalat változását jelenti. Ez valószínűleg a természetes pigmentek lebomlásának és oxidációjának következménye, mely a hosszabb tárolás során nem meglepő. A ΔE értékek alapján a színváltozás érzékelhető, ami arra utal, hogy a smoothie színe szemmel láthatóan is változott a tárolási idő alatt. A hűtött tárolás hozzájárul

a szín stabilitásához, bár kis mértékű változások előfordulhatnak. Az 5 °C-os tárolási hőmérséklet lassítja a kémiai reakciókat, így a színváltozások minimálisak maradnak.

A HHP kezeléssel és hűtött tárolással kezelt smoothie színének enyhe változásai a természetes pigmentek lebomlásának és oxidációjának következményei lehetnek. Azonban ezek a változások minimálisak, és a termék vizuális megjelenése továbbra is jó minőségű marad. A HHP technológia és a hűtött tárolás kombinációja hatékony módszer a smoothie mikrobiológiai biztonságának és színstabilitásának megőrzésére.

Az alma-homoktövis smoothie színváltozásának elemzésekor fontos figyelembe venni a felhasznált gyümölcsök természetes pigmentjeit is. Az almákban található flavonoidok és polifenolok antioxidáns tulajdonságokkal bírnak, amelyek hozzájárulhatnak a szín stabilitásához. A hőkezelés hatására kialakult almalé színe általában stabilabb a tárolás során, de a HHP kezelés és a tárolás alatt kis mértékű barnulás még előfordulhat az oxidáció miatt. A homoktövis gazdag karotinoidokban (béta-karotin, likopin), amelyek erős sárga-narancs színt adnak a smoothie-nak. Ezek a karotinoidok hajlamosak az oxidációra, ami színváltozást eredményezhet. A homoktövis színe érzékeny a fényre és hőmérsékletre is. A színváltozás, különösen a sárga árnyalat növekedése, valószínűleg a homoktövis karotinoidok oxidációjának következménye lehet. Az alma természetes polifenoljai is oxidálódhatnak, de kisebb mértékben. A Delta E érték változásáért az almában és a homoktövisben található pigmentek természetes lebomlása is felelős lehet. Az alma-homoktövis smoothie fejlesztésekor érdemes figyelembe venni a pigmentek természetes lebomlását és oxidációját. Az antioxidánsok hozzáadása vagy más stabilizáló anyagok alkalmazása segíthet csökkenteni a színváltozásokat.

5. Következtetések és javaslatok

Kutatásom során egy magas fehérjetartalmú smoothie eltarthatóságát vizsgáltam mikrobiológiai, pH- és színmérések segítségével. A fehérjekiegészítés tejsavó fehérjeizolátum (WPI 90 % fehérjetartalom, WheyProtein) és elágazó láncú aminosavak (BCAA 50g/100g Leu, 25 g/100 g i-Leu, 25 g/100 g Val, SUPERFOOD) kombinálásával történt. A HHP kezelés jelentősen javítja az élelmiszerek mikrobiológiai biztonságát és eltarthatóságát, mivel hatékonyan csökkenti a patogén és a romlást okozó mikroorganizmusok számát. A kezelés során alkalmazott magas nyomás javíthatja a fehérjék emészthetőségét, ezáltal javítva a tápanyagok hasznosulását az emberi szervezetben.

A HHP kezelés megőrzi az élelmiszerek táplálkozási értékét, beleértve a vitaminokat és ásványi anyagokat is. A kezelés során az érzékszervi tulajdonságok, mint a szín és az íz, kevésbé károsodnak, ami vonzóvá teszi a fogyasztók számára az így előállított termékeket. Az összegyűjtött eredmények és az irodalmi áttekintés alapján a nagy hidrosztatikai nyomás (HHP) technológia hatékony módszernek bizonyult az italok minőségének megőrzésére a vizsgált időszak alatt.

A HHP kezelés hatására a smoothieokban az összmikrobaszám, az élesztő- és penészgombák, valamint a tejsavbaktériumok száma a tárolási időszak alatt alacsony szinten maradt. A HHP kezelés során az élelmiszer hőmérséklete minimálisan növekszik, így elkerülhetőek a hőkezelés által okozott káros hatások. A színmérés eredményei alapján a smoothieok színe csak minimálisan változott a tárolás során, ami a pigmentek természetes lebomlásának és

oxidációjának következménye lehet. A pH értékek stabilak. A színváltozások minimálisak voltak, így a termék vizuális megjelenése továbbra is jó minőségű maradt.

