

SZAKDOLGOZAT

FENYVESI BEÁTA SZAKDOLGOZAT

Fenyvesi Beáta

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék



Probiotikus *Lactobacillus* törzsek életképességének vizsgálata fermentált vegyes gyümölcslevekben

Fenyvesi Beáta

Budapest

2023

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

Szak neve: BSc Biomérnöki

Modul neve: Alkalmazott biotechnológiai

Modul szerinti tanszék: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Szakedolgozat készítés helye: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Hallgató: Fenyvesi Beáta


A szakedolgozat címe:

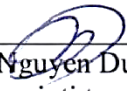
Probiotikus *Lactobacillus* törzsek életképességének vizsgálata fermentált vegyes gyümölcslevekben

Konzulens: Dr. Bujna Erika, egyetemi docens

Beadás dátuma: 2023. április 28.


szakedolgozat készítés helyének vezetője
Dr. Nguyen Duc Quang


konzulens
Dr. Bujna Erika


Dr. Nguyen Duc Quang
modul szerinti tanszék vezetője

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
2. KÍSÉRLETI CÉLKITŰZÉSEK	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
3.1. Funkcionális élelmiszerek.....	4
3.2. Probiotikumok.....	5
3.3 Prebiotikumok.....	10
3.4. Szinbiotikumok.....	12
3.5. Nem tejalapú probiotikus készítmények.....	13
3.5.1. A gyümölcslevek jellemzői.....	14
3.5.2. Gyümölcsök tejsavas fermentációja	16
3.5.4. Gyümölcs alapú probiotikus termékek előállításának korlátai	16
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	18
4.1. Felhasznált mikroorganizmusok.....	18
4.2. Felhasznált tápközegek.....	18
4.3. Alkalmazott prebiotikum	19
4.4. Gyümölcs alapú tápközegek.....	19
4.5. A tolerancia vizsgálatok során alkalmazott oldatok	20
4.6. Alkalmazott módszerek	20
4.6.1. A vegyes gyümölcslé fermentációja	20
4.6.2. pH mérés	20
4.6.3. Baktériumok sejtszámának meghatározása.....	20
4.7. Tárolási kísérlet.....	21
4.8. Tolerancia vizsgálat.....	21
4.9. Szerves sav és szénhidrát tartalom meghatározása HPLC segítségével.....	21
4.10. Érzékszervi vizsgálat.....	22
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	23
5.1. Vegyes gyümölcslé fermentálhatóságának vizsgálata különböző <i>Lactobacillus</i> törzsekkel	23
5.1.1. A pH értékek és a sejtszám alakulása 1%-os inokulum tenyésztéssel történő beoltás esetén	23
5.1.2. A pH értékek és a sejtszámok alakulása 5%-os inokulum tenyésztéssel történő beoltás esetén	25
5.1.3. Szénhidrát- és szerves sav tartalom alakulása 5%-os inokulum tenyésztéssel történő beoltást és 24 órás fermentációt követően.....	27

5.2. <i>Ligilactobacillus salivarius</i> HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsle tolerance vizsgálata	28
5.3. <i>Ligilactobacillus salivarius</i> HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsle tárolási kísérlete	31
5.3.1. Szobahőmérsékleten történő tárolás hatása a pH és a sejtszám alakulására, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változásra	31
5.3.2. Hűtött körülmények között történő tárolás hatása a pH és a sejtszám alakulására, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változásra	34
5.4. Érzékszervi vizsgálat eredményei	38
6. ÖSSZEFOGLALÁS	40
7. FELHASZNÁLT IRODALOM	43

FENYVESI BEÁTA SZAKDOLGOZAT

1. BEVEZETÉS

Napjainkban az emberek egyre nagyobb figyelmet fordítanak az egészségmegőrzésre, hiszen a nem megfelelő életmód, a stressz és a folyamatos leterheltség káros hatással van a szervezetre és megnöveli különböző betegségek kialakulásának a kockázatát. Emiatt a fogyasztók egyre jobban odafigyelnek az egészséges táplálkozásra, ennek következtében megnövekedett az igény a különböző funkcionális élelmiszerek iránt, melyek amellet, hogy táplálóak, jótékony élettani hatást fejtenek ki a szervezetre. Így a funkcionális élelmiszerek váltak az egyik leggyorsabban fejlődő élelmiszeripari területté.

A funkcionális élelmiszerek közé sorolhatók a probiotikus termékek. A probiotikumok olyan számos kedvező fiziológiai hatást biztosító, élő mikroorganizmusok, amelyek képesek átvészelni a gyomor-bélrendszeren történő áthaladást, majd meg tudnak telepedni a vastagbélben, ezáltal kedvelt összetevői a fermentált funkcionális élelmiszereknek. Azonban ezek a termékek főként tejalapú készítmények, amely problémát jelent a tejtermékek magas koleszterintartalma miatt, illetve azok számára akik laktóz intoleranciában és tejfehérje allergiában szenvednek vagy nem fogyasztanak állati eredetű termékeket. Így megnövekedett a kereslet növényi alapú probiotikus készítmények kifejlesztése iránt. Azáltal, hogy a gyümölcslevek nem tartalmaznak sem koleszterint, sem laktózt, sem pedig tejfehérjét, ideális alternatívát jelentenek azok számára, akik nem fogyaszthatnak tejalapú készítményeket.

Gyümölcsökben gazdag étrenddel számos krónikus betegség, például az elhízás, a rák, a szív- és érrendszeri problémák és a neurodegeneratív betegségek kialakulása megelőzhető. Amellet, hogy egészségesek, az emberek ízletességük miatt is szívesen fogyasztják a gyümölcsöket. A gyümölcslevek megfelelő tápközeget jelenthetnek a probiotikumok számára, hiszen magas a cukortartalmuk, valamint gazdagok antioxidánsokban, ásványi anyagokban, rostokban, vitaminokban és egyéb tápanyagokban.

Ahhoz, hogy a probiotikummal dúsított gyümölcsle probiotikus terméknek tekinthető legyen a sejteknek képesnek kell lenniük megfelelő mértékben elszaporodni és életben maradni a tápközegben, amelyet a gyümölcslevek alacsony pH-ja és nagy szerves sav tartalma jelentősen befolyásol. A sejtek túlélését elősegítheti prebiotikum adagolása gyümölcslevekhez, amely védőhatást fejt ki és szelektív növekedési szubsztrátként szolgál a jótékony baktériumok számára. Fontos szempont a gyümölcsalapú probiotikus készítmények érzékszervi minősége is, különösen az íze. A különböző gyümölcsök

kombinálásával új, egyedi ízek alakíthatók ki, valamint a tejsavas fermentáció is befolyásolja az aromaprofil.

A fentiekben taglaltak alapján a szakdolgozatomban alma-, meggy- és szilvale keverékből álló gyümölcsle probiotikus *Lactobacillus* törzsekkel történő fermentálhatóságának, valamint a sejtek túlélőképességének vizsgálatát tűztem ki célul.

FENYVESI BEÁTA SZAKDOLGOZAT

2. KÍSÉRLETI CÉLKITŰZÉSEK

Az emberek egyre nagyobb figyelmet fordítanak az egészséges táplálkozásra, így növekszik az érdeklődés olyan termékek iránt, amelyek mellett, hogy ízletesek és táplálóak egészségügyi előnyöket is biztosítanak. Ilyenek a probiotikumokat tartalmazó készítmények, amelyek közül egyre elterjedtebbek a növényi alapú termékek, mivel ezek megfelelő alternatívát jelentenek azok számára, akik nem fogyasztanak tejtermékeket, mert laktóz intoleranciában vagy tejfehérje allergiában szenvednek, illetve vegán étrendet folytatnak.

Nagy tápanyag- és cukortartalmuk miatt a gyümölcslevek megfelelő tápközeget jelentenek a probiotikumok számára. Emellett a különböző gyümölcslevek igen kedveltek fogyasztók körében, hiszen egészségesek, kellemes ízűek és rendkívül nagy kínálat közül lehet választani.

Ezek alapján a kutatómunkám céljával tűztem ki:

- Alma-, meggy- és szilvalé keverékből álló vegyes gyümölcsleves fermentálhatóságának vizsgálatát különböző *Lactobacillus* törzsekkel az inokulum koncentráció függvényében
- A kiválasztott *Lactobacillus* törzs túróképeségének megfigyelése tolerancia vizsgálat során
 - prebiotikum hozzáadásával illetve anélkül
- Különböző körülmények között történő tárolás során a törzs túlélőképességének vizsgálata
 - szobahőmérsékleten és hűtött körülmények között
 - prebiotikum hozzáadásával illetve anélkül
- A kísérletek során a pH és a sejtszám alakulásának, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változásának végig követése

Munkám során kísérleteimet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Biomérnök és Erjedéstechnológiai Tanszékén végeztem.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Funkcionális élelmiszerek

A felgyorsult világ, a civilizációs betegségek terjedése és a fogyasztói igények változása új kihívások elé állítja az élelmiszeripart. A stressz, a leterheltség, a mozgásszegény életmód és a nem megfelelő táplálkozási szokások mind kedvezőtlen hatással vannak az emberi szervezetre. Ennek következtében az emberek egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak az egészséges táplálkozásnak, és megnövekedett a kereslet olyan termékek iránt, amelyek az ízletesség és alapvető funkciójuk mellett további táplálkozásbiológiai előnnyel rendelkeznek. Ilyen élelmiszerek a funkcionális élelmiszerek (Barcs & Jenes, 2017; Fenyvessy et al., 2008).

A „funkcionális élelmiszer” kifejezés Japánból származik, ahol már az 1980-as évek óta foglalkoznak ilyen termékek fejlesztésével, melyek 1991-ben „Food for Specified Uses” (FOSHU) néven jogi státuszt kaptak. A funkcionális élelmiszernek nincs egyezményes definíciója, számos megfogalmazása létezik. Európában (FUFOSE-Group) az 1999-es meghatározás alapján azok a termékek tartoznak a funkcionális élelmiszerek közé, amelyek a megfelelő táplálkozásélettani hatásokon túl, kimutatható pozitív élettani hatást fejtenek ki a szervezetre. Fogyasztásukkal kiegyensúlyozottabb testi-lelki közérzet és jobb egészségi állapot érhető el. Klinikai és epidemiológiai vizsgálatok alapján a funkcionális élelmiszerek számos jótékony egészségügyi hatással rendelkeznek. Serkentik az immunrendszert, csökkentik az elhízás és a daganatok kialakulásának kockázatát, elősegíti a szív és a gyomor-bélrendszer egészségi állapotának javulását, valamint gyulladás- és vérnyomáscsökkentő hatásúak (Bartal, 2015; Grajek et al., 2005; Stanton et al., 2001; Vukasović, 2017).

Napjainkban a legfontosabb és leggyakrabban alkalmazott vegyületek funkcionális élelmiszerek esetén a vitaminok, a növényi antioxidánsok, a probiotikumok, a prebiotikumok és a kalcium. Számos követelménynek kell megfelelniük, a funkcionális élelmiszereknek többek közt kedvezően kell befolyásolniuk az egészséget és nem forgalmazhatók por, kapszula vagy tablettá formájában. Továbbá a funkcionális összetevő nem csökkentheti az élelmiszer tápértékét, természetes eredetűnek, valamint analitikai módszerekkel mérhetőnek és kémiai és/vagy fizikai tulajdonságokkal jellemezhetőnek kell lennie. A funkcionális élelmiszer kategóriába tartozhatnak alapvető, természetes táplálékok, ezek nagy mennyiségű bioaktív anyagot tartalmaznak eredendően. Emellett olyan élelmiszerek, amelyekből valamilyen komponenst eltávolítottak (például allergént) vagy amelyekhez valamilyen komponenst hozzáadtak. Ezenfelül olyan ételek, amelyek esetén egy

vagy több összetevőt módosítottak, vagy amelyekben a biológiai hozzáférhetőség módosult, illetve ezek kombinációja (Grajek et al., 2005; Henry, 2010; Madai, 2008; Vass et al., 2008).

A funkcionális élelmiszerek lehetnek növényi és állati eredetűek. A növények bioaktív vegyületei az ún. fitokemikáliák, amelyek közé tartoznak például a flavonoidok, a fitoösztrogének és a glükozinolátok. A fitokemikáliák szerepet játszanak a növények illatának, ízének, valamint színének kialakításában is. Az állati eredetű védőhatású vegyületeket zookemikáliáknak nevezik, ide sorolható például az omega-3 és omega-6 zsírsavak, valamint a konjugált linolsav. A növények bioaktív komponenseinek kinyerésében, valamint a probiotikumok és prebiotikumok előállításában jelentős szerepet játszanak az enzim- és fermentációs technológiák, génszérum segítségével pedig növelhető bioszintézisük hatékonysága. A biotechnológia központi szerepet tölt be a funkcionális élelmiszerek előállításában, amely során hagyományos biotechnológiai módszereket alkalmaznak, mivel az élelmiszeripari vállalatok azokat részesítik előnyben, valamint az Európai Unióban nem elfogadják a genetikailag módosított élelmiszerek (Grajek et al., 2005; Fenyvessy et al., 2008; Romero et al., 2019).

