

SZAKDOLGOZAT

Boda Ramóna Szakdolgozat

Boda Ramóna

2022

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék

**Probiotikus mangó ital előállítása és a bifidobaktériumok
életképességének vizsgálata**

Boda Ramóna Szakdolgozat

Boda Ramóna

Budapest

2022

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

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy**

Szakedolgozat készítés helye: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Hallgató: Boda Ramóna

A szakdolgozat címe: Probiotikus mangó ital előállítás és a bifidobaktériumok életképességének vizsgálata

Konzulens: Dr. Bujna Erika, egyetemi docens

Beadás dátuma: 2022.04.19.


szakedolgozat készítés helyének vezetője
Dr. Nguyen Duc Quang


konzulens
Dr. Bujna Erika

Dr. Kun Szilárd
Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. A MUNKA CÉLJA	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
3.1 Emésztőrendszer mikrobiológiája.....	4
3.2 Immunrendszer jellemzői	5
3.3 Fermentáció	6
3.4 Funkcionális élelmiszerek.....	7
3.4.1 A gyümölcs, mint funkcionális élelmiszer	8
3.4.2 Funkcionális élelmiszerek élelmiszerjogi helyzete	11
3.4.3 Funkcionális élelmiszerek elfogadottsága a fogyasztók körében.....	13
3.4.4 Probiotikumok	14
3.4.5 Bifidobaktériumok.....	17
3.4.6 Prebiotikumok	20
3.4.7 Szinbiotikumok.....	21
4. Anyagok és módszerek.....	22
4.1 Felhasznált mikroorganizmusok és fenntartásuk.....	22
4.2 Felhasznált tápközegek	22
4.3 PH mérés.....	25
4.4 Élősejtszám meghatározás	26
4.5 HPLC vizsgálat	27
5. Kísérleti eredmények és értékelésük	29
5.1 A fermentáció során mért pH, sejtszám, szerves savak- és szénhidrát mennyiségi változása.....	29
5.1.1 pH értékek változása.....	29

5.1.2	Sejtszám változás.....	30
5.1.3	Szerves savak mennyiségi változása	31
5.1.4	Szénhidrátok mennyiségi változása.....	32
5.2	A tárolási kísérlet során mért sejtszám-, szerves savak és szénhidrátok mennyiségi változása.....	33
5.2.1	Sejtszám változás.....	33
5.2.2	Szerves savak változása.....	35
5.2.3	Szénhidrát tartalom változása.....	37
5.2.3.1	Hűtött aerob körülmények közötti tárolás eredményei.....	38
5.2.3.2	Szobahőmérsékleten végzett tárolás	39
5.2.3.3	Hűtős anaerob körülmények közötti tárolás	41
6.	Összefoglalás	43
7.	Irodalmi hivatkozás	46
	Köszönetnyilvánítás	52

Boda Ramóna Szakdolgozat

1. BEVEZETÉS

Az élelmiszer, a táplálkozás a mindennapok nélkülözhetetlen eleme, az alapvető létszükség része, nélküle az ember nem lenne képes az életben maradásra. A táplálék lehet állati és növényi eredetű, fő szempont, hogy tartalmazza mindazon alkotó- és nyomelemeket, esszenciális anyagokat, melyek minőségi energiaforrásként szolgálhatnak a szervezet számára. Napjainkban egyre gyakrabban és egyre többféle közösségi média felületen találkozhatunk, olvashatunk az eltérő életmódokkal kapcsolatos cikkeket, újdonságokat, tanácsokat a különféle táplálkozási ajánlásokkal, irányzatokkal kapcsolatban. Az utóbbi évtizedek tudományos fejlődése lehetőséget adott arra, hogy egyre szélesebb körben egyre mélyebb ismereteket szerezhessünk az élelmiszerek és a különféle étkezési szokások szervezetre gyakorolt hatásairól. Ma már az orvostudomány is javasolja, hogy nagyobb hangsúlyt érdemes fektetni az egészséges táplálkozásra, az ennek megfelelő, korszerű konyhatechnológiai módszerek alkalmazására. Előbbieknek, valamint a gazdasági-, és társadalmi fejlődésnek köszönhetően egyre bővül az igény és a lehetőség az életmódbeli szokások javítására, az egészség megőrzésére, ezáltal betegségek megelőzésére, ennél fogva a várható élettartam növelésére. A gazdaságilag fejlett országokban jellemzőbb, hogy egyes társadalmi rétegek kiemelt hangsúlyt fektetnek táplálkozási szokásaik megváltoztatására az egészségesebb és hosszabb élet reményében. Kezdetben a felsőfokú végzettségűek körében alakult ki az igény, de napjainkban már a társadalmi középréteg körében is egyre tudatosabban tesznek lépéseket ezen a területen. Így egyre jellemzőbb, hogy az emberek inkább a megelőzésre, a prevencióra költenek és ezáltal próbálják kitolni az egészséges és aktív életéveik számát.

A táplálkozás során a szervezet számára szükséges energiaforrás bevitele történik, mértékét a szervezet szükséglete és a bevitt táplálék energiatartalma határozza meg. Előbbiek mellett fontos szempont az összetétel és a minőség is. Az éhezés a világ számos pontján társadalmi probléma, mely lehet az élelmiszer korlátozott elérhetőségéből vagy minőségi, tápértékbeli hiányosságaiából adódóak.

Fontos, hogy már nemcsak az elfogyasztott étel mennyiségére, hanem a táplálék összetételére is komoly hangsúlyt fektessünk. Ma már nem csupán olyan élelmiszereket fogyasztunk, melyek a létfenntartáshoz szükségesek, hanem olyanokat is, melyeket a kereskedelem és az élelmiszeripar kínál, s elsősorban élvezeti értékük, beltartalmi jellemzőik alapján választjuk. Az élelmiszeripar fejlődésével olyan élelmiszerek előállítására

törekednek, melyek az elvárt jellemzőik mellett olyan kiegészítő sajátságokkal is rendelkeznek, melyek növelik táplálkozásbiológiai értéküket és emésztésük is kisebb terhet róhat a szervezetre. Azonban azt is figyelembe kell venni, hogy egyre többen követnek speciális étkezési irányzatokat, melyek miatt csak meghatározott élelmiszerscsoportokat fogyaszthatnak. Ezen alternatív irányzatok szerinti étkezés lehet vallási, filozófiai vagy egészségügyi problémákból, megfontolásból eredeztethető.

Étkezési szokásaink, preferenciáink elsősorban a gyermekkori tapasztalatokra vezethetők vissza, - jellemzően azt szeretjük a legjobban, amit édesanyánk főzött nekünk -, de befolyásolja közvetlen környezetünk étkezési szokásai is. A jelen és a jövő élelmiszerkutatásainak, fejlesztéseinek ki kell terjednie mindazon biológiai, genetikai jellemzők vizsgálatára, bizonyítására, melyek lehetővé teszik fogyasztásukat a különféle ételérzékenységekben és ételintoleranciában szenvedők számára, hogy nekik se kelljen nélkülözniük ezen élelmiszerek jótékony hatásait, valamint legyen lehetőségük a ma már igen színes és széles élelmiszerpaletta minél több elemét kiélvezniük.

A legrégebben forgalmazott funkcionális élelmiszerek a tejalapú probiotikus készítmények. Ezek azonban nem mindenki számára fogyaszthatóak. Ennek okai elsősorban egészségügyi problémákra, intoleranciára, allergiára - laktóz – és vagy kazein érzékenységre, bélbetegségekre – vagy ritkábban vallási, valamint étkezési szokásokból eredő okokra vezethetőek vissza.

Az egyre nagyobb számban és egyre fiatalabb korban, akár már csecsemőkorban jelentkező ételérzékenység / ételallergia, valamint a korábban említett tej alapú probiotikus készítmények okozta egészségügyi problémák biztosítják dolgozatom témájának aktualitását és helyezik előtérbe a nem tej alapú, kiemelve a probiotikus gyümölcslevelek növekvő szerepét az élelmezésben. Előnyük, hogy tartalmazznak minden olyan tápanyagot, mely alkalmassá teszi őket probiotikus élelmiszer-mátrixok kialakítására. Ezen gyümölcslevelek egészségesek, frissítőek és kellemes ízviláguk közkedveltté teszi a különböző korosztályokban egyaránt. Természetes nem utolsó sorban az sem elhanyagolható, hogy mindenki számára fogyaszthatóak. Mindezek alapján céloztam meg fermentált probiotikum tartalmú mangólé előállítását és vizsgálatát. Kutatómunkám helyszínéül a Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék szolgált.

2. A MUNKA CÉLJA

Napjainkban nem csupán az egészséges, hanem a minél tudatosabb életmód kialakítása, követése rohamosan terjed egyre szélesebb körben. Ennek hatására egyre több olyan termék jelenik meg a piacon, mely kielégíti a fogyasztók egyedi igényeit, elvárásait. Ezek közé sorolhatók a probiotikum tartalmú funkcionális élelmiszerek is, melyek döntő többsége tejalapú. Azonban ezen termékek fogyasztása nem mindenki számára megoldható, ennek elsősorban egészségügyi okai lehetnek, ilyen például a lakosság egyre nagyobb hányadát érintő laktóz intolerancia.

A kereskedelmi forgalomban kapható tej alapú probiotikus készítmények helyettesíthetők alternatívaként szolgáló növényi eredetű, és azon belül is a gyümölcs alapú probiotikus termékekkel. A gyümölcsök és gyümölcslevek megfelelő közeget biztosítanak a különféle probiotikus kultúrák számára, valamint megfelelő mennyiségben biztosítják a táp-, ásványi-, mikro- és makró anyagokat, továbbá megfelelő vitamin forrásul szolgálnak. Ezen tulajdonságaik mellett a gyümölcsök a köztudatban is az egészséges élelmiszerek közé sorolt, kedvelt növényi eredetű élelmiszerek, melyek íz- és illatvilága, a fajták sokszínűsége növelik népszerűségüket a fogyasztók körében, beleértve minden korosztályt és ízlésvilágot.

A szakdolgozatom és kutatásom célja fermentált mangólé előállítására eltérő probiotikus *Bifidobacterium* törzsek hozzáadásával, melyhez az alábbi részfeladatokat valósítottam meg:

- a Bifidobaktériumok szaporodási jellemzőinek meghatározása mangólé fermentáció során
 - pH és sejtszám változás nyomon követése
 - szerves savak és a szénhidrát hasznosítás vizsgálata
- A probiotikum életképességének követése különböző körülmények között megvalósított tárolási kísérletek során
 - szobahőmérsékleten
 - hűtött aerob és anaerob körülmények között
 - prebiotikum különböző koncentrációban való jelenlétében

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 Emésztőrendszer mikrobiológiája

A tápcsatorna a szájüreggel kezdődik és a végbélnyílással végződik. A bevitt táplálékot a szervezetben lezajló feldolgozás, hasznosítás során nagyon sokféle hatás éri (fizikai aprítás, kémiai, savas, enzimikus hatás és a mikrobióta tevékenysége).

Az emberi emésztőrendszer a születés pillanatában steril, vagyis mikroorganizmusoktól mentes. Az emésztőrendszer mikrokörnyezetének benépesülése, kolonizációja a baktériumok és mikroorganizmusok között működő szimbiózis kialakulása születéskor és az első táplálékfelvétel során kezdődik az anyai bőrről található és az anyatejben előforduló mikrobákkal, majd az életkor előrehaladtával többszörös változáson megy keresztül és számuk csökken.

Emésztőrendszerünk egy olyan összetett, komplex rendszer, mely tele van káros és jótékony baktériumokkal, gombákkal, melyek a bélmikrobióta részét képezik és több, mint 1000 különböző baktériumfajból áll (Gebrayel et al., 2022). A belekben lévő baktériumokra jellemző, hogy elsősorban fakultatív anaerob (oxigént is nélkülözni tudó) és anaerob (oxigén mentes), ezen belül is obligát anaerob körülmények között szaporodnak. Számuk a bélcsatorna vége felé haladva jelentősen nő, a vastagbélben már eléri a 10^{12} - 10^{14} nagyságrendet, összetételük is különbözik, a kor előrehaladtával változik is.

A bélrendszerben jelenlévő mikroorganizmusok sérülése, egyensúlyuk felborulása az emésztőrendszerben zajló folyamatok zavarához vezethet, mely komoly következményekkel (is) járhat (emésztési, felszívódási problémák, súlyosabb esetben életveszélyes is lehet). Cél az egyensúly fenntartása, a belek -a bélnyálkahártya- anatómiai kialakítása az immunrendszer fejlődése, működése szempontjából. Ezt a célt segítik a **probiotikumok**, a **prebiotikumok** és **szinbiotikumok**.

A probiotikumok a prebiotikumokkal együtt alkalmazva fejtik ki jótékony hatásukat, hozzájárulva a szervezet egészségéhez. Erre már az 1900-as években rájöttek, de csak az utóbbi évtizedben kezdték tudatosan alkalmazni az élelmiszeriparban és a hétköznapi életben egyaránt.

3.2 Immunrendszer jellemzői

A szervezet egyik legfontosabb védekező, összetett eszköze az immunrendszer. Alapja más mechanizmusok tevékenysége, a nyirokrendszer zökkenőmentes működése. Utóbbi a nyirokszervekből (például csontvelő, csecsemőmirigy, mandulák, feregnyúlvány, stb.) és az azokat körülvevő nyirokerekéből áll.

Az immunrendszer kétféle módon képes a védekezésre, a vele született (nem specifikus) immunitás és a szerzett (specifikus) immunitás segítségével. Előbbi mindenkiben megtalálható, míg utóbbi az élet során kialakult élethelyzetek kapcsán fejlődik ki.

A vele született immunitás jellemzője, hogy minden idegen elem ellen ugyanolyan mechanizmussal védekezik. Komponensei a komplementrendszer, a citokinek és a fagociták (sejtes elemek). Utóbbiak felismerik az idegen részecske jelenlétét (például egy kórokozó), majd az azonosítást követően a mikroorganizmust bekebelezik és elpusztítják. Az előbbieket, a komplementrendszer és a citokinek, az oldott állapotú részek. A komplementrendszert a vérben található fehérjék alkotják, melyek idegen szegmens jelenlétére egymást aktiválják, végül az idegen alkotó feloldódását elősegítik. A citokinek olyan fehérjék, melyeket fagociták és limfociták is termelnek a veleszületett és a szerzett immunitás részeként is. Feladatuk az idegen részecskék elpusztítása.

A szerzett (specifikus) immunitás a limfociták közvetítésével alakul ki. Ilyenkor a szervezetbe bekerült idegen anyag a limfociták átalakulását, érését indítja el. Ennek a folyamatnak a végén válik képessé a limfocita arra, hogy specifikusan az adott idegen anyagra kiterjeszhető végzetes mechanizmust alakítson ki.

A T-limfociták az érés után közvetlenül pusztítják el az idegen részecskét, míg a B-limfociták ellenanyagokat (antitesteket) termelnek, melyek az idegenként felismert anyaghoz kapcsolódva pusztítják el azt. Ezeket az ellenanyagokat immunglobulinoknak nevezzük, és a specifikus immunitás oldott állapotú összetevőit képezik, melyekből a folyamat során "memóriasejtek" is képződnek. Ezek a szervezetben tovább keringenek, és a kórokozó újbóli megjelenésének alkalmával gyorsabban be tudják indítani a szükséges specifikus immunválaszt (JSI, 2008).