Javasolt hosszabb tárolási időszakokat vizsgálni, hogy megértsem, hogyan hat az HHP kezelés és a hűtött tárolás az élelmiszerek hosszú távú eltarthatóságára és minőségére, illetve további vizsgálatok elvégzése az optimális nyomás- és hőmérséklet-paraméterek meghatározására, hogy maximalizáljam a tápanyagmegőrzést és az érzékszervi tulajdonságokat. Fontos lenne részletesen megvizsgálni az érzékszervi tulajdonságokat, mint az íz, aroma, textúra és szín, hogy megértsem, hogyan befolyásolja az HHP kezelés az élelmiszerek fogyasztói elfogadhatóságát.

Gyakorlati megoldásként javasolt az elkészített fehérjében gazdag smoothie italok bevezetése a piacon, különös figyelmet fordítva a sportolók és az aktív életmódot folytató emberek igényeire. Az elkészített smoothie ugyanis hozzájárul a fehérjebevitel optimalizálásához. Piacon található versenytársaihoz képest kedvezőbb összetételű és hosszabb eltarthatósági idővel rendelkezik.

6. Összefoglalás

A szakdolgozatom elsődleges célja egy olyan fehérjében gazdag smoothie ital kifejlesztése volt, amely optimális aminosav összetétellel rendelkezik, és hozzájárul az egészséges táplálkozáshoz. Ez azért jelentős, mert a fehérjék kiemelten fontosak az emberi szervezet számára, különösen gyermekkorban és intenzív sporttevékenységek után. Emellett a zöldség- és gyümölcsfogyasztás növelése is kívánatos, mivel ezek az élelmiszerek számos jótékony hatással bírnak, beleértve a daganatos és szív- és érrendszeri betegségek rizikójának csökkentését.

A fejlesztési folyamat során a tejsavó fehérje izolátum és elágazó láncú aminosavak használatával készült smoothie italokat vizsgáltam. A nagy hidrosztatikai nyomás alkalmazása várhatóan elősegíti a fehérjék emészthetőségét és az ital eltarthatóságát. A kísérletek során mikrobiológiai vizsgálatokat, pH méréseket és színméréseket végeztem, amelyek segítségével monitoroztam a tárolási időszak alatt történő változásokat.

A tárolási kísérletek során kapott adatok alapján megállapítottam, hogy a fejlesztett smoothie italok megfelelően stabilak és biztonságosak. Az eredmények azt mutatták, hogy az alkalmazott nagy hidrosztatikai nyomás kezelési módszer (600MPa, 300 sec) alkalmas volt az italok mikrobiológiai biztonságának megőrzésére a három hónapos tárolás alatt.

A fehérjében gazdag smoothie italok jelentős táplálkozásélettani előnyökkel bírnak, és hozzájárulnak a változatos étrend fenntartásához. A kifejlesztett italok sikeresen ötvözik a fehérjék, gyümölcsök és zöldségek jótékony hatásait, így ideális kiegészítést nyújtanak a mindennapi táplálkozáshoz.

A dolgozatom alapján javaslom a fehérjében gazdag smoothie italok szélesebb körű elterjesztését és fogyasztását, különösen a sportolók, gyerekek és az egészségtudatos felnőttek körében. Továbbá, további kutatások szükségesek a különböző fehérjeforrások és kezelési módszerek hatékonyságának vizsgálatára, valamint az italok hosszú távú hatásainak értékelésére.

Összességében a dolgozatommal szeretnék rávilágítani a fehérjék és a gyümölcs-zöldségfogyasztás fontosságára az egészséges életmód szempontjából, valamint bemutatni egy

innovatív, fehérjében gazdag smoothie ital fejlesztésének folyamatát és annak táplálkozásélettani előnyeit.

7. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak

Hivatkozások:

- Alexandrov, N. V., Eelderink, C., Singh-Povel, C. M., Navis, G. J., Bakker, S. J., Corpeleijn, E. (2018). Dietary protein sources and muscle mass over the life course: the lifelines cohort study. *Nutrients*, 10(10), 1471. doi:10.3390/nu10101471
- Ambrosi, V., Polenta, G., Gonzalez, C., Ferrari, G., Maresca, P. (2016). High hydrostatic pressure assisted enzymatic hydrolysis of whey proteins. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 294-301. doi:10.1016/j.ifset.2016.05.009
- Anes, M., Manzocco, L., Nicoli, M. C., Lerici, C. R. (1999). Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 750-754. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199904)79:5<750::AID-JSFA247>3.0.CO;2
- Arai, Y., Watanabe, S., Kimira, M., Shimoi, K., Mochizuki, R., Kinae, N. (2000). Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. *The Journal of nutrition*, 130, 2243-2250. doi:10.1093/jn/130.9.2243
- Barett, D. M., Lloyd, B. (2012). Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(1), 7-22. doi:10.1002/jsfa.4718
- Baum, J. I., Kim, I.-Y., Wolfe, R. R. (2016). Protein consumption and the elderly: what is the optimal level of intake? *Nutrients*, 8(6), 359. doi:10.3390/nu8060359
- Bessada, S. M., Barreira, J. C., Oliveira, M. P. (2019). Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 53-68. doi:10.1016/j.tifs.2019.08.022
- Blanchflower, D. G., Oswald, A. J., Stewart-Brown, S. (2013). Is psychological well-being linked to the consumption of fruit and vegetables? *Social Indicators Research*, 114(3), 785-801. doi:10.1007/s11205-012-0173-y
- Bonomi, F., Fiocchi, A., Frøkiær, H., Gaiaschi, A., Iametti, S., Poiesi, C., Rovere, P. (2003). Reduction of immunoreactivity of bovine β -lactoglobulin upon combined physical and proteolytic treatment. *Journal of Dairy Research*, 70(1), 51-59. doi:10.1017/S0022029902005678
- Boyle, S. P., Dobson, V. L., Duthie, S. J., Kyle, J. A., Collins, A. R. (2000). Absorption and DNA protective effects of flavonoid glycosides from an onion meal. *European Journal of Nutrition*, 39, 213-223. doi:10.1007/s003940070014
- Bu, G., Luo, Y., Chen, F., Liu, K., Zhu, T. (2013). Milk processing as a tool to reduce cow's milk allergenicity: a mini-review. *Dairy science & technology*, 93(3), 211-223. doi:10.1007/s13594-013-0113-x
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., Jeukendrup, A. E. (2013). Carbohydrates for training and competition. *Food, Nutrition and Sports Performance III*, 29(1), 17-27. doi:10.1080/02640414.2011.585473
- Carullo, D., Donsí, F., Ferrari, G. (2020). Influence of high-pressure homogenization on structural properties and enzymatic hydrolysis of milk proteins. *Lwt*, 130, 109657. doi:10.1016/j.lwt.2020.109657
- Carvalho, A. F., Maubois, J.-L. (2009). Applications of membrane technologies in the dairy industry. In J. Comibra, *Engineering aspects of milk and dairy products*. (old.: 43-68). New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Cassidy, A., Mukama, K. J., Liu, L., Franz, M., Eliassen, A. H., Rimm, E. B. (2013). High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. *Circulation*, 127(2), 188-196. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.122408