3.2. Probiotikumok

A bélmikrobióta az emlősök béltraktusában élő mikroorganizmusok alkotta bonyolult, sokszínű és dinamikusan változó közösség, amely szoros kapcsolatban van a gazdaszervezettel és olyan nem patogén baktériumokból vagy élesztőgombákból áll, melyek képesek életben maradni a gyomor-bélrendszerben. Egy felnőtt egyén bélmikrobióta körülbelül 300-500 különböző mikrobafaj alkotja, melyek együttes tömege 1-1,5 kg. Legnagyobb mennyiségben a vastagbélben fordulnak elő mikrobák, amelyek összmennyisége meghaladhatja a 10^{12} TKE/g-ot. A bélcsatornában előforduló baktériumok fajtája és mennyisége alkotja az egyénre jellemző bakteriális „ujjlenyomatot”, amely korai gyermekkorban jön létre. Születéskor a csecsemők bélrendszere még steril, majd a szülést követően kezd el kialakulni a belek mikroorganizmus összetétele, amelyben nagy jelentősége van az anyatejnek. A bélmikrobióta fontos szerepet játszik a bélnyálkahártya sejteinek védelmében, speciális fehérjék termelésével vagy közvetlenül akadályozza meg az idegen baktériumok kolonizációját, biztosítja a szükséges tápanyagok megfelelő felszívódását, valamint támogatja az immunrendszer működését. A hámszövet, az immunrendszer és a bélnyálkahártya mellett a bélmikrobióta is részét képezi a test természetes védelmi rendszerének (Csiki, 2008; Demeter, 2006; Pop et al. 2019).

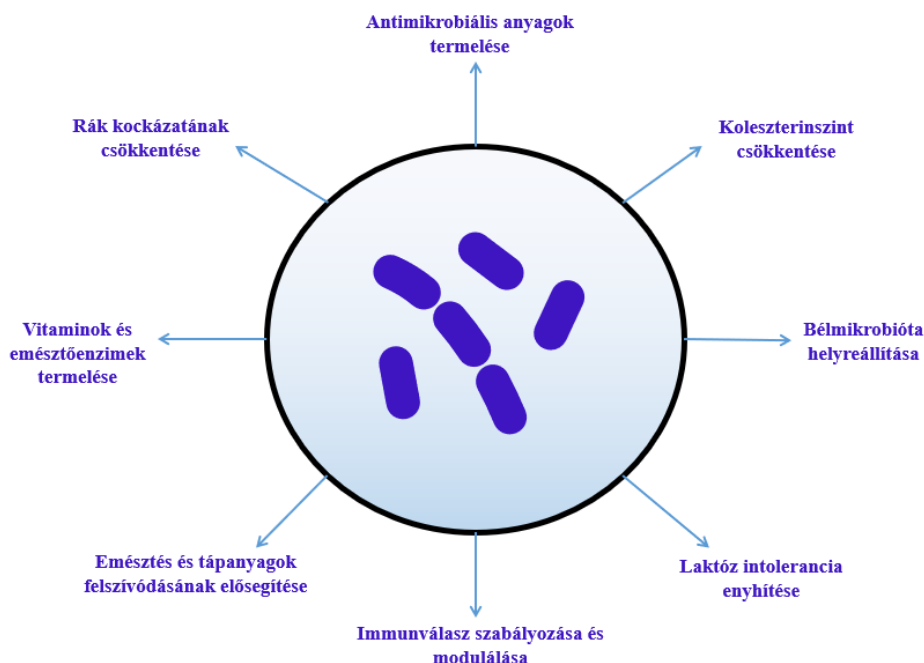
A FAO/WHO definíciója alapján, a probiotikumok olyan élő mikroorganizmusok, amelyek megfelelő mennyiségben fogyasztva egészségügyi előnyöket biztosítanak a gazdaszervezet számára. Az elnevezés a pro és bios szavakból származik, amelynek jelentése „életért”. Jótékony hatásukat a tudósok több mint egy évszázada ismerik és vizsgálják, azonban már az Ószövetségben is történik említés olyan élelmiszerek hatásáról, amelyek az egészség szempontjából hasznos baktériumokat tartalmaznak, miszerint „Ábrahám hosszú életét a savanyított tej fogyasztásának köszönhetően” (Csiki, 2008; Demeter, 2006; Vasiljevic & Shah, 2008).

A legtöbb esetben alkalmazott probiotikus baktériumok a tejsavbaktériumok heterogén csoportjába (például *Lactobacillus* nemzetség) és a *Bifidobacterium* nemzetségbe tartoznak. A probiotikumok túlélnek a gyomorsav, az epesavak és az emésztőenzimek pusztító hatását, majd képesek megtapadni a vastagbél falán és ott elszaporodni. A különböző probiotikus törzsek más-más tulajdonságokkal és képességekkel rendelkeznek, ezért alkalmazásuk előtt fel kell térképezni a törzsek, illetve kombinációik hatásait (Csiki, 2008; Szakály, 2004; Tamang et al., 2016).

A probiotikumok számtalan kedvező fiziológiai hatása is nagyon törzsspecifikus. Nincs olyan probiotikus törzs, amely valamennyi előnyt biztosítaná. Enyhítik a gyomor-bélrendszeri megbetegedések tüneteit, valamint segítségükkel megelőzhető és kezelhető az antibiotikum kúrával összefüggésben kialakuló hasmenés, helyreállítják a bélmikrobiótát. Részt vesznek egyes vitaminok és emésztőenzimek termelésében, illetve csökkentik a bél pH-ját. A probiotikumok kompetícióval, a virulencia faktor expressziójának gátlásával és/vagy antimikrobiális anyagok, például szerves savak, bakteriocinek, hidrogén-peroxid, gombaellenes peptidok és zsírsavak előállításával gátolni tudják a *Helicobacter pylori* és egyéb bélkórokozók bélhámon való megtapadását és kolonizációját. Ennek köszönhetően természetes alternatívát jelenthetnek az antibiotikum rezisztencia okozta problémára. Enyhítik a laktóz intoleranciát, csökkentik a koleszterinszintet és biztosítják a nyálkahártya sértetlenségét. Ha a gyomor-bél traktusban egyensúlyhiány lép fel - stressz, gyógyszerek fogyasztásának, az étrend vagy bizonyos klinikai beavatkozások hatására - probiotikumok segítségével javítható a bél mikrobiális egyensúlya. Emellett hozzájárulnak a táplálék megfelelő emésztéséhez és segítik a tápanyagok felszívódását. Fontos szerepet töltenek be az immunválasz szabályozásában, fenntartásában és modulálásában, az allergia megelőzésében és kezelésében. Csökkentik a rák kialakulásának kockázatát is. Szimbiotikus kapcsolat jön létre a probiotikum és a gazdaszervezet között, amely a jótékony hatásokért cserébe táplálékot és biztonságos élőhelyet szolgáltat a sejteknek. (Grajek et al., 2005;

Kleerebezem et al., 2010; Lilo-Pérez et al., 2021; Maurya et al., 2021; Pop et al., 2019; Stanton, et al., 2001; Vasiljevic & Shah, 2008)

A probiotikumok által biztosított kedvező hatásokat az **1.ábrán** összegeztem:



1.ábra: A probiotikumok kedvező fiziológiai hatásai

A probiotikumok gyakori, kedvelt összetevői a fermentált funkcionális élelmiszereknek. Élettani hatásaik mellett hatással lehetnek a termék állagára, ízére és tápértékére is. Más starterkultúrákhoz hasonlóan általában fagyaszttva szárított probiotikus tenyészeteket használnak a beoltáshoz. Probiotikumok ma már kereskedelmi forgalomban kaphatók joghurtban, tejben, fagylaltban, gyümölcslevekben és zab alapú termékekben is, melyek főként *Lactobacillus* és *Bifidobacterium* törzseket tartalmaznak (Tamang et al., 2016; Vasiljevic & Shah, 2008).

A probiotikus törzseknek meg kell felelniük funkcionális, technológiai és biztonsági kritériumoknak, hogy kereskedelmi forgalomba hozhatóak legyenek. Nem lehetnek patogének, meg kell őrizniük genetikai stabilitásukat és nem adhatnak át antibiotikum rezisztencia géneket más mikroorganizmusoknak. Csak kis mennyiségű biogén amint termelhetnek és nem idézhetnek elő D-tejsav acidózist. Továbbá meg kell akadályozniuk a fertőzések kialakulását és meg kell kötniük a karcinogén anyagokat. Elvárás velük szemben, hogy nem termelhetnek hemolitikus és toxikus anyagokat, valamint nem válhatnak ki mellékreakciókat (Grajek et al, 2005; Szakály, 2004).

A törzsek kiválasztásánál fontos szempont, hogy azok képesek legyenek átvészelni az élelmiszergyártási folyamatot, a tárolást és a gyomor-bélrendszeren keresztül történő áthaladást. Abban az esetben tekinthető a termék probiotikusnak, amennyiben a sejtkoncentráció meghaladja a 10^6 TKE/ml-t vagy TKE/g-ot. A kedvező hatás kifejtéséhez szükséges minimális sejtkoncentráció függhet az alkalmazott törzstől és az élelmiszertől is. A probiotikumok túlnyomórészt érzékenyek a környezeti feltételekre, például befolyásolja életképességüket a hőmérséklet, a pH, a vízaktivitás és a redoxpotenciál. Magas hőmérséklet esetén mikrobiális aktivitásuk és növekedésük módosul, amennyiben pedig alacsony hőmérsékletnek vannak kitéve csökken az anyagcseréjük, gátlódik a szaporodás. A savas közeg károsíthatja a fehérjéket, a sejtmembránt és a DNS-t, ezért fontos feltétel a probiotikus törzs kiválasztásánál, hogy képes legyen átvészelni a gyomorban uralkodó alacsony pH-t. Emellett a vékonybélben ellen kell állnia emésztőenzimeknek és az epének. Az élelmiszermatrixba történő beépülés megóvhatja a sejteket a kedvezőtlen gyomor-bélrendszeri körülményektől, ugyanakkor a probiotikum tartalmú termékeknél fontos befolyásoló tényező a baktériumok életképessége szempontjából a cukor koncentráció, a tápanyagok és növekedésserkentők elérhetősége, az inhibitorok jelenléte, a fermentáció hossza és az oldott oxigén koncentráció vagy az oxigén permeáció. Egyelőre az élelmiszerek közül a tejtermékek játszanak legnagyobb szerepet a probiotikumok szervezetbe juttatásában, mivel megfelelő körülményeket tudnak biztosítani a sejtek számára magas pufferkapacitásuknak köszönhetően. Másrészt a tej alkotórészei védelmet nyújtanak az emésztőrendszeren való áthaladás során (Grajek et al., 2005; Lilo-Pérez et al., 2021; Pop et al., 2019; Stanton et al., 2001; Vasiljevic & Shah, 2008).

Ahhoz, hogy a probiotikumok ki tudják fejteni jótékony hatásukat, aktív és életképes formában kell eljutniuk a vastagbélbe, ahol a kolonizálódás mellett meg kell akadályozniuk a kórokozók elszaporodását egyaránt (Szakály, 2004; Vasiljevic & Shah, 2008). Azonban egyre több kutatás folyik a posztbiotikumokkal kapcsolatban, amelyek élettelen vagy inaktivált probiotikus mikroorganizmusokból és/vagy komponenseiből (pl.: sejtalkotók, specifikus enzimek, szerves savak) álló készítmények, melyek ugyancsak egészségügyi előnyöket biztosítanak a gazdaszervezet számára és nem igényelnek szigorú gyártási vagy tárolási körülményeket (Bourebaba et al., 2022; Chaney et al., 2023).