Azonban ez a jól működő védekező rendszer is megbetegedhet, aminek a hatására nem képes ellátni kötelezettségét. A megbetegedést okozhatja valamilyen immunhiányos állapot, amikor az immunrendszer valamely eleme nem elegendő, minőségileg nem megfelelő, vagy csak egyszerűen nem tudja ellátni a feladatát. Ezt nevezzük elsődleges immunhiányos állapotnak, mely egy veleszületett, de ritka betegség. A környezeti ártalmak, mérgezés,

vitaminhiány, környezeti hatások és akár az orvosi kezelések, terápiák hatására alakulhat ki, ezek a másodlagos immunhiányos állapotok (például HIV-fertőzés), melyek már gyakrabban előfordulhatnak, mint az elsődleges immunhiány okozta megbetegedések.

Mindemellett nem szabad megfeledkezni arról a lehetőségről sem, amikor az immunrendszer túlzott védekező mechanizmusa révén alakulnak ki különféle reakciók és betegségek. Előbbi okozza az allergiás reakciók kialakulását (például asztma, bőralergiák, súlyos esetben anafilaxiás sokk) és az autoimmun betegségeket is. Utóbbi esetben a szervezet saját sejtjei ellen indít védekező mechanizmust.

Ma már számos immunrendszert érintő megbetegedés kezelhető gyógyszeresen is a javasolt életmódbeli változtatások mellett, így csökkenthetőek a kellemetlen tünetek. Ennek ellenére még így is vannak betegségek, melyekre nem találtak gyógymódot. Utóbbiak kutatása mai napig folyamatban van.

3.3 Fermentáció

Olyan erjesztési, tartósítási eljárás, mely során szerves anyagok, szénhidrátok lebontása (alkohollá vagy szerves savakká) történik mikroorganizmusok vagy enzimek közreműködésével. Az egyik legrégebbi tartósítási mód, mely ma is kiemelkedő szerepet tölt be az élelmiszer-technológiákban. A világ számos pontján, Ázsiában, Latin-Amerikában és Afrikában egész iparág épül ezen eljárásra, mely az élelmezés biztosításán túl társadalmi, gazdasági jelentőséggel is bír a foglalkoztatás és a jövedelemszerzés szempontjából (Swain et al., 2014).

Míg kezdetben a fermentáció spontán zajlott, később a tudomány és technológia fejlődése lehetőséget adott az irányított, ellenőrzött termék-cél-orientált fermentációs eljárásokra. A folyamat lejátszódhat aerob és anaerob körülmények között is. Ezen eljárás számos előnyt nyújt az élelmiszer-előállításban. Ilyen kedvező, előnyös tulajdonság az eltarthatóság növelése, az emészthetőség, a bel tartalmi értékek, valamint a minőségi és érzékszervi tulajdonságok javulása, a funkcionális és egészségügyi szempontból fontos élelmiszerek előállítása és ezáltal a termék kínálat bővülése. (Deák et al., 2006).

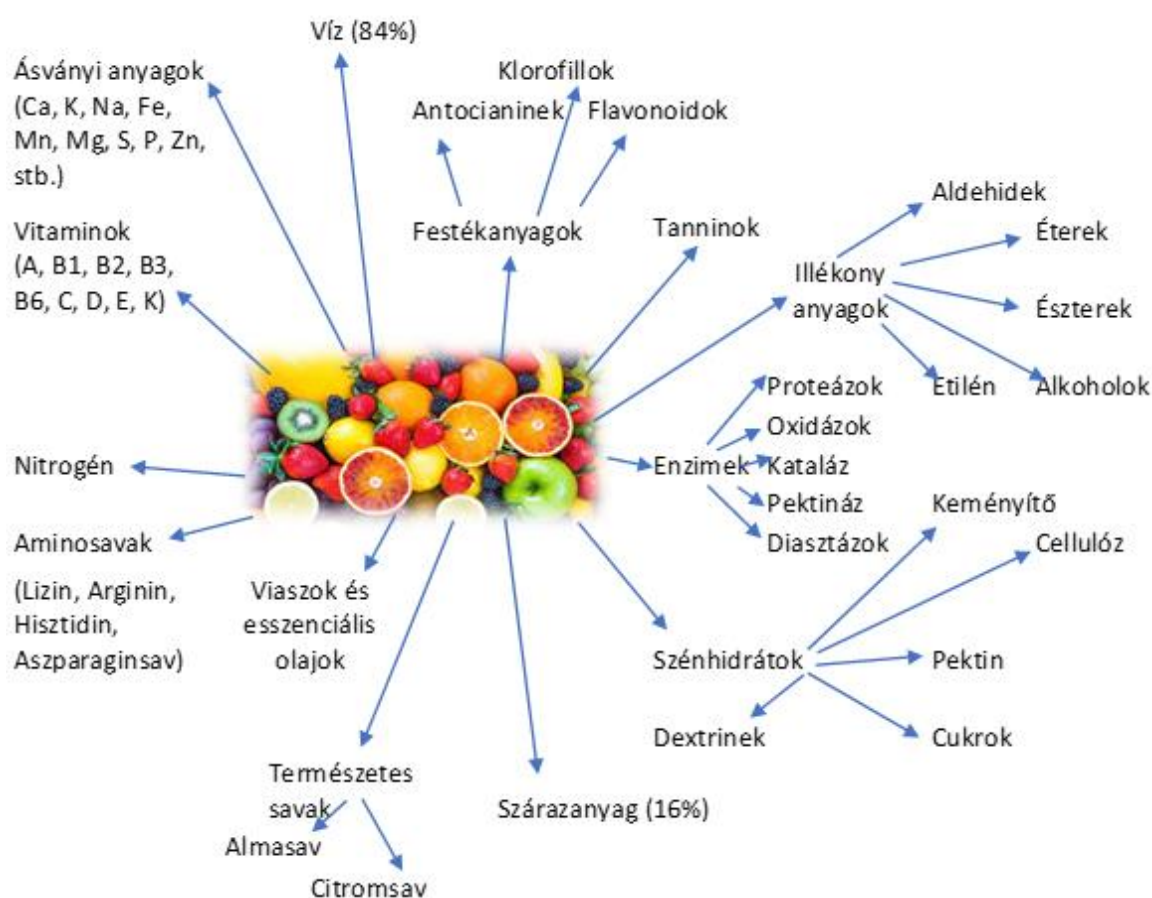
3.4 Funkcionális élelmiszerek

Az élelmiszeripar fejlődése és a fogyasztók igényeinek változása hívta életre a funkcionális élelmiszerek megjelenését. Fogalma Japánból ered, 1980-ban vezették be a megnevezést (Perricone et al., 2015). Majd 1991-ben ismertették a FOSHU, vagyis a „meghatározott egészségügyi felhasználású élelmiszerek” (“foods for specified health uses”) nevű funkcionális élelmiszer-szabályozást (Guiné et al., 2020.) az Egészségügyi, Munkaügyi és Jóléti Minisztérium (MHLW, Ministry of Health, Labour and Welfare) által. 1993-ban engedélyezték az első FOSHU termék forgalomba hozatalát (Domínguez Díaz et al 2020). Sokan abban a tévhitben élnek, hogy ezen élelmiszerek önmagukban való fogyasztása elegendő, kielégítik az emberi szervezet tápanyagigényét. Ezen élelmiszereket a normál táplálkozás kiegészítésére szánták megelőző, terápiás, gyógyító és enyhítő jelleggel. Ide sorolhatjuk a funkcionális és tervezett élelmiszereket, a gyógytápanyagokat és táplálékokat, a kemopreventív hatóanyagokat és a növényi eredetű anyagokat (Pitlik, 2007). Ezek az élelmiszerek vagy nagyobb mennyiségben (dúsítva) vagy jelentősen kisebb mennyiségben tartalmaznak bizonyos összetevőket a hagyományos élelmiszerekhez képest. A cél, hogy pozitív hatást gyakoroljanak a szervezetre. Hozzájárulnak betegségek megelőzéséhez, kialakulásuk csökkentéséhez, egészségvédő hatásúak, táplálkozásból eredő betegségek kockázata (elhízás, magas koleszterin és érrendszeri megbetegedések, szív problémák, cukorbetegség és még számos betegség) mérsékelhető, oxidatív (szabadgyökös) károsodások gátlása, a közérzet és fizikai állapot javítása és sok egyéb pozitív hatása révén előnyösen hatnak a szervezetre. Az ezen típusú élelmiszereket előállító technológia még mindig kidolgozás, finomítás, folyamatos fejlesztés alatt van, szigorú ellenőrzések és törvényi szabályozások mellett, bár egyre nagyobb számban és egyre több ágazatban (tejágazat, pékáruk és cukrásztermékek, valamint az üdítő italok és bébiételek) (Guiné et al., 2020) elérhetőek kereskedelmi forgalomban.

A funkcionális élelmiszerek összetétel és hatás szerint csoportosíthatóak. Előbbi alapján lehetnek például pre- és probiotikumokat tartalmazó, vitaminokkal és ásványi anyagokkal dúsított élelmiszerek, utóbbi alapján diétás, allergén mentesítő, antimikrobás hatású, koleszterin csökkentő hatású élelmiszerek. Előbbiek csupán csak néhány példa a funkcionális élelmiszerek sokszínűségére. Azonban nem csupán a mesterségesen előállított funkcionális ételek sorolhatók ezen élelmiszerek körébe, hanem a zöldségek és gyümölcsök önmagukban is ezen kategóriába illeszthetők.

3.4.1 A gyümölcs, mint funkcionális élelmiszer

A (sérülés mentes, ép, megfelelően érett) zöldségek és gyümölcsök nyersen is fogyaszthatóak. A sokféleségük, tulajdonságaik és kiváló kémiai összetételük lehetőséget ad a különféle igények, célok kielégítésére, betegségek megelőzésére, az emésztés javítására és elsődleges szerepük van a gyermekek szilárd alapú táplálásának megkezdésében is. Ezen tulajdonságaik nyomán kielégítik a funkcionális élelmiszerekkel szembeni elvárásokat, így annak tekinthetőek (Joy et al., 2016).



1.ábra: Gyümölcsök beltartalmi jellemzői (Joy et al., 2016 nyomán)

Utóbbiak - jelen esetben a gyümölcslére helyezve a hangsúlyt - beltartalmi jellemzőik miatt kiválóan alkalmasak tápközeg készítésére, emellett nagyon kedveltek a fogyasztók körében. Az utóbbi évek kutatásai ezen termékekre is kiterjedtek (jelentősen növekedett az ilyen témában megjelenő tudományos publikációk száma is (Garcia et al., 2020), így tovább szélesítve a funkcionális élelmiszerek termékpalettáját. Az új magyar táplálkozási ajánlás, az Okostányér (2. ábra) alapján napi 4 adag zöldség és gyümölcs fogyasztása javasolt, így a természetes gyümölcs és zöldség alapú probiotikus készítmények fogyasztásával

könnyebben eleget tehetünk ezen ajánlásoknak, miközben a bélflóra egyensúlyának fenntartását is támogathatjuk.



2.ábra: Okostányér (Internet 1.)

A gyümölcslevek több szempontból is kiválóan alkalmasak funkcionális élelmiszerként alkalmazható probiotikus ital készítésére. Már számos tudományos publikáció jelent meg mono- és vegyeskultúrával erjesztett italok fejlesztésével kapcsolatban. A tapasztalatok és a már meglévő kutatások is bizonyítják azt, hogy a gyümölcslében lévő ásványi anyagok és antioxidánsok a monokultúrák esetén is kiváló eredményeket produkáltak, de a vegyes szubsztrátumok (például ananász-, mangó- és banánlé) jobb tápanyagúak szolgálhatnak a *Lactobacillus* és *Bifidobacterium* törzsek növekedéséhez. Továbbá a mono- és vegyes gyümölcslevekben vegyes tenyészetek alkalmazása is pozitív eredményt hozott, hiszen a mikroorganizmusok jobban növekedtek, magasabb populációt eredményeztek (Nguyen, 2021; Farkas, 2015).

Kiváló példa a gyümölcsök funkcionalitására az alma, melynek nagy víz-, vitamin- és antioxidáns tartalma támogatja a test felépítő és betegség megelőző folyamatait, míg a nagy kalóriatartalmú banán segíthet az alultápláltság kezelésében, a sportolók energiaszükségleteinek gyors pótlásában vagy frukto-oligoszacharid tartalma támogatja a jótékony hatású baktériumok szaporodását.

A mangó – mely szakdolgozatom kísérleti alapját képezi- „a gyümölcsök királya”, hazai berkekben is friss gyümölcs formájában is egyre népszerűbb, egy igazán kedvelt egzotikus csonthéjas. Alacsony kalória-, de magas tápanyagtartalmú termés. A gyümölcs rost-, vitamin- és ásványianyagtartalma növeli fogyasztásának, egészségre gyakorolt és betegség megelőző hatásának jelentőségét. Továbbá nem elhanyagolható a növény egyéb részeinek tulajdonított gyógyhatás sem (Internet 2.). Néhány adat található az 1. táblázatban a mangó beltartalmi jellemzőiről.

1. táblázat: Mangó beltartalmi jellemzői (Internet 3.)

Energia	202 kcal	
Fehérje	2,7 g	
Zsír	1,3 g	
Telített	0,3 g	
Egyszeresen telítetlen	0,3 g	
Többszörösen telítetlen	0,3 g	
Szénhidrát	46 g	
Cukor	46 g	
Rost	5,4 g	
Nátrium	3,4 mg	
Koleszterin	0 mg	
Glikémiás Index	51	
Vitaminok és ásványi anyagok	Mennyiség	NRV%
A-vitamin	3635,52 IU	121 %
Alfa-karotin	30,24 µg	
Béta-karotin	2150,4 µg	
Béta-kriptoxantin	33,6 µg	
Retinol	0 µg	
B1-vitamin (Tiamin)	0,094 mg	8.6 %
B2-vitamin (Riboflavin)	0,128 mg	9.1 %
B3-vitamin (Niacin)	2,248 mg	14.0 %
B5-vitamin (Pantoténsav)	0,662 mg	11.0 %
B6-vitamin (Piridoxin)	0.4 mg	28.6 %

B8-vitamin (Kolin)	25.536 mg	6.0 %
B9-vitamin (Folsav)	144.48 µg	72.2 %
B12-vitamin (Kobalamin)	0 µg	0 %
C-vitamin	122.304 mg	153 %
Cink	0.302 mg	3.0 %
D-vitamin	0 µg	0 %
E-vitamin	3.024 mg	25.2 %
Foszfor	47.04 mg	6.7 %
K-vitamin	14.112 µg	18.8 %
Kalcium	36.96 mg	4.6 %
Kálium	564.48 mg	28.2 %
Likopin	10.08 µg	0.1 %
Lutein+Zeaxantin	77.28 µg	0.8 %
Magnézium	33.6 mg	9.0 %
Mangán	0.212 mg	10.6 %
Réz	0.373 mg	37.3 %
Szelén	2.016 µg	3.7 %
Vas	0.538 mg	3.8 %

3.4.2 Funkcionális élelmiszerek élelmiszerjogi helyzete

Mivel egyre nagyobb teret hódítanak a funkcionális élelmiszerek, így a fogyasztók védelme, tájékoztatása érdekében égető kérdéssé vált ezek jogi szabályozása.

Európában az 1924/2006/EK rendelet hatálya alá tartoznak az élelmiszerek forgalmazásával és innovációjával kapcsolatos egészségügyi kérdések (Guiné et al., 2020) Alapvetően ugyanaz a jogi előírás vonatkozik a funkcionális élelmiszerekre mind az európai, amerikai és japán piacokon, mint a hagyományosakra, azonban tagállamonként a jóváhagyási eljárások, valamint a szabályozási és jóváhagyási keretek eltérőek (Domínguez Díaz et al., 2020). Ezen speciális élelmiszerek címkéjén feltüntetett jelzésre is már az Unióban egységesített szabályozást hoztak létre, melyek kiterjednek egészen a címkén feltüntetett adatokra (Kun, 2008), de továbbra is hiányzik ezen jellemzők összehangolt szabályozása (Domínguez Díaz et al., 2020.)