- Castroab, S., Cantera, A. M., Peyronel, D. V. (1996). Proteolysis of whey proteins by a *Bacillus subtilis* enzyme preparation. *International Dairy Journal*, 6, 285-294. doi:10.1016/0958-6946(95)00024-0
- Chen, S., Lin, X., Ma, J., Chen, Y., Fang, A.-p., Zhu, H.-l. (2023). Dietary protein intake and changes in muscle mass measurements in community-dwelling middle-aged and older adults: A prospective cohort study. *Clinical Nutrition*, 42(12), 2503-2511. doi:10.1016/j.clnu.2023.10.017
- Chicón, R., Belloque, J., Alonso, E., López-Fandiño, R. (2009). Antibody binding and functional properties of whey protein hydrolysates obtained under high pressure. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 593-599. doi:10.1016/j.foodhyd.2008.04.001
- D'Lugos, A. C., Luden, N. D., Faller, J. M., Akers, J. D., McKenzie, A. I., Saunders, M. J. (2016). Supplemental protein during heavy cycling training and recovery impacts skeletal muscle and heart rate responses but not performance. *Nutrients*, 8(9), 550. doi:10.3390/nu8090550
- De Wit, J. (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of dairy science*, 81(3), 597-608. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75613-9
- Dede, S., Alpas, H., Bayındırlı, A. (2007). High hydrostatic pressure treatment and storage of carrot and tomato juices: Antioxidant activity and microbial safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(5), 773-782. doi:10.1002/jsfa.2758
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014. doi:10.1021/jf0115589
- Dipakkumar, M., Kumar, M. S., Sabikhi, L. (2017). Development of high protein, high fiber smoothie as a grab-and-go breakfast option using response surface methodology. *Food Sci Technol*, 54(12), 3859–3866. doi:10.1007/s13197-017-2841-z
- Dragsted, L. O., Strube, M., Larsen, J. C. (1993). Cancer-Protective Factors in Fruits and Vegetables: Biochemical and Biological Background. *Pharmacology & toxicology*, 72, 116-135. doi:10.1007/s13197-017-2841-z
- Fritsché, R. (2003). Role for technology in dairy allergy. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58(2), 89.
- Fritz, P., Ignits, D., Katona, S. (2018). Főbb aminosavak szerepe a sporttáplálkozásban. *recreation*, 8(1), 10-12. doi:10.21486/recreation.2018.8.1.1
- Fritz, P., Mészáros, N., Ignits, D., Katona, S. (2017). A fehérjék táplálkozás-élettani hatása, szerepük a sporttáplálkozásban. *recreation*, 7(3), 10-12. doi:10.21486/recreation.2017.7.3.5
- Fritz, P., Mészáros, N., Ignits, D., Katona, S. (2017). Kalauz a fehérjetartalmú étrend-kiegészítők világában. *recreation*, 7(4), 10-13. doi:10.21486/recreation.2017.7.4.1
- Gheller, B. J., Riddle, E. S., Lem, M. R., Thalacker-Mercer, A. E. (2016). Understanding age-related changes in skeletal muscle metabolism: differences between females and males. *Annual review of nutrition*, 36, 129-156. doi:10.1146/annurev-nutr-071715-050901
- Gilani, G. S., Cockell, K. A., Sepehr, E. (2005). Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. *Journal of AOAC international*, 88(3), 967-987. doi:10.1093/jaoac/88.3.967
- Glynn, E. L., Fry, C. S., Drummond, M. J., Timmerman, K. L., Dhanai, S., Volpi, E., Rasmussen, B. B. (2010). Excess leucine intake enhances muscle anabolic signaling but not net protein anabolism in young men and women. *The Journal of nutrition*, 11, 1970-1976. doi:10.3945/jn.110.127647
- Gorissen, S. H. M., Rémond, D., van Loon, L. J. (2015). The muscle protein synthetic response to food ingestion. *Meat science*, 109, 96-100. doi:10.1016/j.meatsci.2015.05.009
- Gualano, A. B., Bozza, T., De Campos, P. L., Roschel, H., Costa, A. D., Marquezi, M. L., . . . Lancha, A. H. (2011). Branched-chain amino acids supplementation enhances exercise capacity and lipid oxidation during endurance exercise after muscle glycogen depletion. *J Sports Med Phys Fitness*, 51(1), 82-8.