***Lactobacillus* nemzetség**

A *Lactobacillus* nemzetség a tejsavbaktériumok legnépesebb nemzetsége. Nagy fiziológiai és genetikai változatosság jellemzi őket. A *Lactobacillus* nemzetség tagjai pálcika

alakú, nem spóráképző és nem pigmentált, Gram-pozitív, fakultatív anaerob és kataláz negatív baktériumok. Energiaigényüket fermentálással fedezik, amely eredményeként tejsav képződik, citromsav ciklusuk nem teljes. (Deák et al., 2006; Dempsey & Corr, 2022; Kumar & Kumar, 2015; Kleerebezem et al., 2010). Az erjesztési mód alapján 3 csoportba sorolhatók. Lehetnek obligát homofermentatívok (pl.: *Lactobacillus acidophilus*), fakultatív heterofermentatívok (pl.: *Lacticaseibacillus casei*) vagy pedig obligát heterofermentatívok (pl.: *Limosilactobacillus fermentum*). Az obligát homofermentatív *Lactobacillus* fajok tejsavat termelnek a szénhidrát metabolizmus végtermékeként. Míg a fakultatív heterofermentatív *Lactobacillus*-ok csak bizonyos körülmények között, addig az obligát heterofermentatívok mindig állítanak elő a szénhidrátok erjesztése során a tejsav mellett etanolt vagy ecetsavat és CO₂-t melléktermékként (Deák et al., 2006; Dempsey & Corr, 2022; Mejia-Gomez & Balcazar, 2020). Az aerob légzést serkentheti menakinon és/vagy hem jelenléte, amely megemelkedett biomassza képződéshez vezet egyes *Lactobacillus* fajok esetén, savképződés nélkül. A legtöbb tejsavbaktérium mezofil, amelyek számára a 35°C és 39°C közötti hőmérséklet az optimális, azonban izoláltak már termofil és pszichrofil törzseket is. Az alacsony pH kedvező számukra, acidofil szervezetek. Természetes előfordulási helyük a növények, valamint az emberi és állati szervezet, amelyekre többségük ártalmatlan, kölcsönösen előnyös kapcsolat alakul ki közöttük. Fontos részét képezik a női nemi szervnek és az emésztőrendszernek, beleértve a szájüreget is (Deák et al., 2006; Dempsey & Corr, 2022; Kleerebezem et al., 2010; Mojikon et al., 2022).

A *Lactobacillus* nemzetség az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóságtól QPS (Qualified Presumption of Safety), míg az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatalától GRAS (Generally Recognized As Safe) státuszt kapott, ezáltal felhasználhatók élelmiszeripari célokra. A nemzetség tagjait széles körben alkalmazzák fermentált élelmiszerek, alkoholos italok, kovász és siló előállítására starter kultúráként. A kutatók nagy hangsúlyt fektetnek a *Lactobacillus* fajok és az emberi szervezet közötti kölcsönhatások tanulmányozására és tulajdonságaik alapján számos közülük probiotikumként forgalmazható. A vizsgálatok szerint az általuk nyújtott egészségügyi előnyök igen faj- és törzsfüggőek (Dempsey & Corr, 2022; Kumar & Kumar, 2015).

A *Lactobacillus* fajok tejsav termelésével csökkentik a pH-t, amely megakadályozza bizonyos patogének szaporodását, valamint károsítja a Gram-negatív baktériumok, például a *Pseudomonas aeruginosa* és az *Escherichia coli* O157:H7 külső membránját, amelyek így védtelenebbé válnak az antimikrobiális molekulákkal szemben. Annak ellenére, hogy a *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG az egyik legtöbbször vizsgált törzs, a kereskedelmi

termékekben legfőképp *Lactobacillus acidophilus*-t használnak. A *Lactiplantibacillus plantarum* törzsek bakteriocint állítanak elő, amelyek gátolják az élelmiszer eredetű és a romlást okozó baktériumok elszaporodását, így alkalmazzák a kémiai tartósítószer használat csökkentésének céljából is az élelmiszergyártásban. A *Lactobacillus*-ok elősegíthetik az oxidatív stressz csökkentését antioxidánsok, például glutation termelésével (Dempsey & Corr).

Az **1.táblázatban** *Lactobacillus* fajokat jellemeztem egészségügyi előnyeik alapján:

1.táblázat: Néhány *Lactobacillus* faj és egészségügyi előnyeik (Maurya et al., 2021 nyomán)

Faj	Egészségügyi előny
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Gátolja a kórokozók (pl.: <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida albicans</i>) növekedését lactocidin és acidophilin termelésével, valamint fokozza az immunitást
<i>Ligilactobacillus salivarius</i>	Gátolja a nemkívánatos mikrobák elszaporodását a szájban, elengedhetetlen a száj egészségéhez
<i>Lactocaseibacillus casei</i>	Támogatja az immunrendszert és nyugtatja a bélmozgást
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Fokozza a kalcium felszívódását, L-lizint (vírusellenes aminosav) és laktolint (antibiotikum) termel
<i>Limosilactobacillus reuteri</i>	Támogatja a száj, az immunrendszer és az emésztőrendszer egészségét
<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	Laktóz intolerancia esetén előnyös a csecsemők és idősek számára, valamint védi a vékonybelet

3.3 Prebiotikumok

A prebiotikumok olyan tápanyagok, amelyek változatlan formában jutnak el a vastagbélbe, ahol szelektív növekedési szubsztrátként szolgálnak a jótékony hatású baktériumok - bifidobaktériumok és a probiotikus tejsavbaktériumok - számára, így fontos szerepet játszanak a bél kiegyensúlyozott és egészséges mikroorganizmus összetételének biztosításában. Egyre nagyobb figyelmet fordítottak az elmúlt években az emberi egészségre gyakorolt hatásuk tanulmányozására. Glenn Gibson és Marcel Roberfroid 1995-ben meghatározott definíciója alapján, a prebiotikum olyan „nem emészthető élelmiszer-összetevő, amely szelektíven serkenti egy vagy korlátozott számú jótékony hatású baktérium növekedését és/vagy aktivitását a vastagbélben, és ezáltal javítja a gazdaszervezet egészségét”. Amellett, hogy táplálják a bélmikrobiótát, rövid szénláncú zsírsavak a bomlástermékeik, amelyek bekerülnek a vérkeringésbe, ezáltal a gyomor-bélrendszer mellett más szervekre is kifejtik kedvező hatásukat (Csiki, 2008; Davani-Davari et al., 2019; Deák et al., 2006; That et al., 2022).

A prebiotikumok közé tartoznak a polioloak, az oligoszacharidok és az oldható rostok. Az oligoszacharidokat tekintik a prebiotikumok fő forrásának, ezek különböző polimerizációs fokú, 3-10 monomerből álló cukrok. Közéjük sorolhatók például a frukto-oligoszacharidok (FOS), a galakto-oligoszacharidok (GOS), az inulin és az oligofruktóz (OF) (Mohanty et al., 2018). Prebiotikumok természetes formában megtalálhatóak például a cikóriában, a gabonafélékben, a fokhagymában, a banánban, a mézben és a tejtartalmú élelmiszerekben (Polgár, 2004; Szakály, 2004; That et al., 2022). Emellett több mint 130 laktózból származtatható oligoszacharid található az anyatejben, melyek támogatják a bifidobaktériumok szaporodását a csecsemők vastagbelében és ezeket az összetevőket a tehéntej csak nyomokban tartalmazza (Csiki, 2008; Mohanty et al., 2018). A prebiotikus oligoszacharidok előállíthatók mikrobák általi szintézissel, növényi anyagokból történő extrakcióval, illetve poliszacharidok enzimatis hidrolízisével. Az ipari úton por vagy szirup formájában létrehozott készítmények forgalmazhatók kiegészítőként vagy beépíthetők élelmiszerekbe. A prebiotikumok hosszabb eltarthatóságot biztosítanak és kevésbé teszik lehetővé az élelmiszerek kiszáradását. Továbbá kiegyensúlyozottabb tápanyagösszetételt és jobb érzékszervi minőséget biztosítanak (Grajek et al., 2005; Mohanty et al., 2018). Például a prebiotikumokat sütőipari termékekben zsír- és cukorhelyettesítőként használják, illetve tejtermékekhez és italokhoz adagolva javítják azok textúráját és reológiai jellemzőit (Hurtado-Romero et al., 2020). A velük szemben támasztott követelmények közé tartozik, hogy ellen kell állniuk a gyomorban uralkodó savas pH-nak, nem hidrolizálódhatnak és nem szívódhatnak fel a gyomor-bélrendszer felső szakaszán. Prebiotikus funkcionális élelmiszerek lehetnek például kenyerek, sütemények, tészták, joghurtok vagy gyümölcslevek (Csiki, 2008; Davani-Davari et al., 2019; Mohanty et al., 2018).

A prebiotikumok fogyasztása számos egészségügyi előnnyel jár. Táplálékkal és tápanyaggal látják el bélmikrobiótát, ennélfogva segítik a bél egészségének fenntartását. Védelmet nyújtanak számos patogén baktérium, mint például *Escherichia coli* és *Salmonella enterica* ellen. A prebiotikumok fermentációja során képződő metabolitokat (pl.: vajsav, propionsav, tejsav) a bél bakteriális összetétele és a prebiotikumok szerkezete szabja meg. A rövid szénláncú zsírsavak csökkentik a vastagbél pH-ját, amely hozzájárul az enteropatogének kolonizációjának gátlásához, illetve segítik a fehérjeszintézist és serkentik a kriptasejtek növekedését. A vajsav befolyásolja a bélhám fejlődését, míg a propionsav a Th2 sejtekre, valamint a csontvelőben lévő dendritikus sejtekre van hatással. Azáltal, hogy a rövid szénláncú zsírsavak a vérkeringésbe juthatnak az enterocitákon keresztül, a

prebiotikumok a gyomor-bélrendszeren kívül más szervekre is befolyást gyakorolhatnak. A galakto-oligoszacharidok kompetitív módon megakadályozhatják a kórokozók bélhámon történő megtapadását úgy, hogy az enterocita felszínén elfoglalják a patogének kötőhelyét, emellett a virulencia faktorok represszoraként is működnek, mivel egyes káros baktériumokban elnyomják a génexpressziót (Mohanty et al., 2018). A prebiotikumok rákellenes hatással is rendelkeznek. Például a GOS fermentációja során képződő butirát gátolja a vastag- és végbélrák kialakulását az apoptózis indukálásával és a méregtelenítésben közreműködő enzimek expressziójának fokozásával (Davani-Davari et al., 2019). Fontos szerepet játszanak az immunrendszer modulálásában és elősegítik az ásványi anyagok felszívódását. A prebiotikumok részt vállalnak a szív-és érrendszeri betegségek megelőzésében, mivel csökkentik az LDL-koleszterin szintet és növelik a HDL-szintet. Hiperlipidémia ellen is eredményesnek bizonyult a FOS (Mohanty et al., 2018). A gyomor-bélrendszer a „bél-agy tengelyen” keresztül áll kapcsolatban a központi idegrendszerrel. A prebiotikumok közül a FOS és a GOS szabályozó hatással vannak a szinaptikus fehérjékre és a neurotranszmitterekre, illetve megfigyelték, hogy a prebiotikumok a neurológiai funkciókon kívül a memóriát, a hangulatot és egyes pszichiátriai zavarokat is befolyásolhatnak a bélmikrobióta összetételének és/vagy aktivitásának megváltoztatásával (Davani-Davari et al., 2019).

Valószínűsíthető, hogy a prebiotikumok fogyasztása nem eredményez sem életveszélyes, sem súlyos mellékhatásokat. Ennek ellenére az ajánlott mennyiségnél nagyobb adagban fogyasztva puffadást, fokozott gázképződést, görcsöket és hasmenést okozhatnak. Befolyásoló tényező a prebiotikumok láncossza is a mellékhatásaik kialakulásában. A rövidebb láncosságú prebiotikumok több mellékhatást okozhatnak, mivel már a vastagbél proximális szakaszában metabolizálódnak, gyorsan fermentálódnak. A hosszabb láncosságú prebiotikumok erjesztése azonban lassabb és a vastagbél disztális szakaszában megy végbe (Davani-Davari et al., 2019; Mohanty et al., 2018).

3.4. Szinbiotikumok

A szinbiotikumok probiotikumok és prebiotikumok szinergikus kombinációja, amelyek kedvező tulajdonságai összegződnek és egészségügyi előnyöket biztosítanak a gazdaszervezet számára. A prebiotikum kiválasztása során fontos szempont, hogy támogassa az alkalmazott probiotikum növekedését és/vagy aktivitását (Gurry, 2017; Mohanty et al., 2018; Swanson et al., 2020). Megvizsgálták, hogy milyen különbségeket eredményez a probiotikumok és prebiotikumok önmagukban és együtt történő fogyasztása.

A probiotikumok és a szinbiotikumok a probiotikus törzsek sokféleségét növelték, míg csak a prebiotikumok alkalmazása fokozta a bélmikrobióta gazdagságát és az immunitást. A probiotikummal kezelt csoport esetén csökkent metabolikus aktivitást figyeltek meg a rövid szénláncú zsírsav szintézis következtében, azonban a szinbiotikummal és prebiotikummal kezelt csoportoknál ez nem jelentkezett. A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a szinbiotikumok alkalmazása előnyösebb, mint a komponensek önmagukban történő fogyasztása (Khursheed et al., 2022; Singh et al., 2021).