A 2. táblázat kiemeli a 3 legjelentősebb piaci szegmensben - Európa, Amerika és Japán - a szabályozási jogkörrel rendelkező szerveket, a termékeken feltüntethető engedélyezett egészségre vonatkozó állítások számát, valamint a kötelezően feltüntetendő elemeket, így utalva a különbségekre.

Ezzel szemben Amerikában és Japánban a funkcionális élelmiszereknek van külön jogi szabályozási háttér, addig Európában nincs, hanem a termékek jellegétől függenek, melyek önmagukban szigorúan szabályozottak. Bár e három területen alkalmazott állítások hasonlóak, de a szabályozási területek, a jóváhagyási és felhasználási eljárások eltérőek (Domínguez Díaz et al., 2020).

Hazánkban az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezésügyi Intézet (továbbiakban: OGYÉI), valamint a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (továbbiakban: NÉBIH) közösen látja el ezen élelmiszerek körében a koordinációs, ellenőrzési és dokumentálási feladatokat.

2. táblázat: Funkcionális élelmiszerek címkézésében szereplő egészségügyi állítások (Domínguez Díaz et al., 2020 nyomán)

	Hatósági szervek	Engedélyezett egészségre vonatkozó állítások száma	A csomagoláson (kötelezően) alkalmazott információk	Új állítások alkalmazása
A m e r i k a	Food and Drug Administration (FDA) - teljes döntési jogkörrel rendelkezik	3 fő kategória: "tápanyagtartalomra vonatkozó állítások", "szerkezetre/funkcióra vonatkozó állítások" és "egészségügyi állítások", de ezeken belül is több kategóriát különítenek el, (például engedélyezett egészségre vonatkozó 18 állítás: FDMA-csak élelmiszereken, SSA-élelmiszereken és étrendkiegészítőkön)	gyártói és forgalmazói adatok (étrendkiegészítők esetén)	engedélyezett tudományos bizonyíték hiján (kivéve az egészségügyi hatásokat megfogalmazó állítások)
	SSA (Significant Scientific Agreement)		táptérték jelölés, tápanyagtartalomra vonatkozó állítások	
	Szövetségi Szabályozási Kódex (21CFR)(1967) 21 (utolsó módosítás 2018)		szerkezeti/funkciós jellemzők	
	Amerikai Egyesült Államok Kongresszusa, 1990 (Nutrition Labeling and Education Act (NLEA)-Táplálkozási címkézéssel és oktatásról szóló törvény) 101–535, 104 Stat 2353)		egészséggel kapcsolatos állítások	
J a p á n	Japán kormány 1947. évi 233-as számú Élelmiszer-higiéniáról törvénye	4 félé: "gazdag", "forrás", "alacsony" és "nem tartalmaz"	tápanyag-összetétel (minimális és maximális határértékeivel)	engedélyezett tudományos bizonyíték hiján (kivéve funkcionális élelmiszerek)
	Japán kormány 1950. évi 175. törvény a mezőgazdasági és erdészeti termékek szabványosításáról és a megfelelő címkézéssel (utolsó módosítás 2009-ben)		egészséggel kapcsolatos állítások	
	Japán kormány 2002. évi 103-as egészségfejlesztési törvénye (utolsó módosítás 2018), mely az élelmiszerek és étrendkiegészítők címkézését szabályozza		„tápanyag-funkcióra vonatkozó állításokkal”	
	Fogyasztói Ügyekért Felelős Ügynökség által meghatározott követelmények és szabványok ("különleges diétás élelmiszerek")			
	FOSHU rendszer. (1991). Táplálkozásfejlesztési rendszert előírások (41. sz. miniszteri rendelet)			
	Japán Egészségügyi, Munkaügyi és Jóléti Minisztérium (Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare) -MHLW 2019a, 2019b, 2019c			
E u r ó p	Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa 1924/2006/EK rendelet (utolsó módosítás 2014) 178/2002/EK rendelet 2. cikkében meghatározott „élelmiszerekre” vonatkozik (utolsó módosítás 2018)	3 állítás: tápanyag-összetételre vonatkozó állítások”, „egészségügyi állítások” és „a betegségek kockázatának csökkentésére vonatkozó állítások”	nem kötelező a termékek sajátos jellemzőinek feltüntetése, de alkalmazás esetén szigorú szabályokhoz kötött	nem engedélyezett tudományos bizonyíték hiján
	2002/46/EK irányelvben (utolsó módosítás: 2017) meghatározott „étrend-kiegészítők”		tápanyag összetételi jellemzők és táptértékjelölés	
	Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA)-kockázatértékelési feladatok		egészséggel kapcsolatos állítások (összetett jóváhagyási folyamat)	
	Európai Bizottság - kockázatkezelési feladatok		betegség kockázatának csökkentésére vonatkozó állítás (különleges címkézési követelmény és engedélyezési folyamat)	

3.4.3 Funkcionális élelmiszerek elfogadottsága a fogyasztók körében

Mint azt a bevezetésben is említettem, ma már a fogyasztók egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a mindennapokban az egészséges táplálkozásra, ezáltal a tünetek enyhítésére, megszüntetésére, valamint a betegségek és azok magas kezelési költségeinek megelőzésére. Elsősorban a fejlett, de egyes fejlődő országokban és hazánkban is belátták már - mind a szakmai, mind a magán szférában egyaránt-, hogy a betegségekből adódóan bekövetkező halálozási ráta csökkenthető a célzott preventív táplálkozással. A vásárlók között a nem és az életkor alapján is megoszlik az igény a tudatos táplálkozás iránt. A nőkre és az idősebbekre jellemzőbb a nagyobb figyelem. Ennek oka előbbiek esetében a család

egészségének megőrzésében, utóbbi esetben pedig a már diagnosztizált megbetegedések vagy azok esélyének csökkentésében keresendő (Verbeke, 2005; Guiné et al., 2020). Ezen célt támogató funkcionális élelmiszerek – a fizikailag aktív élet mellett - egyre népszerűbbek a fogyasztók körében, ezt erősíti meg az egyre több kutatási eredmény is ebben a témában. A meglévők egységes álláspontja alapján a funkcionális termékek iránti kereslet és kínálat folyamatosan növekvő tendenciát mutat - jelentősen meghaladja a konvencionális élelmiszerek iránti keresletnövekedés ütemét - a legnagyobbaknak számító amerikai, európai és Japán piacokon túlmenően egyaránt. Ezt jól szemlélteti az, hogy a globális adatokat figyelembe véve ezen jótékony hatású élelmiszertermékek iránti keresletet 2013-ban 168 milliárd dollárra taksálták, de ezt az értéket 2021-re már 300 milliárd dollárra becsülték (Guiné et al., 2020). Hazánkban is egyre nő ezen termékekkel szembeni vásárlói szándék, de erre a legnagyobb befolyással a szerzett jövedelem nagysága van jelen a hazai piacon (Balogh et al., 2020).

A magas kutatási- és fejlesztési-, valamint a forgalomba hozatali és népszerűség növeléséhez kapcsolódó hatalmas marketing költségek miatt elsősorban a már közzismert, nagy tőkével rendelkező vállalatok, gyógyszergyártók képesek ezen termékek fejlesztésére, egészségügyi megfelelőségének vizsgálatára és a fogyasztói kedv növelését célzó marketing tevékenységre (Papp-Bata et al., 2018). Azt sem szabad elfelejteni, hogy jelenleg új élelmiszertermék bevezetésénél nem lehet nélkülözni a fogyasztók véleményét, mely egyben segít meghatározni, megcélózni a leendő piaci szegmenseket egyaránt (Guiné et al., 2020), valamint a fogyasztók által megnevezett nem fertőző betegségek körét, melyek esetében hajlandóak lennének funkcionális élelmiszertermékek fogyasztására (Plasek et al., 2019) A vevői igények figyelembevételének nélkülözhetetlenségét a témában született korábbi publikációk is tovább erősítik, kiegészítve a technológiai feltételekkel és a jogszabályi háttérrel egyaránt (Siró et al., 2008). Összességében az egészségtudatos gondolkodásmód, a kereslet és az ismeretek erősödése, a kínálat bővülése és a technológia fejlődése, korszerűsödése folyamatosan növeli a funkcionális élelmiszerek piacát (Papp-Bata et al., 2018).

3.4.4 Probiotikumok

A görög eredetű probiotikum kifejezést (jelentése „életért”) 1965-ben a new yorki St. John's Egyetemen Daniel M. Lilly és Rosalie H. Stillwell használták az antibiotikum (jelentése „az

élet ellen”) inverzeként. Meghatározása a kutatások előrehaladtával folyamatosan finomodott. Ma olyan élő mikroorganizmusokat foglal magában, melyek megfelelő mennyiségben fogyasztva jótékony hatással vannak a bélmikrobióta egyensúlyára (Dr. Pitlik, 2007).

Ezek a jótékony hatású élő mikroorganizmusok, elsősorban baktériumok (tejsavbaktériumok, *Lactobacillus*-ok, melyeket használnak probiotikumként, takarmány oltóanyagként és starter kultúráként (Swain et al., 2014) és *Bifidobacterium* törzsek), de lehetnek élesztőgombák is (Perricone et al., 2015.). Előbbiek elsősorban fermentált tej- és szójatermékekben, savanyúkáposztában fordulnak elő nagyobb mennyiségben, melyek képesek túlélni a gyomor savas környezetében és így a bélbe jutva fejtik ki jótékony élettani hatásukat és ott akár szaporodásra is képesek (Buruleanu et al., 2013). Túlélésük függ az élő sejtszámtól, a gasztrointesztinális hatásoktól, az emésztőrendszer, ezen belül is a gyomor savasságától és az epesók koncentrációjától, valamint az ott eltöltött idő hosszától (Espírito Santo et al., 2011). Természetes részei a bélmikrobiótának, mely akár 1-2 kg össztömegű is lehet egy felnőtt emberben (a belekben lévő 100 billió baktérium a test összes sejtszámának körülbelül tízszerese). Pozitívan hatnak a bélrendszer működésére, az emésztésre és segíthetik a bélbetegségek (Irritábilis bélszindróma (IBS), Inflammatory Bowel Disease, magyarul gyulladós bélbetegségek (IBD), autoimmun betegségek) megelőzését és a már meglévő tünetek enyhítését. Mindezek mellett segítik az immunrendszer működését, a koleszterinszint szabályozását és a mentális egészség fokozását is.

A probiotikummal gazdagított élelmiszerek egyik hátránya, hogy némelyikük jellegzetes mellékízzel rendelkezik, mely negatívan befolyásolja, befolyásolhatja ezen termékek iránti keresletet, így csökkentve a fogyasztói kedvet. Azonban ma már erre is találtak megoldást, ilyen lehet különféle anyagok hozzáadása (cukrok, édesítőszer, aromák) vagy nagyon jellegzetes ízű alapanyagok választása (például a különféle trópusi gyümölcsök, mangó, ananász) (Nguyen, 2021), melyek elnyomják a kellemetlen mellékízeket.

Ahhoz, hogy valamely baktérium probiotikusnak minősített lehessen, az alábbi követelményeknek kell megfelelnie:

- emberi eredetű
- megőrizték életképességüket a gyomor-bél-rendszerben való áthaladáskor
- élelmiszer előállítás és tárolás technológiája során megőrizték ellenálló-képességüket és azon tulajdonságaikat, melyek funkcionálissá teszik őket

- élelmiszerekben a fogyasztásig megfelelő sejtkoncentrációban életképesek maradjanak
- élő szervezetre gyakorolt pozitív hatásuk bizonyított legyen (Pitlik, 2007)

Ezen jótékony hatású mikroorganizmusok - melyek irányított, szintetikus formában, jellemzően koncentrált DVS (commercial Direct Vat Set) tenyészetként kerülnek az élelmiszerbe- szárított vagy mélyhűtött formában állnak rendelkezésre mind az ipari, mind az otthoni felhasználásra egyaránt (Tripathi és Giri, 2014.)

A probiotikum kifejezés mellett az elmúlt évek kutatásainak eredményeképpen megjelent a **paraprobiotikum** és a „**posztbiotikum**” kifejezés is (előbbit, már a 2000-es évek elején alkalmazták). A paraprobiotikum egy inaktív, illetve inaktivált baktérium, melyek kellő mennyiségben pozitív hatásúak is lehetnek (kisebb eséllyel okoznak mellékhatásokat immunrendszeri betegségben szenvedőknél). A posztbiotikumok vagy sejtmentes felülúszóban lévő (CFS cell-free supernants) metabolitok a még élő, aktív mikroorganizmusok által felszabadított vagy a lízis folyamata során felszabaduló vízoldható anyagok. Ezekre már számos példa ismert, ilyen mikrobiális metabolitok az enzimek, a peptidek, a poliszacharidok, a proteinek, a szerves savak és a rövid szénláncú zsírsavak (short chain fatty acid; SCFA), míg a mikrobiális sejtalkotók a sejtfelszíni proteinek, a lipoteikolsav vagy a teikolsav is (Budai, 2019; Aguilar-Toalá et al., 2018).

Érdeemes azt is figyelemmel kísérni, hogy melyek azok a tulajdonságok, melyek révén a probiotikum megőrzi funkcionális jellemzőit mind a termékben, mind a fogyasztást követően az emésztőrendszerben. Ilyen jellemzők a termék kémiai összetétele, a környezeti hatások (például a pH értéke), más törzsekkel való kölcsönhatása, a felhasznált törzs specifikus jellemzői és élettani státusza és nem elhanyagolhatóak a feldolgozásból eredő hatások sem (hőkezelés, hűtés, csomagolás, tárolás (Perricone et al., 2015), beleértve a probiotikus koncentrátum előállítás technológiáját is (Tripathi és Giri, 2014.). A már meglévő feltételek mellett különböző technológiai megoldásokkal tovább növelhetők a probiotikumok életképessége, ilyen lehetőség például a prebiotikumokkal való dúsítás vagy kapszulázás (Patel, 2017).

Probiotikus élelmiszerek elsősorban Európában tejtermék eredetűek. A tudományos világban megegyezés nincs, csupán ajánlás, hogy az élő probiotikus csíraszámuk elérje a minimum 10^6 - 10^9 TKE / g vagy ml (TKE-telepképző egység) értéket a minőségmegőrzési időn belül, így biztosítva jótékony hatásukat (Espírito Santo et al., 2011). Ilyen termékek

lehetnek a savanyú tej- és tejkészítmények, joghurtok, kefir, tejföl, túró és egyes érlelt sajtok is.

Néhány joghurtban előforduló probiotikum és jótékony hatásai kerültek összefoglalásra az alábbi táblázatban.

3. táblázat: Joghurtokban előforduló probiotikumok

Probiotikum megnevezése	Kedvező hatása
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Csökkenti az allergia kialakulásának esélyét, segíti a fogyást, gyermekeknél bélhuruttal, magzati korban a rhinovírussal szemben nyújt védelmet.
<i>Lactococcus lactis</i>	Az antibiotikumok okozta hasmenéssel szemben véd, valamint antibakteriális és daganatellenes vegyületet állít elő.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Az utazás során felmerülő hasmenés ellen nyújt védelmet.
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Az újszülöttek belében elsők között megtelepedő baktériumok egyike. Csökkenti a koleszterint és a hasmenéses fertőzés miatti gyógyulási időt.
<i>Bifidobacterium animalis lactis</i>	Támogatja a felnőttkori székrekedés megszüntetését, segíti a felső légúti megbetegedések lehetőségének esélyét és a koleszterinszint csökkentését.