- Gubicskóné, K. A., Szabó, Z. (2015). *Élelmiszer-tudományi ismeretek*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt.
- Hargreaves, M. (1999). Metabolic responses to carbohydrate ingestion: effects on exercise performance. *Perspectives in Sports Medicine and Exercise Science*, 12, 93-124.
- Hartley, L., Igbinedion, E., Thorogood, M., Clarke, A., Stranges, S., Hooper, L., Rees, K. (2013). Increased consumption of fruit and vegetables for the primary prevention of cardiovascular diseases. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6. doi:10.1002/14651858.cd009874
- Hashizume, C., Kimura, K., Hayashi, R. (1995). Kinetic analysis of yeast inactivation by high pressure treatment at low temperatures. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 59(8), 1455-1458. doi:10.1271/bbb.59.1455
- Holeček, M. (2018). Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutrition & metabolism*, 15(1), 1-12. doi:10.1186/s12986-018-0271-1
- Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., Kritchevsky, S. B. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *The American journal of clinical nutrition*, 87(1), 150-155. doi:10.1093/ajcn/87.1.150
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, P. G., French, D. N. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the international Society of Sports Nutrition*, 9, 1-7. doi:10.1186/1550-2783-9-20
- Iametti, S., De Gregori, B., Vecchio, G., Bonomi, F. (1996). Modifications occur at different structural levels during the heat denaturation of β -lactoglobulin. *European Journal of Biochemistry*, 237, 106-112. doi:10.1111/j.1432-1033.1996.0106n.x
- Jäger, R., Kerkick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 1-25. doi:10.1186/s12970-017-0177-8
- Jiang, H., Zhang, Z., Wang, Y., Gao, J., Yuan, Q., Mao, X. (2023). Effects of high hydrostatic pressure treatment on the antigenicity, structural and digestive properties of whey protein. *Lwt*, 178, 114628. doi:10.1016/j.lwt.2023.114628
- Johipura, K. J., Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Rimm, E. B., Speizer, F. E., Willett, W. C. (2001). The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Annals of internal medicine*, 134(12), 1106-1114. doi:10.7326/0003-4819-134-12-200106190-00010
- Joy, J. M., Lowery, R. P., Wilson, J. M., Purpura, M., O De Souza, E., Wilson, S. M., Jäger, R. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutrition journal*, 12(1), 1-7. doi:10.1186/1475-2891-12-86
- Keenan, D. F., Brunton, N. P., Gormley, T. R., Butler, F., Tiwari, B. K., Patras, A. (2010). Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 551-556. doi:10.1016/j.ifset.2010.07.003
- Keenan, D. F., Tiwari, B. K., Patras, A., Gormley, R., Brunton, N. P. (2012). Effect of sonication on the bioactive, quality and rheological characteristics of fruit smoothies. *International journal of food science & technology*, 47(4), 827-836. doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02915.x
- Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., Kumar, A. (2022). Sustaining protein nutrition through plant-based foods. *Frontiers in nutrition*, 8, 772573. doi:10.3389/fnut.2021.772573
- László, P., Zana, J. (2006). *Élelmiszerfizika I. (Hidrodinamika, reológia, fénytan)*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Layman, D. K. (2014). Eating patterns, diet quality and energy balance: a perspective about applications and future directions for the food industry. *Physiology & behavior*, 134(C), 126-130. doi:10.1016/j.physbeh.2013.12.005