Általában gyümölcsökben, zöldségekben, fermentált és tejtermékekben találhatóak szinbiotikumok. A csecsemők számára a legjobb szinbiotikus táplálék az anyatej, amely számtalan egészségügyi előnyt biztosít számukra. A szinbiotikumokat eredményesen alkalmazzák a bél eubiózisának helyrehozására, ezáltal elősegítik például a rák, a szív- és érrendszeri betegségek, a diabetes mellitus, a neurodegeneratív betegségek és az IBD (Inflammatory Bowel Disease) kezelését. Emellett a szinbiotikus kiegészítés csökkenti a gyulladást és az oxidatív stresszt, valamint javítja a mentális egészséget (Khursheed et al., 2022; Mehrabani et al., 2022; Mohanty et al., 2018).

3.5. Nem tejalapú probiotikus készítmények

Idáig a tejalapú készítmények uralták a probiotikus italpiacot. Ezeket tekintik a probiotikumok legmegfelelőbb hordozóinak, mivel pufferolják a gyomorsavat és a bélben növelik a baktériumok túlélési esélyét. A tejtermékek magas koleszterintartalma, az egyre gyakoribb laktóz intolerancia és tejfehérje allergia, valamint a különböző étkezési trendek következtében az utóbbi években megnövekedett az igény a növényi alapú termékek iránt. Ezek készülhetnek például gabonafélékből, gyümölcsökből, hüvelyesekből és zöldségekből (Mojikon et al., 2022; Nagpal et al., 2012; Vasudha & Mishra, 2013).

A legtöbb probiotikumot tejtermékekből izolálják, ezáltal bonyolult fenntartani az életképességüket nem tejalapú mátrixokban. A növényi mátrixok alacsony pH értéke, a kevesebb rendelkezésre álló tápanyag, a pufferkapacitás hiánya és az antinutritív faktorok miatt nehezebb elérni a szükséges sejtkoncentrációt (Lilo-Pérez et al., 2021). A tejtermékek tárolása általában 5°C körüli hőmérsékleten történik, ezáltal a termék fogyaszthatósági ideje alatt a probiotikus sejtek életképessége feltételezhetően biztosított. A növényi termékeket általában szobahőmérsékleten tároljuk, amely a probiotikumok túlélése szempontjából kihívást jelenthet (Aspri et al., 2020). Azonban a vizsgálatok megfelelő túlélőképességről számoltak be, ezért a növényi mátrixok képesek lehetnek a tejalapúak alternatívái lenni. Így egyre gyakrabban alkalmaznak növényi alapú probiotikum hordozóanyagokat, mivel

gazdagok ásványi anyagokban, fehérjékben, antioxidánsokban, vitaminokban, rostokban és más bioaktív vegyületekben, illetve lipidtartalmuk és egyedi fiziológiájuk védelmet nyújt a probiotikumok számára a különböző stresszorokkal szemben (Lilo-Pérez et al., 2021). A nem tejalapú probiotikus készítmények esetén továbbá fontos szempontot jelentenek az érzékszervi tulajdonságok, amelyeket befolyásolhatnak például a probiotikumok által termelt különböző metabolitok, melyek javíthatják vagy akár ronthatják a termék textúráját, ízét, illatát vagy színét. A gabona- és gyümölcs alapanyagú italokra jellemző, hogy igen változatosak és széles ízválasztékkal rendelkeznek. A növényi alapú készítmények előállításánál is általában *Bifidobacterium* és *Lactobacillus* fajokat, illetve a probiotikumok által biztosított előnyök növelése érdekében kevert kultúrákat alkalmaznak (Aspri et al., 2020; Lilo-Pérez et al., 2021; Mojikon et al., 2022).

3.5.1. A gyümölcslevek jellemzői

A gyümölcslé az egészséges és érett gyümölcs sejtjeiből vagy szöveteiből mechanikai eljárással kinyerhető folyadék (Rodríguez et al., 2021). A gyümölcslevek emellett, hogy egészségesek, kellemes ízűek, frissítőek, megfelelő tápközeget jelentenek a probiotikumok számára, hiszen magas cukor- és tápanyagtartalmuk támogatja növekedésüket (Aspri et al., 2020; Panghal et al., 2017). Emellett nem tartalmaznak koleszterint, laktózt, mentesek a tej allergénjeitől, így ideális alternatívát jelentenek olyan emberek számára, akik nem tudnak, vagy nem szeretnének tejtermékeket fogyasztani (Aspri et al., 2020; Nagpal et al., 2012). Amellett, hogy segítik a probiotikumok növekedését, a gyümölcslevek negatív hatást gyakorolnak néhány patogén mikroorganizmusra, mivel bizonyos bogyós gyümölcsök antimikrobiális hatással rendelkeznek a kórokozókkal szemben (Perricone et al., 2017). Azonban kihívást is jelent a gyümölcslevek probiotikumokkal történő kiegészítése, mivel alacsony pH értékük befolyásolhatja a sejtek túlélését, így a probiotikus baktériumok életképessége és stabilitása erősen törzsfüggő (Aspri et al., 2020; Perricone et al., 2015).

A gyümölcsökben jelenlévő bioaktív vegyületek

A gyümölcsökben gazdag étrend segíti számos krónikus betegség (pl.: cukorbetegség, elhízás, neurodegeneratív betegségek, rák, szív- és érrendszeri betegségek) megelőzését, mivel gazdagok különféle fitokemikáliákban, például vitaminokban, ásványi anyagokban, antioxidánsokban, élelmi rostokban és egyéb tápanyagokban. A gyümölcsökben található bioaktív anyagok mennyiségét befolyásolják a környezeti viszonyok, a csírázás, a gyümölcs fajtája, a termés típusa, az érettség, a tárolás és a

feldolgozás (Nagpal et al., 2012; Septembre-Malaterre, 2018). A fitokemikáliák jótékony és káros hatást is gyakorolhatnak a mikroorganizmusokra mennyiségüktől függően, továbbá befolyásolhatják a tejsavbaktériumok életképességét, az élelmiszerek fermentációs folyamatát, illetve a bél mikrobiótáját. Emellett a tápanyag molekulák az élelmiszer fitokemikáliákkal közösen erős védőhatást fejthetnek ki a bélnyálkahártya barrier funkciójára és regenerációjára, amely fontos szerepet játszik abban, hogy a bélből származó baktériumok endotoxinjai ne juthassanak el más szervekbe (Borgonovi et al., 2022). Az emberi egészség szempontjából általuk nyújtott kedvező tulajdonságok mellett a fitokemikáliák felelősek a gyümölcsök ízéért, az illatáért és színéért. A polifenolok növényi másodlagos anyagcseretermékek, melyeket jelentős szerkezeti változatosság, valamint hipoglikémiás, hipolipidémiás, antioxidáns, gyulladáscsökkentő, neuroprotektív és kardioprotektív tulajdonság jellemez. A bélmikrobióta beépítheti ezeket a vegyületeket, így a polifenolok és azok metabolitjai közötti kölcsönhatások megváltoztathatják a bélmikrobiótát azáltal, hogy stimulálják a jótékony baktériumokat, míg a kórokozók szaporodását gátolják (Borgonovi et al., 2022; Cai, 2019; Septembre-Malaterre et al., 2018). A gyümölcsökben nagy mennyiségben jelenlévő élelmi rostokat nem tudják lebontani a bél felső szakaszában lévő emésztőenzimek. A bélmikrobióta azonban képes lehet fermentálni a rostokat, elsősorban az oldhatóakat, míg az oldhatatlan rostokat nem, vagy csak nagyon lassan. Emellett egyes étkezési rostok prebiotikus aktivitással rendelkezhetnek és metabolizmusok során rövid szénláncú zsírsavak képződhetnek, amelyek számos jótékony egészségügyi hatással rendelkeznek. Az élelmi rostok elősegítik biofilmek kialakulását, ezáltal lehetővé teszik a hasznos baktériumok felszínhez kötődését és biztosítják, hogy hosszú ideig a bélben maradjanak (Borgonovi et al., 2022).

A gyümölcsök jellegzetes piros, narancssárga vagy sárga színéért felelősek a karotinoidok, amelyek lipofil pigmentek. A táplálkozás során juthat hozzá az emberi szervezet ezekhez a vegyületekhez, mivel nem tudja őket szintetizálni. Antioxidáns, provitamin és gyulladáscsökkentő hatással rendelkeznek és hozzájárulnak bizonyos betegségek megelőzéséhez. A gyümölcsök fogyasztása amiatt is fontos, mert gazdagok vitaminokban, amelyeket a szervezet ugyancsak nem képes előállítani. A vitaminoknak jelentős szerepük van az emberi egészség fenntartásában, mert közvetlenül közreműködnek az anyagcsere megfelelő működésében, illetve a fiziológiai rendszer és az immunrendszer számos funkciójában (Borgonovi et al., 2022). Az illóolajok különböző növényi szervekben, főképp gyümölcsökben szintetizálódnak másodlagos anyagcsereterméként. Természetes eredetű, összetett, lipofil aromavegyületek. Biológiai aktivitásuk széleskörű,

fájdalomcsillapító, antimikrobiális, gyulladáscsökkentő, görcsoldó és nyugtató hatásúak (Cai, 2019).

3.5.2. Gyümölcsök tejsavas fermentációja

A probiotikus gyümölcslevek előállítása történhet dúsítással, mely esetben közvetlenül a léhez adják a probiotikus törzset vagy fermentálják a gyümölcslevet a probiotikus baktériummal. A tejsavas fermentáció az előnyösebb módszer, amely egy alacsony költségű és egyszerű technológia. A fermentáció módosítja az érzékszervi minőséget és az aromaprofil, csökkenti a cukortartalmat, javítja a tápértéket és az eltarthatóságot. Emellett megőrzi és javítja az élelmiszerbiztonságot a termelői antagonisták (pl.: szerves savak, szén-dioxid, etanol) és bakteriocinek által (Aspri et al., 2020; Rodríguez et al. 2021). Ezenfelül a fermentáció során számos egyéb hasznos vegyület, köztük rövid szénláncú zsírsavak, viszkózus poliszacharidok és peptidek képződnek, amelyek enyhítik a vastagbélgyulladást, csökkenthetik a székrekedést, illetve megelőzhetik és kezelhetik az emésztőrendszeri gyulladásokat (Guan et al., 2020). A tejsavbaktériumok továbbá fokozhatják a mátrix antioxidáns aktivitását különféle bioaktív vegyületek, például aminosavak, vitaminok, fenolok és peptidek felszabadításával vagy termelésével (Rodríguez et al., 2021). A tejsavas erjesztéshez alkalmazhatók autochton tejsavbaktériumok, amelyek a gyümölcs őshonos mikrobiótájának részét képezik vagy pedig allochton starter kultúrák. A megfelelő indítókultúrák kiválasztásánál elsősorban technológiai, érzékszervi és/vagy táplálkozási követelményeket vesznek alapul és fontos szempont, hogy képesek legyenek alkalmazkodni a gyümölcs alapú mátrixban jelenlévő stresszviszonyokhoz (Di Cagno et al., 2013; Rodríguez et al., 2021).

3.5.4. Gyümölcs alapú probiotikus termékek előállításának korlátai

A tejsavbaktériumok túlélése a gyümölcslevekben körülményesebb, mint a tejtermékekben (Mauro et al., 2016). Életképességüket befolyásolják az élelmiszer belső paraméterei (pl.: pH, molekuláris oxigén, titrálható savasság, vízaktivitás, kémiai vagy mikrobiális tartósítószer), a feldolgozási paraméterek (pl.: inkubációs hőmérséklet, térfogat, hőkezelés mértéke, tárolási technikák, csomagolóanyagok) és a mikrobiológiai tényezők, amelyek főképp az alkalmazott probiotikus törzseket, az inokulumok arányát és a különböző törzsek kompatibilitását foglalják magukba. A gyümölcslevek jellemzően alacsony pH-értékkel és nagy szerves sav tartalommal rendelkeznek. A felhalmozódott szerves savak antimikrobiális hatása és az uralkodó savas környezet nagymértékben befolyásolja a probiotikus baktériumok túlélését. A laktobacillusok ellenállóbbnak

bizonyultak a bifidobaktériumokkal szemben, mivel életben maradnak olyan gyümölcslevegekben, melyek pH-értéke 4,3 és 3,7 között van, míg a bifidobaktériumok számára túlélésük szempontjából még a 4,6 körüli pH is kedvezőtlen (Patel, 2017). Ennek ellenére a probiotikumok alacsony pH-jú gyümölcslevegekben történő alkalmazása megnövelheti a későbbi, gyomor-bélrendszerben uralkodó stresszes, savas körülményekkel szembeni ellenálló képességüket. A tárolási hőmérséklet ugyancsak befolyásolja a probiotikus baktériumok életképességét. A hűtés lelassítja az anyagcserét és hosszabb túlélést biztosíthat a sejtek számára. A tárolás során fontos továbbá, hogy az oxigénszint a lehető legalacsonyabb legyen az oxidatív károsodás elkerülése érdekében, amelyre a bifidobaktériumok érzékenyebbek, mint a tejsavbaktériumok (Mojikon et al., 2022; Patel, 2017; Perricone et al., 2015).