A távol-keleti kultúrában a tejtermékek mellett megtalálhatóak a hagyományos étkezési szokások alapjául szolgáló rizs-, szója- és fermentált káposztaételek.

3.4.5 Bifidobaktériumok

A *Bifidobacterium*-ok az emberi és állati bélrendszerben élő, szimbióta, Gram-pozitív nem mozgó, nem spórás, anaerob baktériumok, amelyek oxigén hiányos környezetben aktívak, de oxigénkoncentráció-tűrő képességük eltérő értékeket mutat, ahogy antibiotikumokkal szembeni rezisztenciájuk is változó, fajra jellemző tulajdonság. Alakjuk igen változatos, lehetnek keskeny, vékony, kokkoid, pálca, elágazó vagy nem elágazó, egy vagy több sejtből álló láncolatot alkotók. A szénhidrátok bontása során (fruktóz-6-foszfát-foszfoketoláz

útvonalon) nem szabadítanak fel szén-dioxidot, vagyis esetsavat és tejsavat termelnek szén-dioxid képződése nélkül szabályozva a bél pH-ját. Nitrogénforrásként ammónium sókat, esszenciális forrásként biotint használnak és némelyik fajuk vitamin termelésére is képes (például B1(tiamin), B2 (riboflavin), B9 (folsav)).

A *Bifidobacterium*-ok túlélését egy adott mátrixban sok tényező együttes hatása határozza meg. A közvetett és közvetlen környezeti tényezők - mint például a hordozó termék tulajdonságai (elsősorban pH értéke), a gyártás- és tárolástechnológiai jellemzők - mellett a törzs vagy fajta specifikus jellemzők és alkalmazkodó képességük is lényeges. Mindezen paraméterek hatással vannak a *Bifidobacterium*-okkal (és *Lactobacillus*-okkal) készült termékek, élelmiszerek eltarthatóságára.

Az eltarthatósági időt jelentősen befolyásolják a termék beltartalmi jellemzői, elsősorban a gyümölcsök adta savas környezet, de emellett jelentős hatással van a gyümölcs és a probiotikus törzs fajtája, valamint a tárolási hőmérséklet is. Ugyanazon gyümölcs- és vagy zöldséglevelek nem azonos hatással voltak az alkalmazott mikroorganizmusok fejlődésére, életképességének hosszára (Espírito Santo et al., 2011). Ma már egyre több tanulmány, tudományos cikk születik ebben a témában, ezekre néhány példa az alábbi 4. táblázatban is látható a teljesség igénye nélkül. A táblázatban feltüntettem a tárolási időt, mely egyben a kutatási időtartamára is utal, valamint a tárolási hőmérsékletet. Ezekből arra következtethetünk, hogy a *Bifidobacterium*-ok átlagosan öt hétig őrizték meg életképességüket 4°C-on hűtőszekrényben függetlenül a felhasznált gyümölcs fajtájától, míg szobahőmérsékleten vizsgált *Lactobacillus*-ok csupán kilenc napig.

1. táblázat: Példa a *Bifidobacterium*-okkal és *Lactobacillus*-okkal végzett kísérletekre különféle készítményekben

Felhasznált gyümölcs	Élelmiszer típusa	Alkalmazott probiotikus törzs	Tárolási idő	Hőmérséklet	Szakirodalom
Ananász	Gyümölcsle	<i>Bifidobacterium lactis Bb-12</i>	2 hónap	4°C hűtőszekrényben	Nguyen et al, 2019
		<i>L. acidophilus La5</i>			
		<i>L. plantarum 299V</i>			
Barack	Gyümölcsle	<i>Lactobacillus delbrueckii DSMZ 15996</i>	1 hónap (4 hét)	4°C hűtőszekrényben	Pakbin et al, 2014
		<i>Lactobacillus plantarum DSMZ 20179</i>			
		<i>L. casei DSMZ 20011</i>			
Narancs, grapefruit, feketeribizli, ananász, gránátalma, áfonya és citrom	Gyümölcslevek	<i>Lactobacillus plantarum</i>	6 hét	4°C hűtőszekrényben	Nualkaekul et al, 2011
Narancs, körte, őszibarack	Gyümölcsle	<i>Lactobacillus rhamnosus GG</i> és a <i>Lactobacillus acidophilus NCFM</i>	9 nap	25°C	Sohail et al, 2012
			35 nap	4°C hűtőszekrényben	
Fuji és Gála alma	Gyümölcsle	<i>Lactobacillus acidophilus</i> és <i>Lactobacillus casei</i>	28 nap	7°C	Souza et al, 2012
Chayote levél, ananász	Turmix	<i>Lactobacillus plantarum L75</i> , <i>Weissella cibaria W64</i> és ezek kombinációjával (<i>LW64 + 75</i>)	7 nap	4°C hűtőszekrényben	Managa et al, 2021

A piaci kínálatra továbbra is a tej alapú probiotikus termékek jellemzőek, de már a korábban is említett egészségügyi problémák vagy étkezési szokások alapján egyre nagyobb igény mutatkozik a növényi alapú probiotikus termékek iránt. Azonban ezek technológiai megvalósítása több akadályba is ütközik. Ilyenek a terméktulajdonságok, az élelmiszer paraméterei (elsősorban kémiai jellemzők), a feldolgozás – és tárolástechnológiai jellemzők, illetve nem elfelejtendőek a humán szervezetben jelen lévő gyomor-bélrendszeri hatások sem. Előbbiek mind negatívan befolyásolják a jótékony hatású probiotikumok életképességét és hatásmechanizmusát. Ezen impulzusok nem megszüntethetőek, de a

kutatásoknak köszönhetően ezen mikroorganizmusok életképessége az alábbiak szerint meghosszabbítható:

- a szubsztrátum tulajdonságait a probiotikum igényeihez igazítani kémiai jellemzőinek megváltoztatásával (például pH)
- tágabb értelemben vett környezeti tényezők probiotikum specifikus (hőmérséklet, fényviszonyok, expozíciós idő, csomagolóanyagok és a tárolási körülmények) megválasztása, szükség szerinti befolyásolása
- már jól bevált törzsek alkalmazása (egyéni és ezek kombinált alkalmazása) (Ta, 2021)
- kíméletes szárítási módszerek alkalmazása (Tripathi és Giri, 2014)
- dúsítási eljárások alkalmazása
- kapszulázási eljárások alkalmazása (Tripathi és Giri, 2014., Ta, 2021)
- prebiotikumok alkalmazása

A probiotikus mikroorganizmusok aktivitását, életképességét és szaporodását befolyásolják a közeg jellemzőin túl a fermentációs körülmények is. Ilyenek lehetnek a szubsztrátumban, táptalajban fellelhető tápanyagok, vitaminok, titrálható savak, szabad aminosavak, polifenolok, a hőmérséklet és a kutatások alkalmával történt megfigyelések alapján az egyik legfontosabb, már korábban is említett tényezőként megjelenő pH (bár más kutatások a pH mellett kiemelték a mikrobiális sejtek túlélését befolyásoló citromsav jelentőségét is (Nualkaekul és Charalampopoulos, 2011), valamint még számos tényezőt egyaránt. Ezeket szükséges figyelembe venni az alkalmazott probiotikus baktérium alkalmazása előtt.

3.4.6 Prebiotikumok

Olyan természetesen előforduló nem emészthető élelmiszer-összetevők, melyek az emésztőrendszeren emésztetlenül képesek áthaladni, egészen a vastagbélig, ahol megkezdődik a bontásuk és szelektíven támogatják a jótékony hatású mikroorganizmusok, a probiotikumok szaporodását. Nélkülük a probiotikumok kevésbé hatékonyan képesek funkcióik ellátására. A kifejezést elsőként Gibson és Roberfroid 1995-ben alkalmazták.

A probiotikumokhoz hasonlóan számos pozitív tulajdonsággal rendelkeznek. Ilyen a súlycsökkentésre, a csontok egészségére, a cukorbetegség megelőzésére, valamint a szervezetben lévő gyulladások csökkentésére, így közvetve a rákos sejtek kialakulásának

megelőzésére gyakorolt hatásuk (Roberfroid et al.,2010; Wittman,2016; Gebrayel et al., 2022). Olyan többnyire 2-9 monoszacharidokból felépülő oligoszacharidok, melyeket a szervezet nem képes lebontani - így hasznosítani sem - így emésztetlen formában a bélbe kerülve szolgálhatnak táplálékul a probiotikumok számára (Dr. Pitlik, 2007).

Természetes állapotukban előfordulnak a vörös- és fokhagymában, az articsókában, a csicsókában, a különféle gabonafélékben, például a búzában, a banánban, a tejben és az érett sajtok legtöbbszörében, valamint a csecsemők számára nélkülözhetetlen anyatejben. Az élelmiszeriparban jellemzően galakto-, frukto-, izomalto- vagy xilo-oligoszacharidokat alkalmaznak, de ide sorolhatóak az inulinok, a szója- és transzgalakto-oligoszacharidok, a laktilol, a laktulóz és a pirodextrinek is.

3.4.7 Szinbiotikumok

A pre- és probiotikumok együttese, ahol előnyös tulajdonságaik összegződnek. Ilyen élelmiszerek lehetnek olyan tejtermékek, tápszerek és étrendkiegészítők, melyek előállításához a prebiotikumok mellett probiotikumokat is felhasználnak.

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1 Felhasznált mikroorganizmusok és fenntartásuk

A laboratóriumi kísérletekhez az 5. táblázatban szereplő *Bifidobacterium*-okat alkalmaztam. A különböző beszállítóktól származó *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum* és *Bifidobacterium bifidum* tenyészeteket a később jellemzett gyümölcslemben tartottam fenn anaerob körülmények között. Az életképességük és aktivitásuk érdekében többszöri átoltást végeztem a kísérleteket megelőzően.

5. táblázat: A kísérletben alkalmazott *Bifidobacterium* fajok

Faji besorolás	Jelzés	Beszállító
<i>Bifidobacterium lactis</i>	Bb12	Chr. Hansen
<i>Bifidobacterium longum</i>	Bb46	Chr. Hansen
<i>Bifidobacterium lactis</i>	Lafti RB94	Lallemand Health Solution
<i>Bifidobacterium longum</i>	DSM 16603	Probiotal
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Rosell-71	Lallemand Health Solution
<i>Bifidobacterium longum</i>	Rosell-175	Lallemand Health Solution

4.2 Felhasznált tápközegek

Az alkalmazott tápközegek esetében szükséges figyelembe venni, hogy tartalmazzon minden olyan anyagot, melyek a vizsgálni kívánt sejt anyagainak felépítéséhez, anyagcsere folyamatainak fenntartásához és a szaporodásához szükségesek. A vizsgálat során alkalmazott *Bifidobacterium* tenyészetek aktivitásának biztosításához és szaporításához TPY táplevest és Beeren's agart alkalmaztam, melyek összetevőit a 6. és 7. számú táblázat tartalmazza.

TPY (Trypticase-Phytone-Yeast extract) tápleves

A tápleveshez a komponenseket (6. táblázat) táramérlegen mértem ki. Homogenizáltam majd az elegyet a 10 ml-enként kémcsövekbe osztottam és autoklávban steriliztem (121°C, 15 perc).

6. táblázat: Trypticase-Phytone-Yeast extract tápleves összetétele

TPY (Trypticase-Phytone-Yeast extract) tápleves összetétele (Scardovi, 1981)	
Trypticase pepton (BBL)	10 g
Phytone pepton (BBL)	5 g
Glükóz	5g
Élesztőkivonat	2,5 g
Tween 80	1 ml
K ₂ HPO ₄	2g
MgCl ₂ 6H ₂ O	0,5g
Cisztein-HCL	0,5 g
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0,25g
CaCl ₂	0,15 g
FeCl ₃ 6H ₂ O	0,03 g
Desztillált víz	1000 ml
	pH 6,8-7,0

Beeren's agar

Ezt a tápagart a *Bifidobacterium*-ok szelektív tenyésztéséhez alkalmaztam. A komponenseket (7. táblázat) egy edénybe mértem táramérleg segítségével, majd mágneses keverőt használva homogenizáltam és ezt követően 121°C-on 15 percig autoklávban steriliztem.

7. táblázat: Beeren's agar összetétele

Összetevők	Mennyiség
Columbia agar	44 g
Glükóz	5 g
Cisztein HCl	0,5 g
Agar-agar	5 g
Desztillált víz	1000 ml

A sterilizést követően, a lemezöntést még megelőzően 250 ml agarhoz 1,25 ml propionsavat pipettáztam és 1 N NaOH oldattal beállítottam a pH-t 5-ös értékre. Csupán ezt követően lehet a lemezöntést megvalósítani.

Fiziológiás sóoldat

Olyan 0,85%-os oldat, melyhez 8,5 g NaCl-ot kimértem és oldottam fel 1000 ml desztillált vízben. A tizedelő hígítási sor elkészítéséhez 4,5 ml-enként kémcsövekbe pipettáztam, autoklávban steriliztem 121°C-on 15 percig a felhasználást megelőzően.

Gyümölcs alapú tápközeg

A kutatásomban a gyümölcsalapú tápközeghez egy kereskedelmi multivállalatból szereztem be a szükséges alapanyagot. A kísérlethez felhasznált 1 literes kiszerelésű Rauch Happy Day 100%-os mangólé (3. ábra) tápanyag jellemzőit a 8. számú táblázat tartalmazza.

8. táblázat Rauch Happy Day 100%-os mangólé

100 ml átlagosan tartalmaz	
Energiatartalom	248 kJ/59 kcal
Zsír	<0,5 g
amelyből telített zsírsavak	<0,1 g
Szénhidrát	13,8 g
amelyből cukrok	13,8 g
Fehérje	<0,5 g
Só	<0,01
C-vitamin	12 mg (15%*)
*NRV:	Napi beviteli referencia érték



3. ábra: Rauch Happy Day 100%-os mangólé (Internet 4.)

Alkalmazott prebiotikum

A tárolási kísérlethez az Orafiti[®] cég Inulin HSI frukto-oligoszacharid termékét használtam, mely 88% inulint tartalmaz (DP \geq 23).

Gyümölcsle fermentáció

Az erjesztés megkezdése előtt a baktérium törzs igényeihez igazodva beállítottam a mangólé kémhatását, majd a gyümölcslevet 1 v/v %-nyi 24 órás tenyésztéssel beoltottam, ezt követően 37°C-on anaerob körülmények között inkubáltam őket.

Kiinduláskor, valamint a fermentáció során a 16. és 24. órában is mintát vettem a levekből további elemzésre. A mintavételezést megismételtem minden egyes alkalommal a kísérlet során, így lehetőségem nyílt nyomon követni a pH és a sejtszámváltozást, továbbá a minták szerves sav és szénhidrát tartalmát is.

Tárolási kísérlet

A fermentációt követően az erjesztett mangóleveket szobahőmérsékleten (25°C) és hűtött körülmények között (4°C) tároltam. Ez utóbbit anaerob jarban illetve párhuzamosan enélkül is megvalósítottam. A kontroll minták mellett frukto-oligoszacharid kiegészítést is alkalmaztam a fermentációt követően 1% és 5% végkoncentrációban, s havonkénti mintavételezéssel követtem a sejtszámváltozást, továbbá a minták szerves sav és szénhidrát tartalmát is.