- Le Marchand, L., Murphy, S. P., Hankin, J. H., Wilkens, L. R., Kolonel, L. N. (2000). Intake of flavonoids and lung cancer. *Journal of the National Cancer Institute*. *Journal of the National Cancer Institute*, 92(2), 154-160. doi:10.1093/jnci/92.2.154
- Linda, B., Fu, S., Tung, S., Yang, D. E. (2017). The Effect of the Addition of Four Different Protein Isolates to A Fruit-Based Smoothie On Postprandial Blood Glucose in a Healthy Population. *Loma Linda University Research Reports*, 4. Forrás: <https://scholarsrepository.llu.edu/rr/4>
- Linton, M., McClements, J. M., Patterson, M. F. (1999). Survival of *Escherichia coli* O157: H7 during storage in pressure-treated orange juice. *Journal of food protection*, 62(9), 1038-1040. doi:10.4315/0362-028X-62.9.1038
- Luscher, C., Balasa, A., Fröhling, A., Ananta, E., Knorr, D. (2004). Effect of high-pressure-induced ice I-to-ice III phase transitions on inactivation of *Listeria innocua* in frozen suspension. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(7), 4021-4029. doi:10.1128/AEM.70.7.4021-4029.2004
- Lynch, H., Johnston, C., Wharton, C. (2018). Plant-based diets: Considerations for environmental impact, protein quality, and exercise performance. *Nutrients*, 10(12), 1841. doi:10.3390/nu10121841
- Malekian, F., Gebrelul, S. S., Henson, J. F., Cyrus, K. D., Goita, M., Kennedy, B. M. (2015). The effects of whey protein and resistant starch on body weight. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(8), 275-291. doi:10.31989/ffhd.v5i8.210
- Marcus, J. B. (2014). Nutrition basics: what is inside food, how it functions and healthy guidelines. *Culinary Nutrition*, 1-50. doi:10.1016/B978-0-12-391882-6.00001-7
- Martin, C., Zhang, Y., Tonelli, C., Petroni, K. (2013). Plants, diet, and health. *Annual review of plant biology*, 64, 19-46. doi:10.1146/annurev-arplant-050312-120142
- Maszlaj, A., Mayer, L., Fritz, R., Fritz, P. (2023). A BCAA táplálkozás-élettani hatásai, szerepe a sporttáplálkozásban és a klinikumban. *recreation*, 4-8. doi:10.21486/recreation.2023.13.2.1
- McDonald, L. (2007). *The Protein Book: A Complete Guide for the Athlete and Coach*. Lyle McDonald Publishing.
- Medina, M. B. (2011). Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of Functional Foods*, 3(2), 79-87. doi:10.1016/j.jff.2011.02.007
- Meng, X., Bai, Y., Gao, J., Li, X., Chen, H. (2017). Effects of high hydrostatic pressure on the structure and potential allergenicity of the major allergen bovine β -lactoglobulin. *Food Chemistry*, 219, 290-296. doi:10.1016/j.foodchem.2016.09.153
- 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-Food Science and Technology*, 71, 102-109. doi:10.1016/j.lwt.2016.03.021
- Nunes, M. A., Costa, A. S., Barreira, J. C., Vinha, A. F., Alves, R. C., Oliveira, M. P. (2016). How functional foods endure throughout the shelf storage? Effects of packing materials and formulation on the quality parameters and bioactivity of smoothies. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 70-78. doi:10.1016/j.lwt.2015.07.061
- OECD. (2017). Health at a glance 2017 : OECD indicators. In OECD, *Health at a glance 2017 : OECD indicators*. (old.: 76-79). Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/19991312
- Oey, I., Van der Plancken, I., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2008). Does high pressure processing influence nutritional aspects of plant based food systems? *Trends in Food Science & Technology*, 19(6), 300-308. doi:10.1016/j.tifs.2007.09.002
- OGYÉI. (2019). *A felnőtt magyar lakosság élelmi rostbevétele a 2019-es eredmények alapján*. Forrás: Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet: https://ogyei.gov.hu/dynamic/4_a_felnott_magyar_lakossag_elelmirost_bevetele_a_2019_es_eredmenyek_alapjan.pdf
- Panyor, Á., Hipszki, F. D. (2022). A magas rosttartalmú zöldségek és gyümölcsök szerepe a táplálkozásban. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 23-34. doi:10.14232/jtgf.2022.3-4.23-34
- Patras, A., Brunton, N. P., Da Pieve, S., Butler, F. (2009). Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry

- and blackberry purées. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 308-313. doi:10.1016/j.ifset.2008.12.004
- Patras, A., Brunton, N., Da Pieve, S., Butler, F., Downey, G. (2009). Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purées. *Innovative food science & emerging technologies*, 10(1), 16-22. doi:10.1016/j.ifset.2008.09.008
- Peñas, E., Snel, H., Floris, R., Préstamo, G., Gomez, R. (2006). High pressure can reduce the antigenicity of bovine whey protein hydrolysates. *International dairy journal*, 16(9), 969-975. doi:10.1016/j.idairyj.2005.09.010
- Perrier-Cornet, J.-M., Tapin, S., Gaeta, S., Gervais, P. (2005). High-pressure inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus plantarum* at subzero temperatures. *Journal of biotechnology*, 4, 405-412. doi:10.1016/j.jbiotec.2004.09.009
- Petersen, B. L., Ward, L. S., Bastian, E. D., Jenkins, A. L., Campbell, J., Vuksan, V. (2009). A whey protein supplement decreases post-prandial glycemia. *Nutrition Journal*, 8(1), 1-5. doi:10.1186/1475-2891-8-47
- Pfau, C., Müller, A., Bács, Z., Bácsné Bába, É. (2018). Az egészséges táplálkozás szerepe és jelentősége. *Táplálkozásmarketing*, 5(1), 49-63. doi:10.20494/tm/5/1/4
- Philips, S. M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*, 108(2), 158-167. doi:10.1017/S0007114512002516
- Phillips, S. M., Moore, D. R., Tang, J. E. (2007). A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 17(1), 58-76. doi:10.1123/ijsnem.17.s1.s58
- Picart, L., Dumay, E., Guiraud, J.-P., Cheftel, C. (2005). Combined high pressure–sub-zero temperature processing of smoked salmon mince: phase transition phenomena and inactivation of *Listeria innocua*. *Journal of Food Engineering*, 68(1), 43-56. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.05.047
- Popova, A., Mihaylova, D. (2019). Antinutrients in plant-based foods: A review. *The Open Biotechnology Journal*, 13(1), 68-76. doi:10.2174/1874070701913010068
- Puupponen-Pimiä, R., Häkkinen, S. T., Aarni, M., Suortti, T., Lampi, A.-M., Eurola, M., . . . Oksman-Caldentey, K.-M. (2003). Blanching and long-term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(14), 1389-1402. doi:10.1002/jsfa.1589
- Rahimi, M. H., Shab-Bidar, S., Mollahosseini, M., Djafarian, K. (2017). Branched-chain amino acid supplementation and exercise-induced muscle damage in exercise recovery: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutrition*, 42, 30-36. doi:10.1016/j.nut.2017.05.005
- Ramaswamy, H. S. (2011). *High Pressure Sterilization of Foods*. New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4419-7475-4_15.
- Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S., Balasubramaniam, V. M., Niranjan, K., Knorr, D. (2007). Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(1), 69-112. doi:10.1080/10408390600626420
- Reyns, K. M., Soontjens, C. C., Cornelis, K., Weemaes, C. A., Hendrickx, M. E., Michiels, C. W. (2000). Kinetic analysis and modelling of combined high-pressure–temperature inactivation of the yeast *Zygosaccharomyces bailii*. *International Journal of Food Microbiology*, 55(2-3), 199-210. doi:10.1016/S0168-1605(00)00217-8
- San Martín, M. F., Barbosa-Cánovas, G. V., Swanson, B. G. (2002). Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(6), 627-645. doi:10.1080/20024091054274
- Saunders, M. J., Kane, M. D., Todd, M. K. (2004). Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(7), 1233-1238. doi:10.1249/01.MSS.0000132377.66177.9F
- Scolari, G., Zacconi, C., Busconi, M., Lambri, M. (2015). Effect of the combined treatments of high hydrostatic pressure and temperature on *Zygosaccharomyces bailii* and *Listeria*