Annak érdekében, hogy a fogyasztók elfogadják és ismételten megvásárolják a terméket, biztosítani kell a megfelelő érzékszervi minőséget az eltarthatósági idő alatt (Bambace et al., 2021). A tanulmányok alapján a termék választásnál nagyon fontos szempont az íz, ha azt nem találják kellemesnek a fogyasztók, akkor nem fognak elegendő mennyiséget fogyasztani ahhoz, hogy a készítmény biztosítani tudja a kívánt egészségügyi előnyt (Luckow & Delahunty, 2004). A gyümölcslevek típusa, a tárolás körülményei, az alkalmazott mikroorganizmusok fajtája és egyéb vegyületek hozzáadása hatással lehet a késztermék érzékszervi tulajdonságaira. Abban az esetben, ha a probiotikum negatívan befolyásolja a gyümölcslé általános elfogadottságát, a maszkolás, vagyis kellemes aroma és illékony vegyületek adagolása megfelelő megoldás lehet. Emellett megállapították, hogy a trópusi gyümölcslevek hozzáadása is pozitív hatással van a végtermék ízére és aromájára (Patel, 2017).

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. Felhasznált mikroorganizmusok

A kísérleteim során a **2.táblázatban** szereplő probiotikus *Lactobacillus* törzseket alkalmaztam.

2.táblázat: A kísérleteim során alkalmazott *Lactobacillus* törzsek

Törzs	Eredet
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5	Christian Hansen
<i>Ligilactobacillus salivarius</i> HA-118	Lallemand Health Solutions
<i>Lacticaseibacillus casei</i> 01	Christian Hansen

Az alkalmazott tejsavbaktériumokat MRS táplevesben, folyadéktenyészet formájában tartottam fenn. Az inkubálást aerob körülmények között 24 órán keresztül 37°C-on végeztem. Annak érdekében, hogy megfelelő szaporodóképességet érjek el, többször átoltottam a törzseket.

4.2. Felhasznált tápközegek

MRS (de Man Rogosa Sharpe) tápleves

A *Lactobacillus* törzsek felszaporításához és fenntartásához MRS táplevest készítettem. A **3.táblázat** alapján táramérleg segítségével összemértem az összetevőket, majd mágneses keverő segítségével homogenizáltam. A táplevest lombikokba és kémcsövekbe mértem ki, ezt követően a sterilizést 121°C-on 15 percig autoklávban végeztem.

3.táblázat: MRS tápleves összetétele

Összetevő	Kimért mennyiség
Tripton	10 g
Húskivonat	8 g
Élesztőkivonat	4 g
Glükóz	20 g
Na-acetát	5 g
Triammónium-citrát	2 g
Mn-szulfát	0,05 g
Mg-szulfát	0,2 g
K ₂ HPO ₄	2 g
Tween 80	1 g
Desztillált víz	1000 ml

MRS tápagar

Összetétele megegyezik az MRS táplevesével (**3.táblázat**), kiegészítve 15 g/l agar-agarral.

Fiziológiás sóoldat

Fiziológiás sóoldatot készítettem a sejtszám meghatározáshoz szükséges hígítási sorhoz. 8,5 g NaCl-t mértem ki, majd feloldottam 1000 ml desztillált vízben. Ezután kémcsövekbe pipettáztam 4,5 ml-enként a sóoldatot, majd 121°C-on, 15 percig autoklávban sterilizáltam.

4.3. Alkalmazott prebiotikum

Prebiotikumként Raftilin port (Orafti®) alkalmaztam a tárolási kísérlet, valamint a tolerancia vizsgálat során.

4.4. Gyümölcs alapú tápközegek

A gyümölcsleves keverék készítésénél 25%-os Hey Ho szilvalevet, HAPPY FRUITS 50%-os meggyektárt és Solevita 100%-os almalevet használtam. A gyümölcsleveket 1:1:1 arányban kevertem. A vegyes gyümölcsleves savas pH-ja miatt steril 4 N-os NaOH-ot adagoltam a tápközeghez a baktériumok megfelelő szaporodásának érdekében.

A **4., 5. és 6. táblázatban** összegeztem az alkalmazott gyümölcslevesek tápértékére vonatkozó információkat:

4.táblázat: Hey Ho szilvalé összetétele (Internet 1.)



Tápanyagok	100 ml átlagosan tartalmaz
Energiatartalom	139 kJ / 33kcal
Zsír amelyből telített	0,1 g <0,1 g
Szénhidrát amelyből cukrok	7,4 g 6,9 g
Fehérje	0,2 g
Só	0,05 g

5. táblázat: Solevita 100%-os almale összetétele (Internet 2.)



Tápanyagok	100 ml átlagosan tartalmaz
Energiatartalom	190 kJ / 45kcal
Zsír amelyből telített	0,1 g <0,1 g
Szénhidrát amelyből cukrok	10,5 g 10,0 g
Fehérje	0,1 g
Só	<0,01 g



6.táblázat: HAPPY FRUITS meggynektár összetétele (Internet 3.)

Tápanyagok	100 ml átlagosan tartalmaz
Energiatartalom	247 kJ / 58kcal
Zsír	0,5 g
amelyből telített	0,1 g
Szénhidrát	14,0 g
amelyből cukrok	13,0 g
Fehérje	0,5 g
Só	0,01 g

4.5. A tolerancia vizsgálatok során alkalmazott oldatok

Gyomorsavat modellező oldat

5 g/l-es NaCl oldatot készítettem, majd a pH-ját 10%-os HCl oldat segítségével pH=2 értékre állítottam be. Ezután az oldatot 121°C-on 15 percig autoklávban sterilizáltam. Lamináris fülke alatt 80 ml oldathoz 0,24 g pepszint adagoltam, majd homogenizáltam.

Epesavat modellező oldat

0,05M KH₂PO₄ oldat pH-ját NaOH segítségével pH=7,43 értékre állítottam be, majd az oldatot autoklávban 121°C-on 15 percig sterilizáltam. Lamináris fülke alatt 80 ml oldathoz 0,48 g epesót adagoltam, majd homogenizáltam.

4.6. Alkalmazott módszerek

4.6.1. A vegyes gyümölcslelő fermentációja

A készített vegyes gyümölcslelőből a pH állítást követően három steril üvegbe 30 ml-es mennyiségeket mértem ki. A gyümölcslelő fermentációját a kísérletek során 1%-os, illetve 5%-os 24 órás MRS táplevesben felszaporított inokulum tenyésztéssel történő beoltással indítottam, majd a 37°C-on aerob körülmények között történő inkubálást követően 24 és 48 óra elteltével mintát vettem.

4.6.2. pH mérés

A kísérleteim során Mettler Toledo SevenMulti™ készülék segítségével követtem nyomon a gyümölcslevek pH értékét. A méréseket megelőzően a megfelelő pufferoldatokkal kalibráltam a műszert.

4.6.3. Baktériumok sejtszámának meghatározása

A kísérletek során meghatározott időközönként mintát vettem a beoltott gyümölcslevekből és tizedelő hígítási sort készítettem a megfelelő hígítási tagig. A gyümölcslevekből steril körülmények között, lamináris fülke alatt 0,5 ml mintát pipettáztam

4,5 ml steril fiziológiás sóoldathoz, majd a kapott hígítási tagból készítettem el vortexelést követően a következő tagot. Így folytattam megfelelő hígítás eléréséig. Adott hígítási tagokból vortexelés után 50 µl-t pipettáztam Petri-csészékbe, amelyekbe ezt követően MRS tápközeget töltöttem. Végül körkörös mozdulatokkal homogenizáltam a Petri-csészék tartalmát. Miután megdermedt az agar fejjel lefelé fordítottam a Petri-csészéket és aerob körülmények között 37°C-on legalább 48 órán keresztül inkubáltam. Ezután megszámloltam a kinőtt telepeket és TKE/ml egységben meghatároztam a sejtszámot.

4.7. Tárolási kísérlet

A tárolási kísérletet 3 beállítással végeztem. A készített vegyes gyümölcslezből pH állítást követően 400 ml mértem ki egy steril lombikba, illetve 200 ml MRS táplevest egy másikba. A lombikok tartalmát 5%-os inokulum tenyésztel oltottam be, majd 24 órán keresztül 37°C-on végeztem a fermentációt. A gyümölcslevet kétfelé osztottam és az egyik mintához Raftilint adagoltam. Minden mintából 2*80 ml mértem ki 6 steril üvegcsébe. Ezt követően a szobahőmérsékleten tárolt mintáimból kéthetente, a hűtött körülmények között tároltakból pedig négyhetente vettem mintát.

4.8. Tolerancia vizsgálat

A kísérlet során gyomorsavat, illetve epesavat modellező oldatot tartalmazó kémcsöveket 37°C-os vízfürdőbe helyeztem. A tárolási kísérletnél is alkalmazott 3 beállítással dolgoztam és a kémcsövek tartalmához 1 ml-t pipettáztam a vizsgálandó mintáimból. Ezután 3 órán keresztül óránként mintát vettem, majd hígítási sor készítését követően lemezöntést végeztem és meghatároztam a sejtszámokat.

4.9. Szerves sav és szénhidrát tartalom meghatározása HPLC segítségével

A kísérletek során vett mintákat 14 000 rpm-en 10 percen keresztül centrifugáltam, majd a felülúszókat HPLC mérésnél alkalmazott üvegcsébe pipettáztam. Az alkalmazott berendezés felépítése és a mérés körülményei az alábbiak voltak:

Az alkalmazott HPLC rendszer felépítése:

- Thermo Fisher Scientific Corporation HPLC készülék
- Detektor: PDA detektor (210 nm), RI detektor (410 nm)
- Oszlop: Agilent HiPlexH
- Integrált program: ChromQuest 5.0 szoftver

Jellemzői:

- Mozgó fázis: 0,005N H₂SO₄

- Áramlási sebesség: 0,6 ml/perc
- Oszlop hőmérséklete: 45°C
- Detektor hőmérséklete: 45°C

Alkalmazott standardok:

- szénhidrát standardok: glükóz, fruktóz, diszacharid, triszacharid
- szerves sav standardok: tejsav, ecetsav

4.10. Érzékszervi vizsgálat

A vizsgálatot ProfiSens segítségével végeztük el, amely egy Excel alapú Visual Basic nyelven, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék, valamint a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Érzékszervi Minősítő Laboratórium kutatóinak fejlesztésével készült célszoftver. A vizsgálat 10 fős bírálópanel segítségével történt. A bírálók elszeparált fülkékben egyéni munkával minősítették a véletlenszerűen generált, 3 számjegyű mintakódokkal ellátott mintákat az előzőekben megállapodott tulajdonságoknak megfelelően. Ezt követően a ProfiSens a kitöltött bírálati lapokból meghatározta az egyes mintákra és tulajdonságokra vonatkozó bírálati eredményeket.

Az eredmények statisztikai értékelése 3 lépésben zajlott. Az egyes tulajdonságok átlagos értékét és szórását megkaptuk a bírálati „lapok” eredményeként, majd az átlagértékek segítségével elkészítettük az egyes minták érzékszervi profildiagrammját. Ezt követte az egyes tulajdonságok szerinti egytényezős varianciaanalízis. A ProfiSens kiszámította tulajdonságonként a szignifikancia differenciákat két különböző valószínűségi szinten, ezután előállította az egyes mintákhoz tartozó szignifikancia félmátrixot. Az utolsó lépés az eredmények grafikus megjelenítése volt.