4.3 PH mérés

A szakdolgozatban említett legtöbb tanulmány ki is tér arra, hogy a probiotikumok életképességének megőrzéséhez optimális a megfelelő pH biztosítása, fenntartása az aktív, élő probiotikumszám mellett, de természetesen vannak kivételek, a probiotikus fajok specifikus igényei alapján, ahogy ezt a kutatások is bizonyítják (Patel, 2017.).

A mangólé pH értékeit a laboratóriumban rendelkezésre álló Mettler Toledo SevenMulti™ pH mérő berendezéssel mértem. A mérés megkezdése előtt a készüléket minden esetben kalibrálni szükséges. Kalibráláshoz olyan puffer oldatokat használtam, melyek körbe veszik a várható értéket.



2. ábra: Mettler Toledo SevenMulti™ pH mérő berendezés (Internet 5.)

A kalibrációt követően, az erjesztés megkezdése előtt a baktérium törzs igényeihez igazodva beállítottam az optimális pH-t a mangólében. A kezdeti, 0. órában mért pH a mangólében pH 3,39, vagyis savas kémhatású, mely általánosságban jellemző a gyümölcslevekre. A *Bifidobacterium*-ok számára optimális pH 6-6,5 érték eléréséhez a mangóléhez 1 N NaOH oldatot adagolva beállítottam a kívánt kémhatást steril körülmények között.

4.4 Élősejtszám meghatározás

Az élősejtszám meghatározáshoz a 4,5 ml steril fiziológiás sóoldathoz 0,5 ml baktérium tenyészetet adtam, majd tizedelő hígítási sort készítettem. A megfelelő hígítási tagokból 50 µl-t Petri csészékbe mértem, lemezöntést végeztem a korábban előkészített Beeren's agarral. Ezt követően a megfelelő környezet biztosítása érdekében a mintákat 37 °C-os termosztátba, anaerob körülmények közé helyeztem, majd megszámloltam a lemezen kinőtt telepeket, s meghatároztam az aktuális sejtszámot két párhuzamos mérés keretében.

4.5 HPLC vizsgálat

A HPLC rövidítés a nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (angolul High Performance Liquid Chromatography, vagy High Pressure Liquid Chromatography) kifejezésre utal. Olyan kromatográfiai módszercsalád, eljárás megnevezése, mely a biokémiában és az analitikai kémiában vegyületek elválasztására, azonosítására és (szerves savak és szénhidrátok) mennyiségi meghatározására használatos. A technika lényege egy az ún. mozgó (mobil) fázisban, más néven eluensben oldott keveréknek egy álló (statikus) fázison való áthajtása, melynek során a vizsgálandó anyag elválik az elegyben található további molekuláktól, vagyis a nem elegyedő fázisok megoszláskülönbsége. A vizsgálat kiértékelésének, a mennyiségi meghatározásnak alapja a csúcs alatti terület.

Az alkalmazott HPLC készülék felépítése:

- Thermo Fisher Scientific Corporation HPLC készülék
- Detektor: PDA detektor (210 nm), RI detektor (410 nm)
- Oszlop: Aminex 87H vagy Aligent HiPlexH
- Integrátor program (szoftver): ChromQuest 5.0 szoftver

Jellemzői:

- Mozgó fázis: 0,005N H₂SO₄
- Áramlási sebesség: 0,6 ml/perc
- Oszlop hőmérséklet: 45°C
- Detektor hőmérséklet: 45°C

Szerves sav standardok: tejsav, ecetsav.

Szénhidrát standardok: diszacharid, glükóz, fruktóz.

A vizsgálatához szükséges mintákat Eppendorf csövekben Sigma 1-15 mikrocentrifuga segítségével maximum fordulaton (14000 rpm) 10 percig centrifugáltam, majd a felülúszóból kimértem 0,3 ml-t HPLC csövekbe a szerves sav és szénhidrát analízis céljára.



5.ábra: Sigma 1-15 mikrocentrifuga (Internet 6.)

Boda Ramóna Szakdolgozat

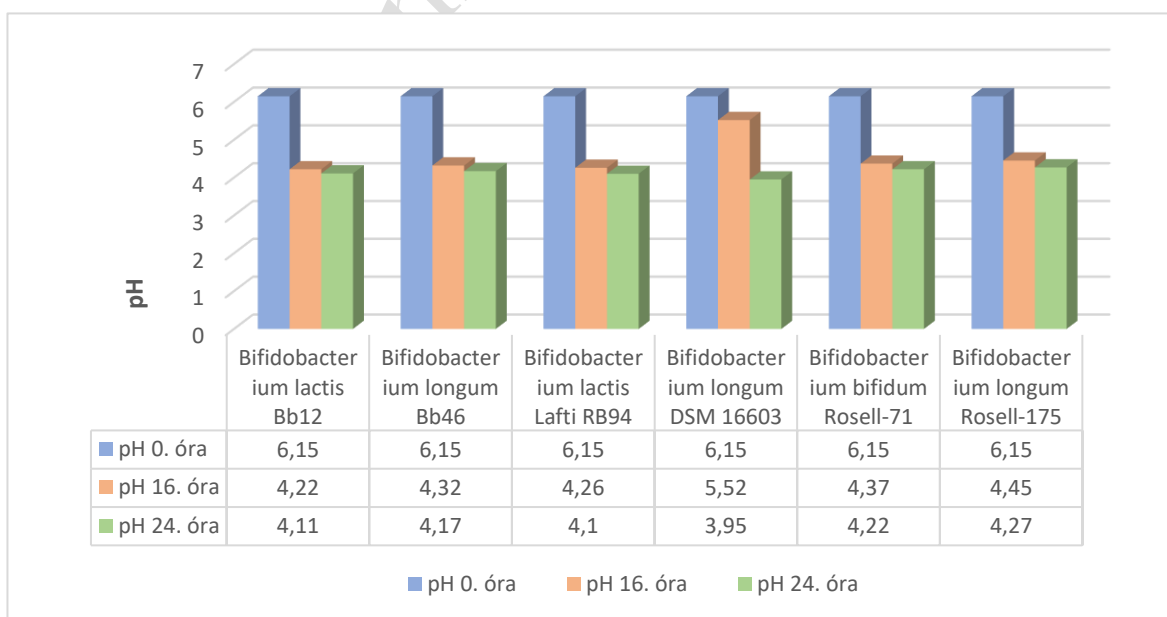
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Szakedolgozatban a mangólé fermentálhatóságát vizsgáltam 6 probiotikus szigorúan anaerob *Bifidobacterium* törzssel. Az erjesztés során megmértem a pH változását és nyomon követtem a sejtszám alakulását, továbbá a szerves sav- és szénhidrát tartalom változását is. Vizsgáltam továbbá a fermentált mangólében a baktériumok túlélőképességét szobahőmérsékletű és hűtött anaerob, valamint aerob környezetben. Az életképesség megőrzését prebiotikum hozzáadásával kívántam fokozni, melyhez különböző koncentrációban alkalmaztam frukto-oligoszacharidot. A fenti paraméterek meghatározásával értékeltem a kapott eredményeket.

5.1 A fermentáció során mért pH, sejtszám, szerves savak- és szénhidrát mennyiségi változása

5.1.1 pH értékek változása

A mangólé fermentálhatóságának vizsgálata előtt a gyümölcslé jellemzően savas pH-ját (általában pH 3-4 közötti) a *Bifidobacterium*-ok igénye szerint beállítottam, így a közeg kiindulási pH-ja 6,15.



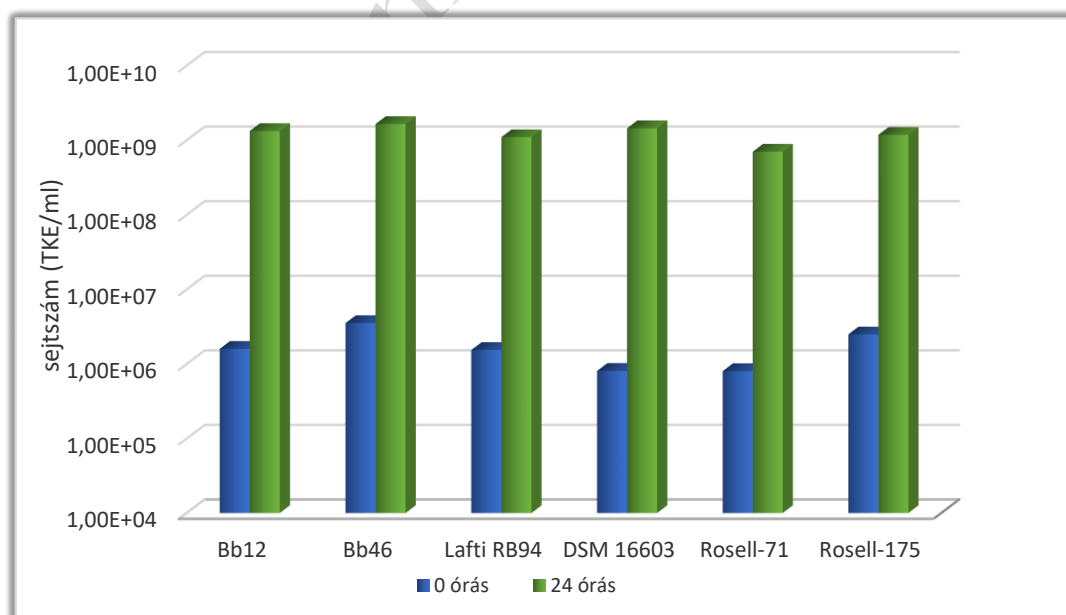
6. ábra: *Bifidobacterium*-okkal erjesztett ananászlé pH változása az idő függvényében

Mint, ahogy a grafikonon (6. ábra) is látszik a pH érték esése mind a 6 probiotikumnál jellemző. A pH változás, jelen esetben csökkenés a probiotikus mikroorganizmusok anyagcsere tevékenységének eredménye, mely során szénhidrátokat bontanak és zsírsavakat, ezenbelül is rövid szénláncú zsírsavakat (SCFA) valamint tejsavat állítanak elő, melyek növelik a savasságot.

16 óra elteltével a legtöbb esetben a pH 4,2-4,3 közötti értékre csökkent, majd ezt követően ehhez az értékhez viszonyítva 24. óráig a mintavétel során minden baktérium esetében már csak keveset változott. A legnagyobb különbség a *Bifidobacterium longum* DSM 16603 esetében volt detektálható, míg a legkisebb a *Bifidobacterium longum* Rosell-175 vonatkozásában. A kísérlet további vizsgálataira kiválasztott probiotikus baktérium, a *Bifidobacterium longum* Bb46 16 óra elteltével a pH 6,15-ről pH 4,32-re (pH csökkenés 1,83), míg 24 óra elteltével pH 4,32-ről pH 4,17-re csökkent.

5.1.2 Sejtszám változás

A mangólé 24 órás fermentációját követő sejtszám meghatározás eredményeit a 7. ábrán mutatom be. A sejtszám adatok alapján elmondható, hogy a *Bifidobacterium longum* Bb46 produkálta a legmagasabb sejtszámot ($1,65 \cdot 10^9$ TKE/ml), míg a legkisebb sejtszámmennyiséget a *Bifidobacterium bifidum* Rosell-71 ($7,00 \cdot 10^8$ TKE/ml értékben) mutatta.

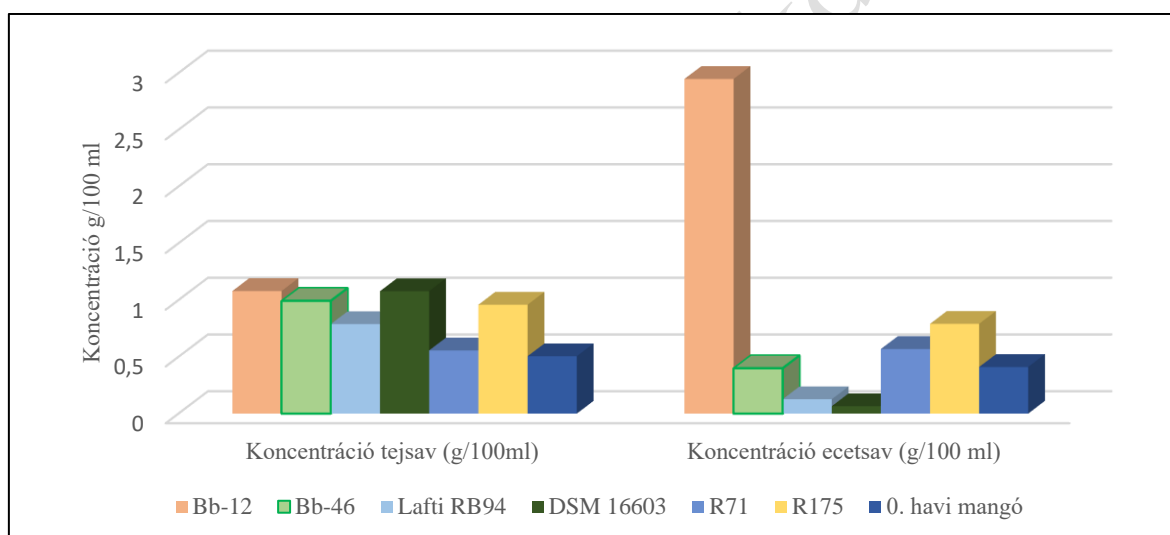


7. ábra: A kiindulási 0. és a 24. órában mért sejtszámváltozás az idő függvényében *Bifidobacterium* törzsekkel fermentált mangólében

Sejtszám növekedés tekintetében előbbi $1,64 \cdot 10^9$ TKE/ml a legnagyobb, míg utóbbi $6,99 \cdot 10^8$ TKE/ml telep képző egységgel a legkisebb változást produkálta. Összességében a kapott eredményekből leszűrhető, hogy a mangólé megfelelő tápközegnek bizonyult mind a 6 törzs számára tápanyag kiegészítés nélkül, hiszen sejtkoncentrációjuk (kivétel a *Bifidobacterium bifidum* Rosell-71, mely 10^8 TKE/ml nagyságot ért el) 24 óra fermentáció elteltével elérte a 10^9 TKE/ml-es tartományt.

5.1.3 Szerves savak mennyiségi változása

A különféle *Bifidobacterium*-ok által 24 óra fermentációt követően a mangólében a vizsgált szerves savak mennyisége változó értéket mutatott (8. ábra).



8. ábra: A fermentáció 24.órájában mért szerves savak koncentrációja

Az első 24 órában mért adatok alapján a mangóléhez viszonyítva a tejsav koncentráció emelkedése a *Bifidobacterium lactis* Bb12 és a *Bifidobacterium longum* DSM 16603 esetén volt a legnagyobb. A *Bifidobacterium longum* fajokról elmondható, hogy tejsavtermelésük hasonló 0,9-1 g/100 ml. Ezzel szemben a mangólében keletkezett ecetsav mennyisége a *Bifidobacterium lactis* Bb12 törzsnél a legnagyobb emelkedést, míg a *Bifidobacterium longum* DSM 16603-nál a legnagyobb csökkenést mutatta 0,345 g/100 ml-es mennyiségben. A *Bifidobacterium longum* Bb46 törzs tejsav emelkedése a 3. legmagasabb (0,488 g/100 ml-rel), míg ecetsav tekintetében a 3. legalacsonyabb csökkenést és ugyanezen savat illetően összességében is a legkisebb változást (0,011 g/100 ml-rel) mutatta a kezdeti mangóléhez

képest. Ez a fermentált gyümölcsle termék érzékszervi jellemzőit tekintetében kedvező lehet, ugyanis az ecetsav nagymértékű jelenléte szúrós, kellemetlen illat és ízprofilt eredményez.