- monocytogenes in smoothies. *Food Control*, 47, 166-174.
doi:10.1016/j.foodcont.2014.07.006
- Sharma, S., Kumar, P., Betzel, C., Singh, T. P. (2001). Structure and function of proteins involved in milk allergies. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 756, 183-187. doi:10.1016/S0378-4347(01)00107-4
- Sikora, E., Cieřlik, E., Leszczyńska, T., Filipiak-Florkiewicz, A., Pisulewski, P. M. (2008). The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry*, 107(1), 55-59. doi:10.1016/j.foodchem.2007.07.023
- Smith, K. J., Gall, S. L., McNaughton, S. A., Bizzard, L., Dwyer, T., Venn, A. J. (2010). Skipping breakfast: longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in the Childhood Determinants of Adult Health Study. *The American journal of clinical nutrition*, 92(6), 1316-1325. doi:10.3945/ajcn.2010.30101
- Takácsné Hájos, M. (2021). *Zöldségek és gyümölcsök szerepe a táplálkozásban*. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A., Philips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of applied physiology*, 107(3). doi:10.1152/jappphysiol.00076.2009
- Terefe, N. S., Matthies, K., Simons, L., Versteeg, C. (2009). Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutritional quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 297-307. doi:10.1016/j.ifset.2008.12.003
- Thalacker-Mercer, A. E., Fleet, J. C., Craig, B. A., Carnell, N. S., Campbell, W. W. (2007). Inadequate protein intake affects skeletal muscle transcript profiles in older humans. *The American journal of clinical nutrition*, 85(5), 1344-1352. doi:10.1093/ajcn/85.5.1344
- Tipton, K. D., Borsheim, E., Wolf, S. E., Sanford, A. P., Wolfe, R. R. (2003). Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 284(1), 76-89. doi:10.1152/ajpendo.00234.2002
- Tournas, V. H., Heeres, J., Burgess, L. (2006). Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. *Food microbiology*, 23(7), 684-688. doi:10.1016/j.fm.2006.01.003
- Valenzuela, A., Julio, S., Susana, N. (2003). Cholesterol oxidation: health hazard and the role of antioxidants in prevention. *Biological Research*, 36, 291-302. doi:10.4067/S0716-97602003000300002
- van Vliet, S., Burd, N. A., van Loon, L. J. (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based protein consumption. *The Journal of nutrition*, 145(9), 1981-1991. doi:10.3945/jn.114.204305
- Varma, S. K., Verma, R. A. (1987). Aflatoxin B1 production in orange (*Citrus reticulata*) juice by isolates of *Aspergillus flavus* link. *Mycopathologia*, 97(2), 101-104. doi:10.1007/BF00436846
- Weemaes, C., Ludikhuyze, L., Van den Broeck, I., Hendrickx, M. (1999). Kinetic study of antibrowning agents and pressure inactivation of avocado polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, 64(5), 823-827. doi:10.1111/j.1365-2621.1999.tb15920.x
- Who, Joint, FAO Expert Consultation. (2003). Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 916(i-viii), 1-149.
- World Health Organization. (2002). *The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life*. World Health Organization.
- Yang, C., Zhong, F., Goff, H. D., Li, Y. (2019). Study on starch-protein interactions and their effects on physicochemical and digestible properties of the blends. *Food chemistry*, 280, 51-58. doi:10.1016/j.foodchem.2018.12.028
- Yingying, L., Zhongchao, H., Yuan, T., Lin, C., Xiaoxi, L. (2024). Understanding synchronous regulating effects of starch-protein interactions on starch digestion and retrogradation under

thermal shear processing. *Carbohydrate Polymers*, 329, 121767.
doi:10.1016/j.carbpol.2023.121767

Zhang, D., Hamauzu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food chemistry*, 88(4), 503-509. doi:10.1016/j.foodchem.2004.01.065

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: A gyümölcslé összetétele	17
2. ábra: A BCAA aminosavpor és a tejsavófehérje izolátum.	18
3. ábra: A smoothie ital címkéje.....	19
4. ábra: Élelmiszerek kezelésére alkalmas HHP berendezés.....	19
5. ábra: A HHP kezelés paraméterei.....	20
6. ábra: A mikrobiológiai vizsgálat.....	22
7. ábra: A mikrobiológiai vizsgálatához használt petricsészék.....	23
8. ábra: Smoothie mintha pH vizsgálata.....	24
9. ábra: Színmérő műszer kalibrálása.....	25
10. ábra: Smoothie minta színmérése.....	25
11. ábra: A smoothie italok összmikrobaszámának alakulása a tárolás alatt.	27
12. ábra: A smoothie italok pH alakulása a tárolás alatt.	29
13. ábra: A smoothie italok L* alakulása a tárolás alatt.	31
14. ábra: A smoothie italok a* alakulása a tárolás alatt.....	31
15. ábra: A smoothie italok b* alakulása a tárolás alatt.	32
16. ábra: A smoothie italok ΔE alakulása a tárolás alatt.	32
1. táblázat: A fehérjeporok elágazó láncú aminosav (BCAA) tartalma és aránya	18
2. táblázat: A tárolási kísérlet vizsgálati időpontjai.....	20
3. táblázat: Az alapanyagok vizsgálata	26
4. táblázat: A vizsgálati minták tejsavbaktérium száma.....	28

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Mikulás Krisztina Mária

A Hallgató Neptun kódja: YEI3WR

A dolgozat címe: Fehérjével dúsított smoothie italok vizsgálata

A megjelenés éve: 2024

A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Táplálkozástudományi 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 valótlant 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Budapest 2024. év november hó 2. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Mikulás Krisztina Mária (hallgató Neptun azonosítója: YEI3WR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest 2024. év november hó 2. nap

Mednyánszky Zsuzsa

Némethné Dr. Szerdahelyi Emőke

Dr. Mednyánszky Zsuzsa, Némethné Dr. Szerdahelyi Emőke
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.