5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

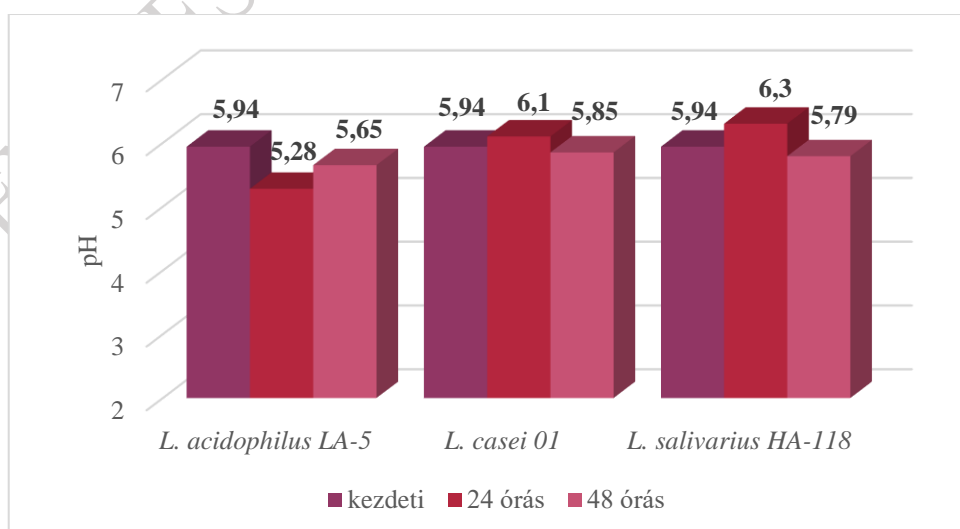
Munkám során először megvizsgáltam a meggylé, almalé és szilvalé keverékéből álló vegyes gyümölcsle fermentálhatóságát három különböző probiotikus *Lactobacillus* törzset alkalmazva, majd a kapott eredmények alapján kiválasztottam az adott gyümölcsle fermentációjához legígéretesebb törzset és a továbbiakban ezzel dolgoztam tovább. Tárolási kísérletet végeztem a kiválasztott törzs túlélőképességének vizsgálatára, illetve tolerancia vizsgálat során tanulmányoztam a baktériumok ellenállóképességét gyomorsavas, valamint epesavas kezeléssel szemben. A kísérletek során megfigyeltem a pH, a sejtszám, a szénhidrát tartalom és a szerves sav tartalom alakulását. Emellett elvégeztem a mintáim érzékszervi bírálatát.

5.1. Vegyes gyümölcsle fermentálhatóságának vizsgálata különböző *Lactobacillus* törzsekkel

Kutatómunkám kezdetén *Lacticaseibacillus casei*, *Ligilactobacillus salivarius* és *Lactobacillus acidophilus* törzsek segítségével végeztem a vegyes gyümölcsle monokultúras fermentációját először 1%-os, majd 5%-os inokulum tenyésztettel történő beoltással. 24 és 48 óra elteltével mintát vettem és megfigyeltem a pH, a sejtszám, a szénhidrát tartalom és a szerves sav tartalom alakulását.

5.1.1. A pH értékek és a sejtszám alakulása 1%-os inokulum tenyésztettel történő beoltás esetén

Az előkészületek során pH 5,94 értékre állítottam a vegyes gyümölcsle kémhatását, majd 1 %-os inokulum tenyésztettel oltottam be. Megvizsgáltam a pH alakulását 24, majd 48 órát követően, melyet a **2.ábrán** szemléltettem.

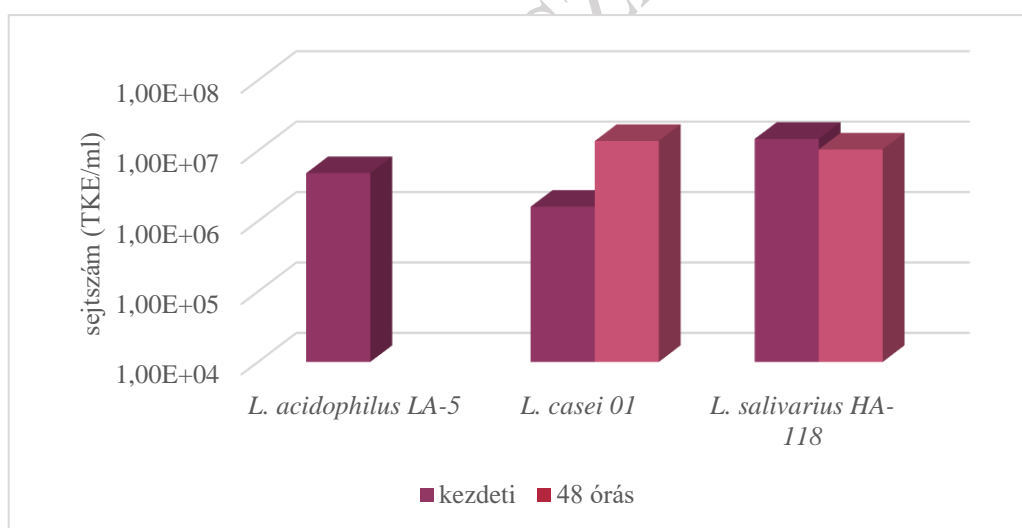


2.ábra: A pH alakulása 1%-os inokulum tenyésztettel történő beoltást követően, 24 és 48 órás fermentáció után 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

A **2. ábra** alapján megállapítható, hogy a fermentáció során egyik esetben sem csökkent jelentős mértékben a pH, amely arra utal, hogy a sejtek nem igazán voltak képesek elszaporodni. A *Lactobacillus acidophilus* LA-5 törzssel beoltott gyümölcslelnél figyelhető meg a legnagyobb mértékű változás, amelynél 24 órát követően pH 5,28 értéket mértem, azonban a 48 órás fermentáció után megfigyelhető a pH növekedése, amely a sejtek pusztulására utal. A *Lacticaseibacillus casei* 01 és *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált levekben hasonlóan alakult a pH, nagyon kismértékben csökkent csak 48 óra elteltével is.

A fermentáció során a kezdetben barnás színű levek színe nem változott, valamint mindhárom gyümölcsle nagyon édes volt, amely ugyancsak arra utal, hogy nem erjedtek le megfelelően.

A vegyes gyümölcsle különböző *Lactobacillus* törzsekkel történő beoltását követően meghatároztam a kezdeti sejtszámot. Az 1%-os inokulum tenyésztéssel történt beoltás után, a lassú pH csökkenés miatt, csak 48 órás fermentációt követően vettem mintát a sejtszámláláshoz. A kapott eredményeket a **3.ábrán** összegeztem.



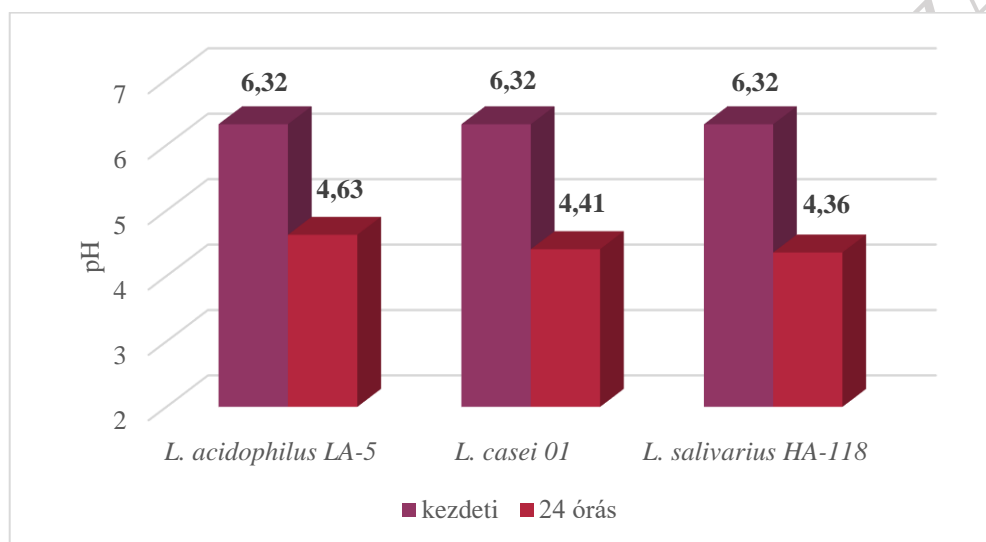
3.ábra: A sejtszám alakulása 1%-os beoltásnál 48 órás fermentációt követően 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

A **3.ábra** alapján a 48 órás fermentáció során jelentős sejtszaporodás csak a *Lacticaseibacillus casei* 01 törzssel beoltott gyümölcsleiben ment végbe, amelyben a sejtszám $1,60 \cdot 10^6$ TKE/ml-ről $1,37 \cdot 10^7$ TKE/ml-re növekedett. A *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált lében nagyjából stagnált az élőcsíraszám, míg a *Lactobacillus acidophilus* LA-5 törzs alkalmazásánál nagymértékben, 10^4 TKE/ml alá

csökkent a sejtszám. A sejtek pusztulását a 48 órás mintavétel során megfigyelt pH növekedés már előrevetítette.

5.1.2. A pH értékek és a sejtszámok alakulása 5%-os inokulum tenyésztel történő beoltás esetén

Az 1%-os beoltás során tapasztalt elhúzódó fermentáció miatt, a következő kísérletben 5%-os inokulum tenyészetet alkalmaztam a fermentáció indításához. A gyümölcsle kémhatását pH 6,32 értékre állítottam, majd 24 órás fermentációt követően megmértem a levek pH-ját, amelynek eredményeit a **4.ábrán** foglaltam össze.



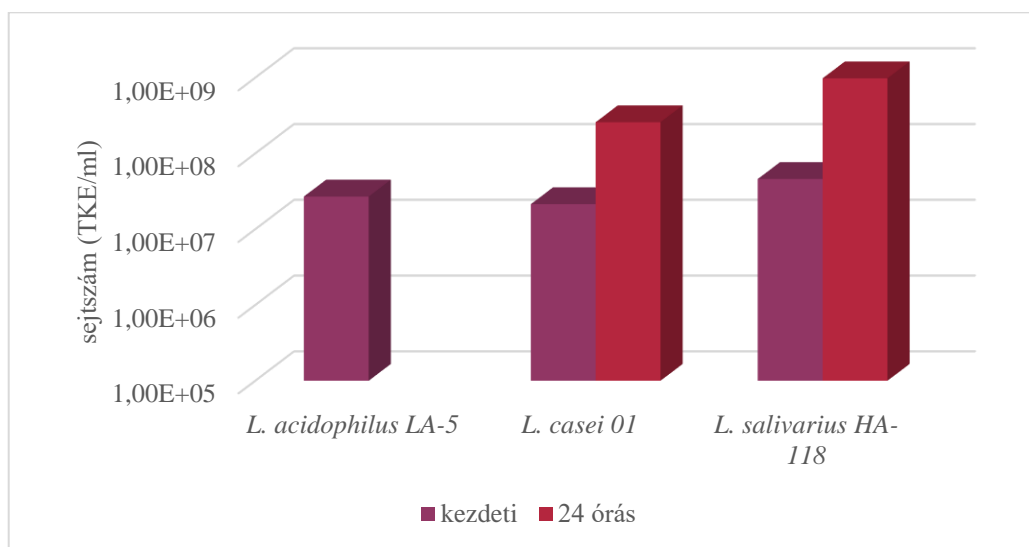
4.ábra: A pH alakulása 5%-os inokulum tenyésztel történő beoltást követően, 24 óras fermentáció után 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

A **4.ábra** alapján megállapítható, hogy mindhárom *Lactobacillus* törzs esetén jelentősen lecsökkent a pH a kezdeti értékhez képest már 24 óra elteltével. A legnagyobb mértékben a *L. salivarius* HA-118 törzssel fermentált gyümölcsle és a *L. casei* 01 törzssel beoltott lé pH-ja csökkent, pH 4,4 körüli értékre. A legkisebb változás a *L. acidophilus* LA-5 alkalmazása során tapasztalható, amelynél pH 4,63 értéket mértem, azonban itt is pH 5 alatti értéket kaptam. A savas pH mindhárom törzs esetén a baktériumok elszaporodására utal, azonban a baktériumok tényleges elszaporodása csak a sejtszámok meghatározását követően állapítható meg.

A pH lecsökkenése mellett a fermentációt megelőzően barnás színű gyümölcslevek színe is megváltozott, vörössé vált. A gyümölcslevek megkóstolása után pedig megállapítottam, hogy savanykás, gyümölcsös ízűek, azonban a *Lactobacillus acidophilus* LA-5 törzssel beoltott gyümölcslenél ehhez egy kellemetlen mellékíz is társult. A másik két

törzs esetén is tapasztaltam mellékízt, azonban az nem volt zavaró és a legízletesebbnek a *Ligilactobacillus salivarius* törzsszel fermentált gyümölcslevet ítéltém.

A 24 órás fermentáció letelte után meghatároztam a sejtszámot is, amelynek eredményeit a **5.ábrában** foglaltam össze.