5.1.4 Szénhidrátok mennyiségi változása

A 9. táblázat alapján a mangólében a szénhidrátok, ezen belül is a vizsgált diszacharid 3,61 g/100 ml, a glükóz 5,46 g/100 ml, a fruktóz pedig 1,22 g/100 ml mennyiségben volt jelen.

9. táblázat: A fermentáció során a szénhidrátok mennyiségi változása

Minta	Bifidobacterium	Szénhidrát	Koncentráció g/100 ml
1	<i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12	diszacharid	2,89
		glükóz	3,66
		fruktóz	1,09
2	<i>Bifidobacterium longum</i> Bb46	diszacharid	2,90
		glükóz	3,67
		fruktóz	1,01
3	<i>Bifidobacterium lactis</i> Lafti RB94	diszacharid	3,28
		glükóz	4,47
		fruktóz	1,06
4	<i>Bifidobacterium longum</i> DSM 16603	diszacharid	3,27
		glükóz	4,43
		fruktóz	1,05
5	<i>Bifidobacterium bifidum</i> Rosell-71	diszacharid	2,48
		glükóz	3,37
		fruktóz	0,91
6	<i>Bifidobacterium longum</i> Rosell-175	diszacharid	2,73
		glükóz	3,49
		fruktóz	0,90
7	0. havi mangó	diszacharid	3,61
		glükóz	5,46
		fruktóz	1,22

A legkisebb szénhidrát felhasználás *Bifidobacterium lactis* Lafti RB94 esetében mértem diszacharid vonatkozásában 0,33 g/100 ml, glükóz 0,99 g/100 ml, míg *Bifidobacterium lactis* Bb12-nél fruktóz esetében 0,13 g/100 ml volt, de emellett utóbbi esetében mértem a legnagyobb glükóz koncentráció csökkenést (2,57 g/100 ml). A legnagyobb fogyás

diszacharid és fruktóz tekintetében a *Bifidobacterium bifidum* Rosell-71 esetében volt detektálható (diszacharid 1,13 –fruktóz 0,31 g/100 ml). A legnagyobb produktivitást ($6,84 \cdot 10^7$ TKE/ml*h) mutató *Bifidobacterium longum* Bb46 törzssel beoltott lében a diszacharid 2,9 g/100 ml-es a glükóz 3,67 g/100 ml-es, míg a fruktóz 1,00 g/100 ml-es koncentrációban volt elérhető. Ezt azt jelenti, hogy diszacharid és glükóz felhasználás tekintetében a negyedik, fruktóz esetén a második legnagyobb felhasználás jellemzi. A kiindulási mangóléhez képest viszonyítva elsőként a glükózt, majd azt követően a diszacharidot és végül csekély mértékben a fruktózt is hasznosította. Több tanulmány is kitér arra, hogy a *Bifidobacterium*-ok a kutatások során mely sorrendben hasznosítják a különféle cukrokat, de ebben a témában egyetértés még nem született (Kun és munkatársai, 2008; Bak, 2015; Gomes és Malcata, 1999). Kun és munkatársai (2008) szerint a *Bifidobacterium*-ok nem képesek hasznosítani a fruktózt, de a vizsgált minták tekintetében csekély mértékben ugyan, de a fruktóz is hasznosult. Ez párhuzamban áll azon irodalmi adatokkal, melyet Gomes és Malcata (1999) fogalmazott meg, miszerint a *Bifidobacterium*-ok a glükóz mellett fel tudják használni a fruktózt is.

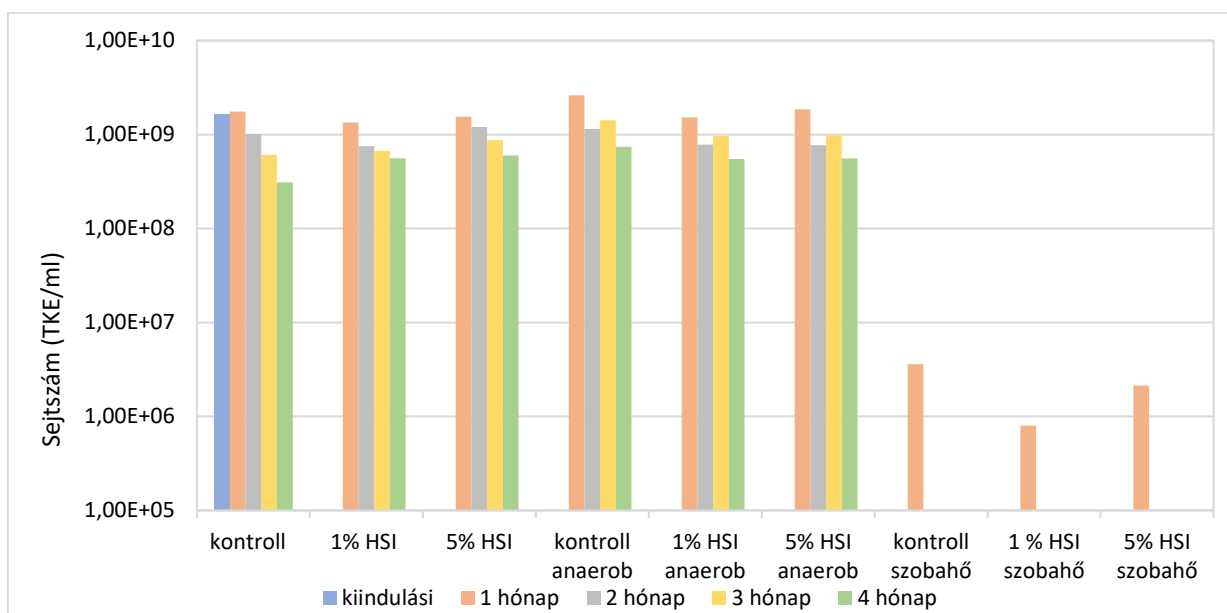
A fenti eredmények, valamint az érzékszervi vizsgálat alapján a kutatást a *Bifidobacterium longum* Bb46 törzssel folytattam, s különböző körülmények között - szobahőmérsékleten, valamint hűtőben + 4°C-on aerob és anaerob körülmények között - vizsgáltam a probiotikum életképességét 4 hónapos tárolás során. Prebiotikumként frukto-oligoszacharidot alkalmaztam 1% és 5% koncentrációban. A vizsgálat célja, hogy fennmarad-e a probiotikus hatás biztosítása érdekében a szükséges sejtszám (ez 10^6 TKE/ml-t jelent) a tárolási idő végére.

5.2 A tárolási kísérlet során mért sejtszám-, szerves savak és szénhidrátok mennyiségi változása

5.2.1 Sejtszám változás

A fenti eredmények alapján a kutatást a *Bifidobacterium longum* Bb46 törzssel folytattam, s vizsgáltam életképességét 4 hónapos tárolás során különböző beállítások mellett szobahőmérsékleten, valamint hűtőben + 4°C-on aerob és anaerob körülmények között, frukto-oligoszachariddal (HSI) kiegészítve 1% és 5% koncentrációban. A vizsgálat célja, hogy fennmarad-e a probiotikus hatás biztosítása érdekében a szükséges sejtszám (ez 10^6 TKE/ml-t jelent) a tárolási idő végére. A 9. ábrán látható a *Bifidobacterium longum* Bb46

detektált sejtszám változása a fermentált mangólében +4⁰C-on aerob, anaerob és szobahőmérsékletű közegben 4 hónap alatt.



9. ábra: A *Bifidobacterium longum* Bb46 detektált sejtszám változása +4⁰C-on aerob, anaerob és szobahőmérsékleten tárolt fermentált mangólében 4 hónap alatt

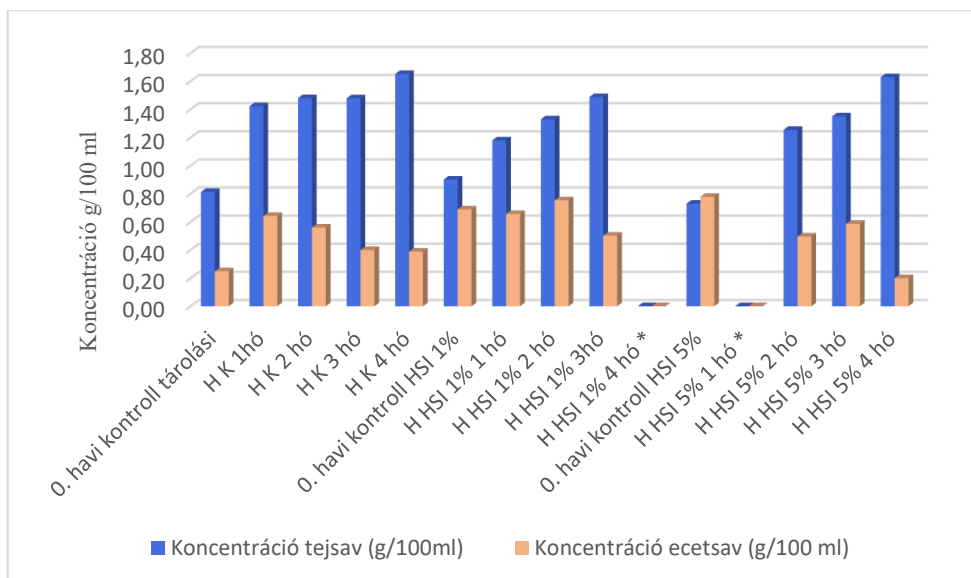
A kutatás 4 hónapja alatt a kezdeti kilenc mintában mért eredmények alapján elmondható, hogy a kiindulási kontroll mintában detektált sejtszámhoz képest ($1,65 \cdot 10^9$ TKE/ml) az első hónapban enyhe sejtszám növekedést tapasztaltam. A legalacsonyabb értéket, sejtszám csökkenést a szobahőmérsékleten tárolt mintákban mértem, de közülük is az 1% HSI kiegészítéssel tárolt fermentált mangólében volt, $8,00E \cdot 10^5$ TKE/ml mennyiségben. A második hónapban kizárólag sejtszám csökkenést tapasztaltam minden minta kapcsán az első havi adatokhoz képest. A legnagyobb csökkenést $1,46 \cdot 10^9$ TKE/ml mennyiséggel a korábban legkiemelkedőbb növekedést produkáló kontroll anaerob mintánál mértem, melynek oka lehet a szaporodás következtében keletkező szerves savak mikroba gátló hatása. A második legnagyobb sejtkoncentráció visszaesés $1,09 \cdot 10^9$ TKE/ml-rel az anaerob 5% HSI mintánál volt detektálható, hasonlóan az előző gyümölcslehez. Azonos mértékű fogyatkozás jellemezte a kontroll és az anaerob 1% HSI mintákat ($7,4 \cdot 10^8$ TKE/ml). Érdekes, hogy a másodikról a harmadik hónapra meghatározott sejtszám mennyiség alakulása vegyes képet mutatott. Míg az aerob kontroll minták esetében további csökkenés, addig az anaerob 1% és 5% HSI kiegészítésű minták esetében kismértékű sejtkoncentráció emelkedést mértem $1,9-2,7 \cdot 10^8$ TKE/ml mértékben. Majd a harmadikról a negyedik

hónapra ismét csökkenés jellemezte mindegyik minta sejtkoncentrációját 10^8 TKE/ml nagyságrendben 1,10-6,80 közötti értékben.

Összességében elmondható, hogy sejtszám csökkenés jellemezte a tárolási kísérletet, a legalacsonyabb sejtszám a prebiotikum nélküli aerob kontroll mintában volt detektálható a 4 hónapos tárolást követően. Ez a közeg volt a legkedvezőtlenebb a bifidobaktériumok számára, hisz mind az oxigén jelenléte, mind a tápanyag hiány fokozott pusztulást eredményezett. Minden hűtött minta esetében megmaradt a kívánt, Magyar Élelmiszerkönyv által elvárt 10^6 TKE/ml-es sejtkoncentráció, mely biztosítja a termék probiotikus tulajdonságát. A hozzáadott prebiotikum koncentrációja nem befolyásolja a probiotikus mikroorganizmusok életképességét, azonos a sejtszámok alakulása a hűtött körülmények között megvalósított tárolásnál. A sejtszám nagymértékű pusztulása csak a szobahőmérsékleten tárolt tételeknél volt jellemző az első hónapot követően. Tehát szobahőmérsékleten megvalósított tárolás során a kontroll és az 5% HSI kiegészítésű fermentált mangólevelekben 1 hónapig őrzik meg a probiotikus bifidobaktériumok életképességüket az előírásoknak megfelelően.

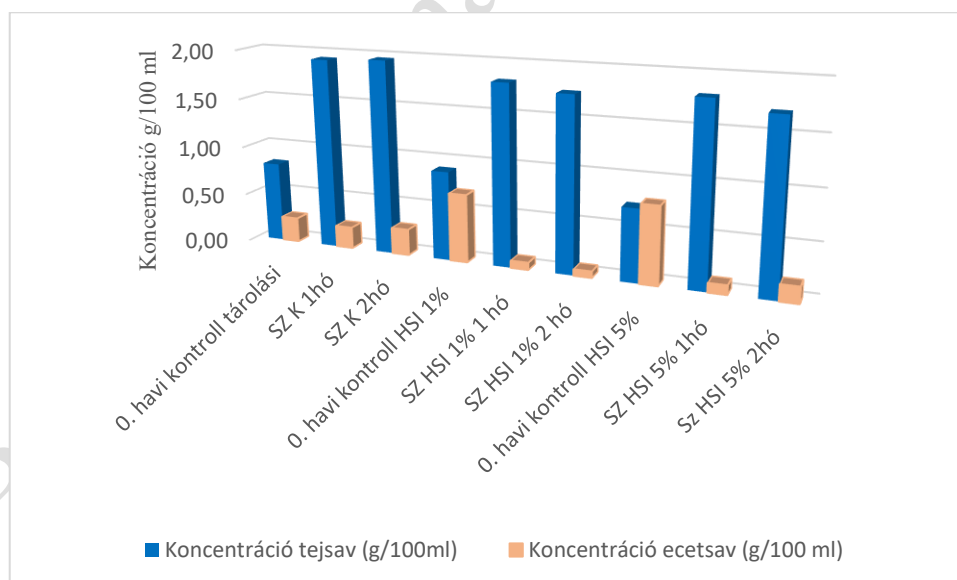
5.2.2 Szerves savak változása

A *Bifidobacterium longum* Bb46 négyhónapos tárolási vizsgálata kiterjed hűtött aerob és anaerob, valamint a szobahőmérsékletű környezetre. A kontroll mintákhoz képest is mind a tejsav, mind az ecetsav jelentős mennyiségi változáson ment keresztül. Általánosságban elmondható, hogy a *Bifidobacterium*-ok metabolizmusa során fruktóz-6-foszfát foszfoketoláz enzimet állítanak elő, mely az egyedi lebontási mechanizmus, a bifidusz út első enzime. A szénhidrátok bontásakor keletkező tej- és ecetsav mennyisége 3:2 mól arányú, azonban ettől lehetnek eltérések egyéb redukciók következményeként (Kun, 2008).



10. ábra: Szerves savkoncentráció változása *B. longum* Bb46 törzsszel fermentált mangólében hűtött aerob tárolás során (* nincs adat)

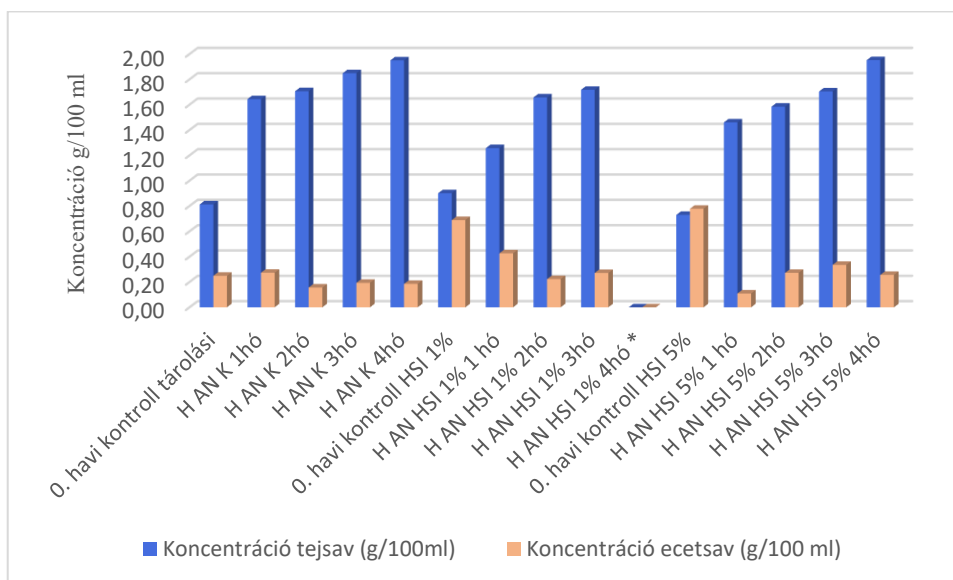
A hűtött aerob környezetben a kiindulási kontroll tárolási mintához képest (0,81 g/100 ml) a tejsav mennyisége több, mint kétszeresére nőtt (1,65 g/100 ml), míg az ecetsav mennyisége a kezdeti. 1. havi emelkedést követően csökkenő tendenciát mutatott a 4. hónap végére.



11. ábra: Szerves savkoncentráció változása *B. longum* Bb46 törzsszel fermentált mangólében szobahőmérsékletű tárolás során

Szobahőmérsékleten a tejsav tekintetében szintén erőteljes növekedés figyelhető meg, de ecetsav mennyisége esetén is a 2. hónapban némi emelkedés látható a kontroll és az 5% HSI

tartalmú mangólében. Ezen körülmények között a tárolás kezdetén a mikroorganizmusok szaporodása jellemző, azonban a keletkező nagy mennyiségű szerves sav 1 hónapot követően már pusztulásukhoz vezet. Szobahőmérsékleten csak a 2. hónapig gyűjtöttem adatokat, ugyanis a 2. hónaptól már olyan kicsi volt a detektálható élő sejt mennyiség, hogy nem felelt meg a probiotikumtól elvárt követelményeknek.



12. ábra: Szerves savkoncentráció változása *B. longum* Bb46 törzssel fermentált mangólében hűtött anaerob tárolás során (* nincs adat)

Hűtött anaerob környezetben mind a kontroll, mind az 1% és 5% HSI kapcsán a tejsav mennyisége a korábbiakhoz képest azonos, emelkedő tendenciát mutat a kísérlet utolsó mért eredményéig (kontroll minta: 0,81 → 1,95 g/100 ml, 1% HSI: 0,9 → 1,85 g/100ml és 5% HSI: 0,73 → 1,95 g/100 ml), azonban az ecetsav mennyisége hol emelkedést, hol csökkenést produkál az előző havi és a kiindulási mintához képest is (10. ábra).

5.2.3 Szénhidrát tartalom változása

A mérések alapján a tárolásra előkészített kontroll mintában a szacharóz 3,65 g/100 ml, a glükóz 5,18 g/100 ml, míg a fruktóz 1,12 g/100 ml mennyiségben volt mérhető. Az 1%-os HSI kontroll mintában 4,06-5,83-1,26 g/100 ml-es, míg az 5%-os HSI kezdeti mintában 3,44 – 5,41- 1,29 g/100 ml volt a diszacharid, glükóz és fruktóz koncentráció.

5.2.3.1 Hűtött aerob körülmények közötti tárolás eredményei

A +4°C-os hűtött körülmények közötti aerob vizsgálat során a kontroll és az 5% HSI esetében a diszacharid koncentráció tekintetében a 4. hónapra emelkedés figyelhető meg. 1% HSI esetén csökkenés jellemző a kezdeti mintához képest, mely 4,06 g/100 ml-ről az első hónapban 3,13 /100ml-re csökkent, majd újabb növekedést követően újabb koncentráció csökkenés jellemzi. A tárolás során a baktériumok anyagcseréje során a jelenlévő frukto-oligoszacharidokból oligoszacharidok, diszacharidok is keletkeznek, átmeneti növekedést eredményezve, melyet a baktériumok tovább tudnak hasznosítani. A diszacharidok bontása növekedett glükóz és fruktóz koncentrációt eredményezhet.

A glükóz is hasonló tendenciát mutat, mint a diszacharid. A kezdeti mennyiségi csökkenést a 4. hónapra szintén kis mértékű, de koncentráció emelkedés jellemzi mind a kontroll és az 5 %-os prebiotikum tartalmú mintáknál. A legnagyobb változás a 5%-os HSI kiegészítésű minta esetében volt rögzíthető a 3. hónapban, melyben is a kontroll mintához képest 1,26 g/100 ml-es, míg a 2. havi mintához képest 0,8 g/100 ml-es csökkenést mutattam ki. De 1%-os HSI prebiotikumot tartalmazó mangólé esetében is a harmadik hónapban volt mérhető a legnagyobb csökkenés a kezdeti mintához viszonyítva (10. táblázat).

10. táblázat: Szénhidrát koncentrációk változása *B. longum* Bb46 törzssel fermentált mangólében hűtős aerob tárolási körülmények között

Hűtő / aerob	Szénhidrát	Koncentráció (g/100 ml)		
		Kontroll	1% HSI	5% HSI
Kiindulás	diszacharid	3,65	4,06	3,44
	glükóz	5,18	5,83	5,41
	fruktóz	1,12	1,26	1,29
1 hó	diszacharid	3,84	3,13	n.a.
	glükóz	4,81	3,99	n.a.
	fruktóz	0,98	0,87	n.a.
2 hó	diszacharid	4,12	3,64	3,52
	glükóz	5,19	4,64	4,95
	fruktóz	1,06	1,00	1,22
3 hó	diszacharid	3,68	3,80	3,50
	glükóz	4,58	4,75	4,15
	fruktóz	0,93	1,03	0,49
4 hó	diszacharid	3,94	n.a.	4,29
	glükóz	4,81	n.a.	4,30
	fruktóz	0,97	n.a.	1,16

A fruktóz koncentráció változása követi a korábban említett cukor koncentrációk változásának trendjét. A kezdeti csökkenés után lassú emelkedés figyelhető meg. A kiindulási kontroll minták 1,12-1,26-1,29 g/100 ml koncentrációja az első hónapban hirtelen csökkenést mutatott, mely a baktériumok fruktóz hasznosításával magyarázható. A legnagyobb csökkenés az 1%-os HSI tartalmú mintánál figyelhető meg 0,39 g/100 ml az 1. hónapban, míg a 3. hónapban az 5%-os HSI mintánál 0,8 g/100 ml-es mennyiségben a kontroll mintához és a megelőző mintához képest is (10. táblázat).

5.2.3.2 Szobahőmérsékleten végzett tárolás

A szénhidrátok hasznosítását szobahőmérsékleten vizsgálva jellemző, hogy a diszacharid mennyisége folyamatosan, lassan csökkenő trendet mutatott. A kezdeti kontroll mintában 3,65 g/100 ml, az első hónapban 3,53 g/100 ml, a 2. hónapban 2,92 g/100 ml volt a mennyisége. 1% HSI kiegészítés esetében 4,06 g/100 ml, 3,16 g/100ml, 2,44 g/100 ml és 5% HSI -nál a mért diszacharid mennyiség 3,44 g/100 ml, 3,32 g/100 ml majd 2,55 g/100

ml volt. Ezen értékek is jól mutatják a baktériumok szénhidrát hasznosítását és szaporodását az első hetekben, majd a fokozott savtermelésből adódó pusztulásukat az 1 hónapot követően.

A glükóz esetében is az első hónapban csökkenés tapasztalható a mikrobák kedvező körülmények közötti tárolása során való szaporodás eredményeként, majd a második hónapban emelkedés (0,65 g/100 ml) mérhető a koncentrációban az összetett szénhidrátokból keletkező, de már nem nagymértékben hasznosuló glükóz mennyiségéből adódóan.

11. táblázat: Szobahőmérsékleten mért szénhidrát koncentráció változások *B. longum* Bb46 törzssel fermentált mangólében

Szobahő	Szénhidrát	Kontroll	1% HSI	5% HSI
Kiindulás	diszacharid	3,65	4,06	3,44
	glükóz	5,18	5,83	5,41
	fruktóz	1,12	1,26	1,29
1 hó	diszacharid	3,53	3,16	3,32
	glükóz	4,40	4,01	4,65
	fruktóz	1,48	1,54	2,26
2 hó	diszacharid	2,92	2,44	2,55
	glükóz	5,04	4,27	4,88
	fruktóz	1,83	1,81	2,68

A fruktóz koncentráció változásra a diszachariddal ellentétben folyamatos koncentráció növekedés jellemző. Ennek oka, hogy a legjobban hasznosult diszacharid bontása során keletkezhet glükóz és fruktóz is, mely növeli töménységüket, továbbá a frukto-oligoszacharid bontásából is származhat nagyobb mennyiség. A kontroll minta esetében 1,12-1,48-1,83 g/100 ml, HSI 1% kapcsán 1,26-1,54-1,81 g/100-ml, míg HSI 5%-nál 1,29-2,26-2,67 g/100 ml fruktóz koncentrációt detektáltam.

A második hónapban a szobahőmérsékleten tárolt mintákban az élő sejtszám drasztikusan csökkent, így azok további vizsgálatától eltekintettem.

5.2.3.3 Hűtős anaerob körülmények közötti tárolás

A diszacharid mennyiségi változására az ingadozás jellemző, hol növekedés, hol csökkenés. A legnagyobb változás az 1%-os HSI mintánál volt jellemző. A 0,93 g/100 ml-es koncentráció csökkenés az első hónapban - mely egyben a legnagyobb módosulás is ezen tárolási körülmények között ezen szénhidrát tekintetében. A két legkiugróbb töménységre vonatkozó emelkedést ezen hűtött tárolási körülmény között a negyedik (0,91 g/100 ml) és az első hónapban (0,71 g/100 ml) mértem.

12. táblázat: A diszacharid-, glükóz-, és fruktózkoncentráció változása hűtős anaerob tárolási kísérlet folyamán

Hűtő / anaerob	Szénhidrát	Koncentráció (g/100 ml)		
		Kontroll	1% HSI	5% HSI
Kiindulás	diszacharid	3,65	4,06	3,44
	glükóz	5,18	5,83	5,41
	fruktóz	1,12	1,26	1,29
1 hó	diszacharid	4,37	3,13	3,84
	glükóz	4,78	3,40	4,55
	fruktóz	1,07	0,83	1,30
2 hó	diszacharid	4,08	4,00	4,04
	glükóz	4,61	4,34	4,74
	fruktóz	0,94	1,00	1,35
3 hó	diszacharid	4,00	4,00	3,82
	glükóz	4,48	4,48	4,38
	fruktóz	0,91	0,91	1,29
4 hó	diszacharid	3,83	n.a.	4,34
	glükóz	4,28	n.a.	4,74
	fruktóz	0,90	n.a.	1,52

Kiseb ingadozás volt tapasztalható a glükóz koncentráció változásában, csökkenés jellemezte ezen cukor töménységét a tárolási időszak alatt. A legkiemelkedőbb csökkenés az első hónapban 2,43 g/100 ml, a 3. hónapban 1,93 g/100 ml, majd a 2. hónapban 1,49 g/100 ml az 1% HSI kiegészítéssel tárolt mangólé esetében a kiindulási kontroll mintához képest. A HSI 5%-os minták estében a legnagyobb változás a kezdeti mintához képest a 3. hónapban mért 1,03 g/100 ml-es csökkenés volt. (12. táblázat).

A kontroll mintában csökkenés, az 1% és 5%-os HSI tartalmú mintákban ingadozás jellemzi a fruktóz koncentrációjának változását, mely prebiotikum kiegészítést tartalmazó minták többlet szénhidrát tartalmából és ennek folyamatos hasznosításából ered.

Az 1% HSI mintáknál mindegyik szénhidrát koncentrációja a 4 hónapos vizsgálat végére összességében emelkedett, míg 5%-os mintáknál a glükóz mennyisége csökkent, a diszacharid és fruktóz töménysége emelkedett. Elmondható, hogy anaerob körülmények között a glükóz hasznosult a legjobban és ezzel párhuzamosan a legmagasabb sejtszámot is ezen körülmények között detektáltam a tárolás első hónapjában. A diszacharid és fruktóz tekintetében koncentráció növekedés tapasztalható a 3 féle minta együttes vizsgálatakor, továbbá kis mértékben, de a fruktóz itt is hasznosult.

Mint a fentiek alapján látható, a hűtött körülmények közötti tárolás során is életképesek maradtak a baktériumok, lassú anyagcserét folytattak, melynek egyértelmű jelei, hogy hol csökkenő, hol növekvő trend jellemezte a mért szénhidrátok koncentrációjának változását. A prebiotikumként hozzáadott összetett cukrok lebontásából keletkező diszacharidok, valamint a felszabaduló glükóz és a fruktóz mennyisége növelhetik a koncentrációt, illetve hasznosulásuk csökkentik jelenlétüket a fermentált gyümölcslemben.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A funkcionális élelmiszerek számos pozitív tulajdonsággal bírnak, melyek egészségmegőrző és betegségmegelőző tulajdonsággal egyaránt rendelkeznek. Ma már a társadalom számos rétegében él az igény olyan élelmiszerek fogyasztása iránt, melyek segítik az egészség megőrzését, támogatják az immunrendszer működését, csökkentik a bél pH-ját és a betegségek megelőzését, valamint elősegítik a már kialakult betegségek tüneteinek mérséklését és a gyógyulási esélyek növelését. Napjainkban már nem csak az orvosi támogatásra, hanem kifejezetten ilyen területre specializálódott szakemberekre, szaklapokra és a médiára is támaszkodhatunk. Rengeteg, ma már ingyenes internetes oldal elérhető, ahol tájékozódhatunk, tanácsot kérhetünk így biztosítva a szakemberi támogatás lehetőségét, ha már erre az igény kialakult. Természetesen a speciális ételek fogyasztása nem helyettesítheti az egészséges életmódot, a megfelelő táplálkozást és a fizikai aktivitást, melyek nélkülözhetetlenek az egészség megőrzése érdekében. Ezen termékek fogyasztása csupán elősegíti, támogatja az egészségmegőrző és megelőző, preventív táplálkozást.

A kutatás és fejlesztés napjainkban is folyamatos, hisz még hatalmas potenciál mutatkozik a zöldség- és gyümölcsalapú funkcionális termékek előállításában. A kihívás ma már inkább az eltarthatóság, mint a fogyasztók általi elfogadás témájában keresendő. Utóbbi sem elhanyagolható, hisz a fogyasztót nem minden esetben lehet meggyőzni csupán azzal, hogy a termék egészségügyileg jótékony hatású. A felmérések és tanulmányok is igazolják, hogy az élelmiszerek érzékszervi jellemzői jelentősen befolyásolják a termék elfogadottságát a fogyasztók körében, de a probiotikumok okozta kellemetlen ízkarakterek elfedésére már van többféle lehetőség (Nguyen, 2021, Temesi et al, 2019).