5.ábra: A sejtszám alakulása 5%-os beoltásnál 24 órás fermentációt követően 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

Az **5.ábra** alapján megfigyelhető, hogy egy törzs kivételével a 24 órás fermentációt követően nagymértékű sejtszám növekedés történt. A *L. casei* 01 esetén az élőcsíraszám $2,14 \cdot 10^7$ TKE/ml-ről $2,59 \cdot 10^8$ TKE/ml-re növekedett. Ennél nagyobb mértékben a *L. salivarius* HA-118 törzsszel fermentált gyümölcslemben emelkedett a sejtszám, $4,60 \cdot 10^7$ TKE/ml-ről $9,80 \cdot 10^8$ TKE/ml-re. A *L. acidophilus* LA-5 törzsszel beoltott gyümölcslemben a kezdeti sejtszám $2,70 \cdot 10^7$ TKE/ml volt, azonban a 24 órás mintavételt követően ennél a törzsnél tapasztaltam a legmagasabb pH-t és az élőcsíraszám 10^5 TKE/ml alá csökkent. Mivel ebben az esetben is a kiindulásnál jelentősen alacsonyabb pH-t tapasztaltam, a baktériumok valószínűleg képesek voltak elszaporodni, azonban a fermentáció végére jelentős mennyiségük elpusztult. Ennek következtében megállapítható, hogy nem voltak ideálisak a körülmények a *L. acidophilus* törzs számára.

Zhang és munkatársai (2021) *L. plantarum* J26 törzsszel fermentáltak áfonyalevet 24 órán keresztül a funkcionális jellemzők javítása érdekében, amely során a sejtszám a kezdeti 7,23 log TKE/ml-ről 9,12 log TKE/ml-re növekedett. Tran és munkatársai (2020) grapefruit levét oltottak be 10^6 TKE/ml kezdeti sejtkoncentrációval. *L. plantarum* 01, *L. rhamnosus* B01725, *L. fermentum* D13 és *B. bifidum* B7.5 törzseket alkalmazva megállapították, hogy

a sejtek megfelelően el tudtak szaporodni a grapefruit lében és 24 órás fermentációt követően az *L. plantarum* 01, az *L. fermentum* D13 és a *B. bifidum* B7.5 törzsekkel beoltott gyümölcslevekből a sejtkoncentráció elérte a 10^9 TKE/ml-t, míg az *L. rhamnosus* B01725 törzssel fermentált lében a sejtszám ettől elmaradt, $5,3 \cdot 10^8$ TKE/ml volt. Az előzőekben taglalt kísérletekben tapasztalt sejtszámoknál alacsonyabb élőcsíraszámot tapasztaltam 24 órás fermentációt követően, azonban a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált lében 10^9 TKE/ml-hez közeli, $9,80 \cdot 10^8$ TKE/ml volt a sejtkoncentráció.

A pH mérés és a sejtszám meghatározás eredményei alapján megállapítható, hogy az 1%-os inokulum tenyésztéssel történő beoltásnál lassabb volt a fermentáció és 48 órát követően sem erjedtek le kellőképpen a gyümölcslevek, míg a nagyobb sejt mennyiséggel történő, 5%-os beoltásnál már 24 óra elteltével megfelelő értékeket kaptam. Ezáltal a jobb eredményeket mutató mintáim szénhidrát- és szerves sav tartalmát vizsgáltam, valamint a további kísérleteim során 5%-os beoltást alkalmaztam.

5.1.3. Szénhidrát- és szerves sav tartalom alakulása 5%-os inokulum tenyésztéssel történő beoltást és 24 órás fermentációt követően

A beoltás előtt, illetve a 24 órás fermentáció letelte után mintát vettem a gyümölcslevekből, majd HPLC segítségével végeztem a kiértékelést, amelynek eredményeit a 7.táblázatban szemléltetem.

7.táblázat: Szénhidráttartalom alakulása 5%-os beoltást és 24 órás fermentációt követően, 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

Szénhidrát	Szénhidráttartalom (g/100ml)			
	Kezdeti	24 óras		
		<i>L. casei</i> 01	<i>L. salivarius</i> HA-118	<i>L. acidophilus</i> LA-5
triszacharid	0,06	0,02	0,04	0,02
diszacharid	2,84	1,31	2,01	1,39
glükóz	7,03	1,85	2,81	2,12
fruktóz	9,58	2,51	3,66	2,91

A 7.táblázat alapján megfigyelhető, hogy mindhárom törzs hasznosította a tápközegben jelenlévő szénhidrátokat, amelyek koncentrációja jelentős mértékben csökkent 24 óra alatt. A *L. acidophilus* LA-5 használta fel legnagyobb mértékben a diszacharidokat és a glükózt. Ebből arra következtetnek, hogy a sejtek képesek voltak elszaporodni a gyümölcslemben, azonban a sejtszámlálás eredménye alapján a fermentáció végére nagymértékű sejtpusztulás ment végbe. A *L. casei* 01 törzssel fermentált gyümölcslewnél

csökkent legnagyobb mértékben a fruktóz tartalom és a *L. acidophilus* törzshöz hasonlóan 24 órát követően már csak 0,02 g/100ml volt a triszacharid koncentráció. Legkisebb mértékben a *L. salivarius* HA-118 hasznosította a szénhidrátokat, amely hosszabb távú tárolás során akár előnyös is lehet, mivel nem használja fel olyan gyorsan a gyümölcsle tápanyagtartalmát.

HPLC segítségével megmértem a szerves sav tartalom alakulását is, amelynek eredményeit a **8.táblázatban** összegeztem.

8.táblázat: Szerves sav tartalom alakulása 5%-os beoltást és 24 órás fermentációt követően, 3 különböző *Lactobacillus* törzset alkalmazva

Szerves sav	Szerves sav tartalom (mg/100ml)		
	24 órás		
	<i>L. casei</i> 01	<i>L. salivarius</i> HA-118	<i>L. acidophilus</i> LA-5
tejsav	33,96	49,60	12,48
ecetsav	7,15	13,84	-

A **8. táblázat** alapján megfigyelhető, hogy a 24 órás fermentációs idő letelte után legnagyobb mennyiségben tejsav volt jelen. A *L. salivarius* HA-118 törzssel beoltott gyümölcsle esetén volt mérhető a legnagyobb tejsav (49,60 mg/100ml) és ecetsav (13,84 mg/100ml) koncentráció a fermentációt követően. Ezekről az értékekről a *L. casei* 01 törzssel történő erjesztés után a gyümölcsle ecetsav tartalma kismértékben maradt csak el, azonban a tejsav koncentráció kisebb, csak 33,96 mg/100ml volt. A harmadik mintám esetén, amelynél *L. acidophilus* LA-5 törzssel végeztem a fermentációt az előzőekhez képest jóval alacsonyabb tejsav koncentráció (12,48 mg/100ml) volt megfigyelhető, valamint nem volt mérhető ecetsav tartalom, amely alátámasztja a törzs homofermentatív voltát, illetve érzékszervi szempontból előnyös.

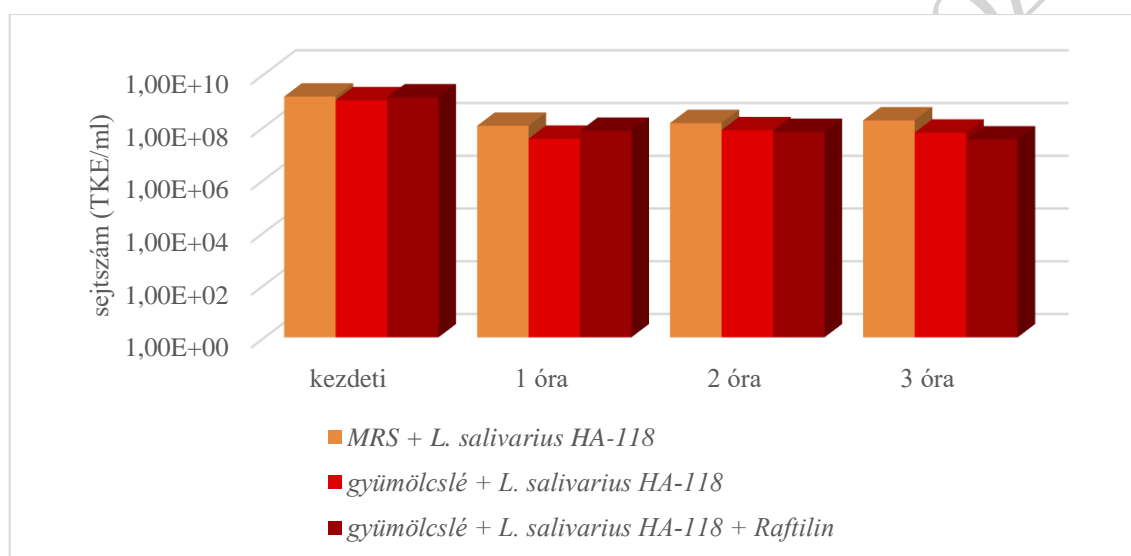
A *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 alkalmazásakor értem el a legbiztosabb eredményeket, ez a törzs tűnt a legéletképesebbnek az adott körülmények között, így a továbbiakban ezzel a törzssel dolgoztam tovább.

5.2. *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsle tolerancia vizsgálata

A kísérlet során megvizsgáltam a kiválasztott *Lactobacillus* törzs túlélőképességét gyomor-bélrendszeri körülmények között. 3 különböző beállítással dolgoztam. *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel oltottam be MRS tápközeget és az általam

készített vegyes gyümölcslevet. A fermentációt követően a vegyes gyümölcslé egy részét prebiotikummal egészítettem ki. Összehasonlítani kívántam a szintetikus tápközegben, valamint gyümölcslében felszaporított mikroorganizmusok túróképességét, emellett megfigyeltem a prebiotikummal történő kiegészítés hatását is az életképességre. 24 órás fermentációt követően gyomorsavat és epesavat modellező oldatokat tartalmazó kémcsövekhez pipettáztam a mintáimból és 3 órán keresztül végeztem a kezelést. A kísérlet folyamán óránként mintát vettem és meghatároztam a sejtszámok alakulását.

A gyomorsavas kezelés eredményeit a **6.ábrán**, az epesavas kezelés eredményeit pedig a **7.ábrán** összegeztem.

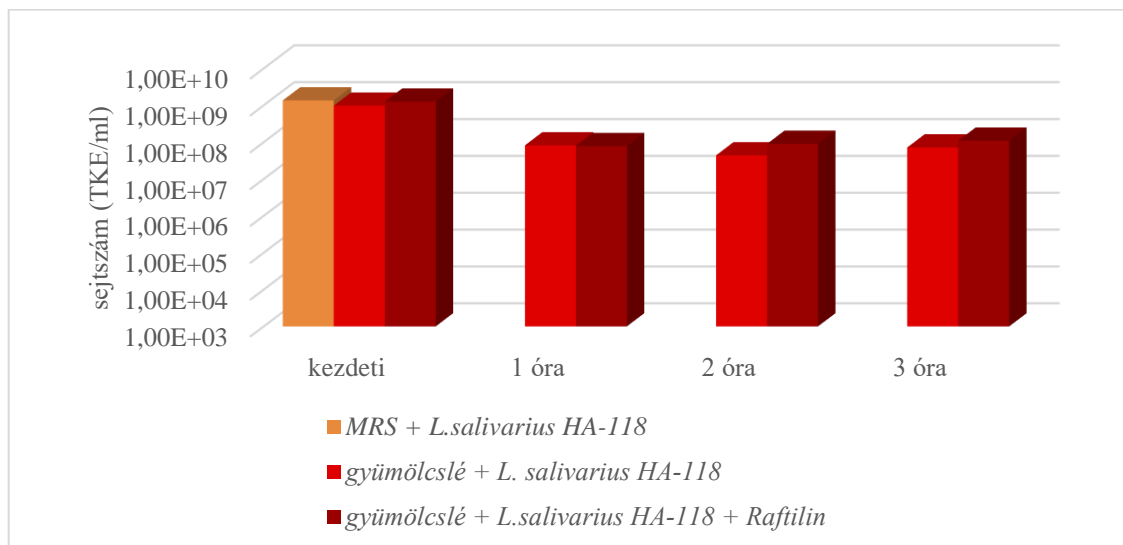


6.ábra: Gyomorsavas kezelés eredményei 3 különböző beállítást alkalmazva

A **6.ábra** alapján megállapítható, hogy 1 órás gyomorsavas kezelést követően több, mint egy nagyságrenddel csökkent a sejtszám mindhárom minta esetén. Ezt követően a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel beoltott MRS tápközegben és a prebiotikum nélküli fermentált gyümölcslében a vizsgálati idő alatt nagyjából stagnáltak a sejtszámok. Prebiotikummal történő kiegészítés során 3 óra elteltével csökkent ismét jelentősebb mértékben az élőcsíraszám, így a gyomorsavas kezelést követően ennél a mintánál tapasztalható a legkisebb, $3,20 \cdot 10^7$ TKE/ml-es sejtszám. Ez alapján megállapítható, hogy a prebiotikum kiegészítés nem befolyásolta pozitívan a sejtek életképességét a gyomorsavas kezelés során. Összességében a 3 órás kezelés utáni sejtszám értékek megfelelőek a probiotikus terméktől elvárt minimum élőcsíraszám követelménynek.