A kísérletem eredményeképpen kimondható, hogy a mangólé alkalmas *Bifidobacterium* fajok tápközegéül, melyben többségük kielégítően szaporodott. A kísérlet során a kezdeti hat probiotikus törzsből (*Bifidobacterium lactis* Bb12, *Bifidobacterium longum* Bb46, *Bifidobacterium lactis* Lafti RB94, *Bifidobacterium longum* DSM 16603, *Bifidobacterium bifidum* Rosell-71, *Bifidobacterium longum* Rosell-175) a 0. és 24. órában mért sejtszám, valamint az érzékszervi vizsgálat alapján *Bifidobacterium longum* Bb46 -ra esett a választás a további vizsgálatok folytatása céljából.

Rögzítettem a 24 órás fermentáció során a pH és a sejtszámváltozást, majd a kiválasztott baktériummal fermentált mangólevet 4 hónapon át tárolási vizsgálatnak vettem alá

(szobahőmérsékleten, +4°C-on hűtőben aerob és anaerob környezetben), melyben vizsgáltam a sejtmennyiség alakulását, továbbá a szénhidrátok, ezen belül is a diszacharid, a glükóz és a fruktóz hasznosulását és a szerves sav (tejsav, ecetsav) koncentráció változását HPLC vizsgálattal ellenőriztem.

A legjelentősebb pH változás a *Bifidobacterium longum* DSM 16603, míg a legcsekélyebb a *Bifidobacterium longum* Rosell-175 -nél volt mérhető.

Összességében elmondható, hogy mindegyik baktérium jól szaporodott a mangólében. A legjelentősebb sejtszámváltozás a kontroll anaerob mintában volt tapasztalható $2,61 \cdot 10^9$ TKE/ml mennyiségben. Sejtszám csökkenést mértem a vizsgálat hátralévő részében minden mintát érintően. Szobahőmérsékleten fermentált mangólében már a második hónapban nem volt a probiotikus termék követelményeinek megfelelő sejtmennyiség, ami alátámasztja azt, hogy az alacsonyabb hőmérséklet lassítja az erjedést, így növeli az eltarthatóságot.

A savak tekintetében a *Bifidobacterium lactis* Bb12 és a *Bifidobacterium longum* DSM 16603 mintákban nőtt jelentősebben a tejsav koncentrációja a kezdeti mangólé koncentrációjához képest, míg nagyobb mennyiségű az ecetsav a *Bifidobacterium longum* DSM 16603-nál volt detektálható. A *Bifidobacterium longum* Bb46 ecetsav koncentrációja elenyészően kevesebb a kezdeti mangólé ecetsav koncentrációjához viszonyítva, de nem sokkal haladja meg a kezdeti kontroll ugyanezen komponens mennyiségét. Ez a fermentált gyümölcsle termék érzékszervi jellemzőit tekintetében kedvező lehet. Aerob, anaerob és szobahőmérsékleten megvalósított tárolás során is a tejsav koncentrációja emelkedést mutatott, míg az ecetsav esetében hűtött aerob környezetben csökkenést mutatott. Szobahőmérsékleten a második hónaptól a keletkező szerves sav koncentráció emelkedésének hatására a mikroorganizmusok pusztulása jellemző.

Az is elmondható, hogy mindegyik probiotikum jól hasznosította a szénhidrátokat a mangólében. A legalacsonyabb szénhidrát felhasználást *Bifidobacterium lactis* Lafti RB94 esetében mértem, míg a legnagyobb hasznosítást a *Bifidobacterium bifidum* Rosell-71 mutatta diszacharid és fruktóz esetében egyaránt. A *Bifidobacterium longum* Bb46 törzsnél a szénhidrát felhasználás a glükóz, diszacharid és fruktóz hasznosítási sorrendet követte.

Hűtős aerob és anaerob körülmények között a legjobban a glükóz hasznosult, kevés fruktóz csökkenés és diszacharid növekedés mellett. Előbbi esetében a kontrollhoz viszonyítva a 4. hónapban mért értékeket, utóbbi esetében a teljes 4 hónapra kiterjedő változások fényében fogalmazva meg ezen állítást. Az átmentei diszacharid emelkedés oka a baktériumok

metabolizmusában keresendő, amikor is a jelen lévő frukto-oligoszacharidokból oligoszacharidok és diszacharidok is keletkeznek. Szobahőmérsékleten a diszacharid fogyása a legkiemelkedőbb, mely a baktériumok szénhidrát hasznosítását mutatja, ezzel szemben a fruktóz mennyisége növekedett. A glükóz koncentrációja ingadozást mutatott, első hónapban csökkenés, míg a második hónapban emelkedés mérhető az összetett cukrok bontásából keletkező, de már nem hasznosuló mennyiség miatt.

Összességében megfogalmazható, hogy a mangólé megfelelő közegnek bizonyult a probiotikum számára, hiszen a tárolási idő végére $+4^{\circ}\text{C}$ -on hűtőben a sejtszámot 10^8 TKE/ml-es nagyságrend jellemezte, mely a Magyar Élelmiszerkönyv szerinti 10^6 TKE/ml-es követelménynek megfelel, így megőrizte probiotikus tulajdonságát függetlenül a hozzáadott prebiotikumtól. A tárolás hőmérséklete a döntő az életképesség megőrzésében. A különböző koncentrációban a termékhez adott frukto-oligoszacharid nem eredményezett jelentős különbséget az életképességben, a prebiotikum védő hatása nem érvényesült a fermentált gyümölcsleiben. Maga a gyümölcs is gazdag fitokemikáliákban, polifenolban, rostokban, melyek szintén részt vehetnek a probiotikumok életképességének megőrzésében.

7. IRODALOMI HIVATKOZÁS

1. Aguilar-Toalá, J. E., Garcia-Varela, R., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B. & Hernándezmendoza, A. (2018): Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*: 75 (2018): May 105-114, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417302765>, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>
2. Bak Á. (2015): Sárgarépa-gyümölcs koktél tejsavas erjesztése. BCE Szakdolgozat
3. Balogh T., Kőszegi I., Hoyk E.: A funkcionális termékek piaca (2020), https://gradus.kefo.hu/archive/2020-2/2020_2_AGR_031_Balogh.pdf, <https://doi.org/10.47833/2020.2.AGR.031>
4. Bujna E., Farkas N., Tran, A., Mai D. & Nguyen, Q. (2017): Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science and Biotechnology*, 27:1-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6049640/>
DOI: [10.1007/s10068-017-0269-x](https://doi.org/10.1007/s10068-017-0269-x)
5. Budai L. (2019.), http://medicalonline.hu/gyogyitas/cikk/paraprobiotikumok_es_poszbiotikumok
6. Buruleanu, L.C., Bratu, M.G., Manea, I., Avram, D., Nicolescu, C. L. (2013): Fermentation of Vegetable Juices by *Lactobacillus Acidophilus* LA-5. In: Kongo, M. (Ed) *Lactic Acid Bacteria. R & D for Food, Health and Livestock Purposes*, Chapter 7. 173-194, DOI: 10.5772/51309.5772/51309
7. Csapó J., Albert Cs. (2017) *Funkcionális élelmiszerek*. Debreceni Egyetem Kiadó. Debrecen University Press. 1-354.

8. Deák T., Kiskó G., Maráz A., Mohácsiné Farkas Cs. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest

9. Domínguez Díaz L., V. Fernández-Ruiz, M. Cámara (2020): An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling. *Journal of Functional Foods* :68(May 2020) 103896 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620301201#b0150> , <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103896>

10. Espírito Santo A. P. do, P. Perego, A. Converti, M. N. Oliviera: Influence of food matrices on probiotic viability _ A review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science & Technology* 22 (2011): 377-385, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224411000860?via%3Dihub>, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.008>

11. Farkas N.A. (2015): Gyümölcslevek fermentálhatóságának vizsgálata probiotikus baktériumokkal. Budapesti Corvinus Egyetem

12. Gamés, A. M. P., Malcata, F. X. (1999): Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science & Technology*, 10 (4-5): 139-157., <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224499000333>, [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00033-3)

13. Garcia, C., Guérin, M., Souidi, K. & Remize, F. (2020): Lactic fermented fruit or vegetable juices: *Past, present and future*. *Beverages*, 6:8., DOI:[10.3390/beverages6010008](https://doi.org/10.3390/beverages6010008)

14. Gebrayel P. , C. Nicco, S. Al Khodor, J. Bilinski, E. Caselli, E. M Comelli, M. Egert, C. Giaroni, T. M Karpinski, I. Loniewski, A. Mulak, J. Reygnier, P. Samczuk, M. Serino, M. Sikora, A. Terranegra, M. Ufnal, R. Villeger, C. Pichon, P. Konturek, M. Edeas (2022): Microbiota medicine: towards clinical revolution. *Journal of Translational Medicine*. 20(1):111. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35255932/>

DOI: 10.1186/s12967-022-03296-9

15. Guiné R PF, S. G. Florença, M. J. Barroca, O. Anjos (2020): The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development. *Foods* 2020 ,9 (9), 1317;
<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1317/htm>
<https://doi.org/10.3390/foods9091317>
16. Japán Immunológiai Társaság: A csodálatos immunrendszer: Így védelmezi testünket, (JSI), 2008.,17-28. o.)
17. Joy P. P., Anjana R., Rashida Rajuva T.A. and Anjana Ratheesh. 2016. Fruits as a functional food. *Pineapple Research Station* (2016),
https://www.researchgate.net/publication/306037407_FRUITS_AS_A_FUNCTIONAL_FOOD
18. Kun Sz.: Nem tejalapú probiotikus élelmiszerek előállítási lehetőségeinek megalapozása (BCE Élelmiszertudományi Doktori Iskola, 2008)
19. Kun Sz., Rezessy-Szabó, J., Nguyen, D. Q., Hoschke, Á. (2008): Changes of microbial population and some components in carrot juice during fermentation with selected *Bifidobacterium* strains. *Process Biochemistry*, 43 (8): 816-821.,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359511308001116?via%3Dihub>, <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2008.03.008>
20. Nguyen, B. T., Production Of Probiotic Tropical Fruit Juices By Fermentation With Probiotic Bacteria (2021), Doctoral (PhD) dissertation, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
21. Nualkaekul S., D. Charalampopoulos (2011): Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices. *International Journal of Food Microbiology* 146 (2011) 111-117 , <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.040>

22. Papp-Bata Á, Csiki Z, Szakály Z. (2018) Consumer behavior toward functional foods. The role of authentic information, *Orvosi Hetilap*; 159(30): 1221–1225.
<https://akjournals.com/view/journals/650/159/30/article-p1221.xml>
<https://doi.org/10.1556/650.2018.31121>
23. Patel A.R. (2017): Probiotic fruit and vegetable juices- recent advances and future perspective. *International Food Research Journal* 24(5): 1850-1857, (2).pdf (upm.edu.my)
24. Pitlik E.: A probiotikumok (Anonymus Kiadó 2007)
25. Plasek, B., Lakner Zoltán, Kasza Gyula, Temesi Ágoston, 2020 , Consumer Evaluation of the Role of Functional Food Products in Disease Prevention and the Characteristics of Target Groups (2019), *Nutrients* 12 (1), 69; <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/1/69>, <https://doi.org/10.3390/nu12010069>
26. Roberfroid M., G. R. Gibson, L. Hoyles, A. L. McCartney, R. Rastall, I. Rowland, D. Wolvers, B. Watzl, H. Szajewska, B. Stahl, F. Guarner, F. Respondek, K. Whelan, V. Coxam, M.-J. Davicco, L. Léotoing, Y. Wittrant, N. M. Delzenne, P. D. Cani, A. M. Neyrinck and A. Meheust (2010): Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *British Journal of Nutrition* 104,pp.S1 - S63
DOI:<https://doi.org/10.1017/S0007114510003363>
27. Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance, *A review Appetite* 51 (november 2008)3.,456-467.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666308004923>
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>
28. Swain M.R., M. Anandharaj, R. Ch. Ray, R.P. Rani (2014): Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics. *Hindawi Publishing Corporation Biotechnology Research International*: 2014, Article ID 250424, 19
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/250424>

29. Ta Phuong L. (2021): Evaluation of different microencapsulation techniques for improving the functional effectiveness of probiotic-containing foods (Doctoral (Ph.D.) dissertation)
30. Temesi Á., Bacsó Á., K. G. Grunert, Lakner Z. (2019): Perceived Correspondence of Health Effects as a New Determinant Influencing Purchase Intention for Functional Food. *Nutrients* 2019, 11, 740;
<https://www.mdpi.com/2072-6643/11/4/740>,
<http://dx.doi.org/10.3390/nu11040740>
31. Tritphati M.K., S.K. Giri (2014): Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods* 9 (2014.) 225-241.,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>
32. Varghese N., Soumya K.K. Aswathy C., Divya B. and Joy P.P. (2016): Microbiological and chemical testing of food items. Pineapple Research Station; Chapter 77. Microbiological and chemical testing of food items.pdf - Google Drive
33. Verbeke, W. (2005). Consumer acceptance of functional foods: sociodemographic, cognitive and attitudinal developments. *Food Quality and Preference*, 16, (1) 45-57.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.01.001>
34. Wittmann V. (2016): Különböző C: N arányok hatása a probiotikus baktériumokkal fermentált déligyümölcslevelek összetételére
35. Internet 1.: <http://www.okostanyer.hu/> <https://mdosz.hu/uj-taplalkozasi-ajanlasok-okos-tanyer/>
36. Internet 2.: Vitaminbank.hu (2015): Déligyümölcsök
<https://vitaminbank.hu/deligyumolcsok/#3>
37. Internet 3.: <https://www.xn--kalriaguru-ibb.hu/kaloriatablázat/mango-kaloria.php>

38. Internet4.:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.testbericht.de%2Fserien%2F3789-rauch-happy-day&psig=AOvVaw3_NLWDi31ZjNP6B33HyhIV&ust=1609708980946000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTClIPz9WX_u0CFQAAAAAdAAAAABAE

39. Internet 5.:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fscientificservices.eu%2Fitem%2Fmettler-toledo-sevenmulti-ph-meter-with-electrode-inlabR-413%2F1191&psig=AOvVaw0Lq1Dr3jeTPEnBCvGhPyyR&ust=1609709195783000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCOjawa-Y_u0CFQAAAAAdAAAAABAD

40. Internet 6.:

<https://www.akribis.co.uk/sigma-1-15-centrifuge>

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, konzulensemnek Dr. Bujna Erika egyetemi docensnek a dolgozatom elkészítéséhez nyújtott támogatásáért és útmutatásáért. Segítségével és hasznos tanácsaival nagymértékben hozzájárult szakdolgozatom elkészítéséhez.

Boda Ramóna Szakdolgozat

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Boda Ramóna**(név) **Élelmiszermérnök BSC, levelező tagozat** (szak, tagozat) kijelentem, hogy a **Probiotikus mangó ital előállítása és bifidobaktériumok életképességének vizsgálata** című szakdolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

Budapest, 2022.04.19.



a hallgató aláírása

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A szerző neve: **Boda Ramóna**

A dolgozat címe: **Probiotikus mangó ital előállítása és bifidobaktériumok életképességének vizsgálata**

A megjelenés éve: 2022.

A tanszék neve: Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom.

A leadott dolgozat, mely védett, a szerző nevének vízjelével ellátott pdf dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a SZIE Budai Campus Igazgatóság Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába.

A dolgozat bibliográfiai leírása az Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár elektronikus katalógusából érhető el: <http://opac.szie.hu/entzferenc/>. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

A Nyilatkozat a dolgozat adatainak megadásával érvényes, melyet az elektronikus hordozóval együtt leadok.

Budapest, 2022.04.19.



a szerző aláírása