Corcoran és munkatársai (2005) a glükóz jelentének hatását vizsgálták szimulált gyomorsavas emésztés során és megállapították, hogy glükóz jelenléte fokozhatja a

probiotikumok túlélését savas körülmények között. Ez is közrejátszott abban, hogy a gyomorsavas kezelés során egyik mintánál sem tapasztaltam jelentős sejtszám csökkenést.



7.ábra: Epesavas kezelés eredményei 3 különböző beállítást alkalmazva

Az epesavas kezelés során a **7.ábra** alapján megfigyelhető, hogy az MRS tápközegből származó mintánál már 1 óra elteltével elpusztult a sejtek jelentős része, a vizsgált hígítási tagoknál nem tapasztaltam telepkepződést, a sejtszám 10^3 TKE/ml alá csökkent. Ezalatt a csak probiotikumot tartalmazó gyümölcslében $9,80 \cdot 10^8$ TKE/ml-ről $8,20 \cdot 10^7$ TKE/ml-re, míg a prebiotikummal is kiegészített lében $1,26 \cdot 10^9$ TKE/ml-ről $7,80 \cdot 10^7$ TKE/ml-re csökkent a sejtkoncentráció. A későbbiekben a probiotikumot nem tartalmazó vegyes gyümölcslénél ebben az esetben is az élőcsíraszám stagnálása tapasztalható. A prebiotikummal kiegészített gyümölcslénél az 1 órás mintavételt követően végig kismértékű sejtszám növekedés figyelhető meg és minden órában magasabb sejtkoncentrációt mértem, mint a gyomorsavas vizsgálatnál. Ebből arra következtetek, hogy az epesavas kezelésnél a prebiotikum jelenléte fokozhatta a sejtek ellenállóképességét.

A kísérlet során az MRS tápközegből származó minta epesavas kezelésének kivételével végig 10^6 TKE/ml feletti sejtszámokat tapasztaltam, ezáltal a minták a vizsgálatokat követően is elérték a kedvező hatás kifejtéséhez szükséges, Grajek és munkatársai (2005) által írt tanulmányban ismertetett minimális sejtkoncentrációt. Minden esetben a kezelések 1 órájában tapasztaltam a legnagyobb sejtszám csökkenést, ezt követően gyümölcsléveknél nem figyeltem meg jelentős sejtkoncentráció változást, amely arra utal, hogy kiváló védőhatást biztosítanak a sejtek számára. Azonban a szervezetben a táplálék elfogyasztását követően előbb a gyomorsav, majd az epesav hatása érvényesül egyéb

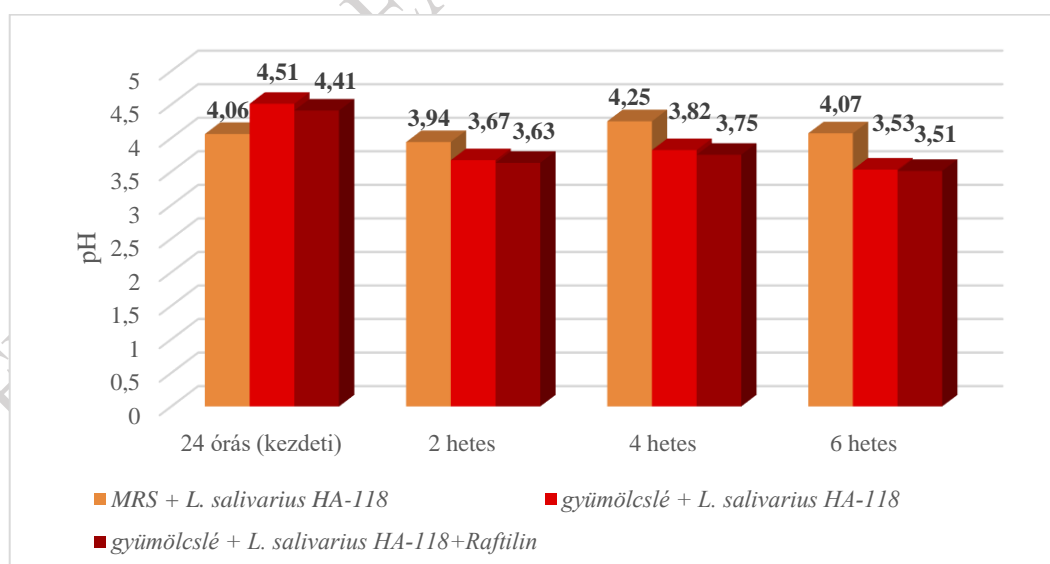
emésztőenzimek mellett, így további vizsgálatok szükségesek probiotikumok életképességével kapcsolatban a kezelések együttes hatásának elemzésére.

5.3. *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsle tárolási kísérlete

A tárolási kísérlet során megvizsgáltam a kiválasztott *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzs túlélőképességét, illetve ezzel együtt a vegyes gyümölcsle eltarthatóságát különböző hőmérsékleti körülmények között. A tolerancia vizsgálatához hasonlóan ebben az esetben is MRS tápközeget és a vegyes gyümölcslevet oltottam be a választott törzssel steril körülmények között. A 24 órás fermentációt követően kiegészítettem prebiotikummal az egyik gyümölcsle mintámat. Ezt követően szobahőmérsékleten és hűtött körülmények között (4°C) tároltam a mintákat. Végigkövettem a pH, a sejtszámok, a szénhidrát- és szerves sav tartalom alakulását. Emellett megfigyeltem, hogyan befolyásolja a prebiotikummal történő kiegészítés az életképességet.

5.3.1. Szobahőmérsékleten történő tárolás hatása a pH és a sejtszám alakulására, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változásra

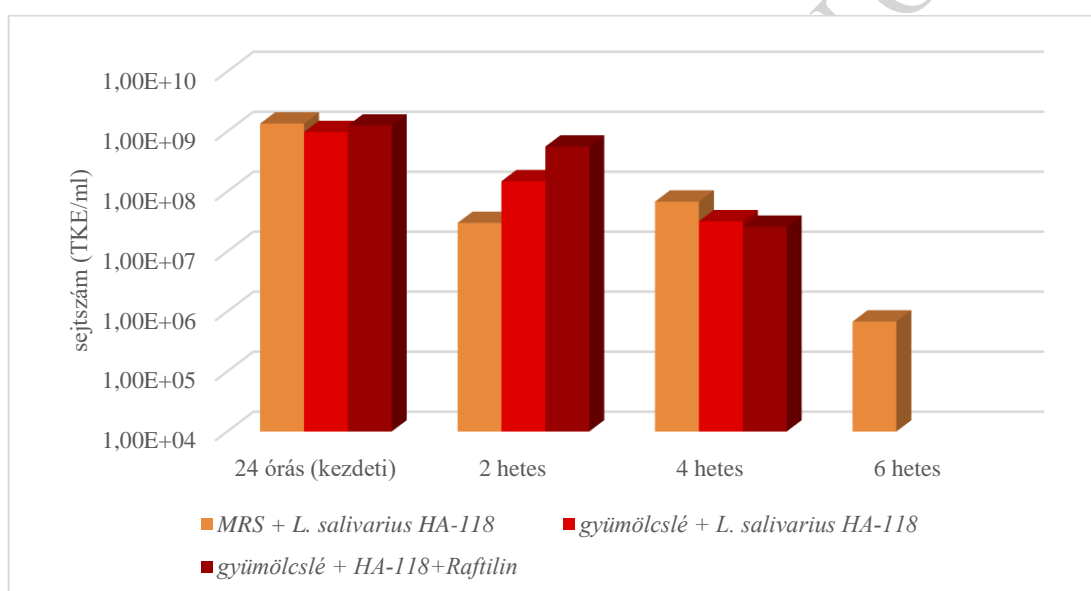
A szobahőmérsékleten történő tárolás során kéthetente vettem mintát az alkalmazott 3 beállításból steril körülmények között. 6 héten keresztül követtem nyomon a pH és a sejtszám alakulását. A pH mérések eredményeit a **8.ábrán**, a sejtszám meghatározás eredményeit pedig a **9.ábrán** foglaltam össze.



8.ábra: A pH értékek alakulása 6 hetes szobahőmérsékleten történő tárolás során 3 beállítást alkalmazva *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzs felhasználásával

A **8.ábrán** megfigyelhető, hogy a fermentációt követően mért kezdeti értékekhez képest 2 hét elteltével a fermentált gyümölcslevekben jelentős, míg az MRS tápközegben csak kismértékű pH csökkenés történt. A 4. héten vett mintáknál mindhárom beállításnál pH növekedés tapasztalható, amely utalhat arra, hogy a sejtek elkezdtek pusztulni. 6 hét elteltével ismét megfigyelhető pH csökkenés. Ekkor a gyümölcsleveknel már 3,5 körüli pH értékeket mértem, mely meglehetősen savas, nem optimális környezet az élő sejtek számára.

A tárolás során a vegyes gyümölcsle és a prebiotikummal kiegészített lé pH változásában nem tapasztaltam nagy különbséget, a 6 hét alatt végig hasonló értékeket mértem a mintavételeknél. Az MRS tápközeg pH értéke viszont a tárolás elejétől fogva magasabb volt a gyümölcsleveknel mértékekhez képest és nem csökkent pH 4 alá. Ezáltal a gyümölcslevekben intenzívebb savtermelés ment végbe.



9.ábra: A sejtszámok alakulása 6 hetes szobahőmérsékleten történő tárolás során 3 beállítást alkalmazva *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzs felhasználásával

A **9.ábrán** látható, hogy a tárolási kísérletet 10^9 TKE/ml-hez közeli sejtkoncentrációval kezdtem mindhárom mintám esetén. 2 hét elteltével jelentős sejtszám csökkenés figyelhető meg, az MRS tápközegben 10^8 TKE/ml alá, míg prebiotikum nélküli gyümölcslemben a kezdeti $9,80 \cdot 10^8$ TKE/ml-ről $1,49 \cdot 10^8$ TKE/ml-re csökkent az élőcsíraszám. A prebiotikummal kiegészített gyümölcsle sejtkoncentrációja 2 hét tárolást követően $5,62 \cdot 10^8$ TKE/ml volt, azonban hasonló pH értéket mértem, mint a prebiotikum nélküli lében. Ebből arra következtetek, hogy a prebiotikum jelenléte fokozott védelmet nyújtott az élő sejtek számára. A 4. hétre mind a gyümölcslemben, mind pedig a prebiotikum tartalmú lében jelentős sejtszám csökkenés tapasztalható, míg az MRS tápközegben ez nem

figyelhető meg. Az utolsó, 6. héten a gyümölcslevekben vett mintákban nagymértékű sejtpusztulás ment végbe, a sejtszám 10^4 TKE/ml alá csökkent. Az MRS tápközegben ugyancsak nagyon lecsökkent a sejtkoncentráció, $6,80 \cdot 10^5$ TKE/ml-re. A gyümölcsleveknél azonban végig jóval alacsonyabb pH 3,8-3,5 körüli értékeket mértem, míg az MRS tápközegben pH 4 felettieket, így ez is közrejátszott abban, hogy a gyümölcslevekben kevesebb ideig maradtak életben a sejtek, mint az MRS tápközegben.

A szobahőmérsékleten tárolt minták esetén a 4. hétig mértem 10^6 TKE/ml feletti sejtkoncentrációt, azaz a gyümölcslé ennyi ideig tartalmaz elegendő mennyiségű élő sejtet ahhoz, hogy probiotikus terméknek tekinthető legyen.

A tárolási kísérlet során a pH és a sejtszám alakulása mellett megfigyeltem a szénhidrát és a szerves sav tartalom változását is HPLC módszer segítségével, amelynek eredményeit a **9.** és a **10.táblázatban** foglaltam össze.

9.táblázat: A szénhidrát tartalom alakulása a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcslében szobahőmérsékleten történő tárolás során

Minta	Tárolás ideje	Szénhidráttartalom g/100 ml			
		triszacharid	diszacharid	glükóz	fruktóz
MRS probiotikummal kiegészítve	kezdeti	-	-	0,02	-
	2.hét	-	-	-	-
	4.hét	-	-	-	-
	6.hét	-	-	-	-
Vegyes gyümölcslé probiotikummal kiegészítve	kezdeti	0,02	1,75	2,41	3,36
	2.hét	0,02	1,51	1,94	2,62
	4.hét	-	1,79	2,29	2,99
	6.hét	-	1,43	1,93	2,47
Vegyes gyümölcslé probiotikummal és prebiotikummal kiegészítve	kezdeti	0,02	1,68	2,32	3,90
	2.hét	0,02	1,61	2,09	3,43
	4.hét	-	1,57	2,05	3,32
	6.hét	-	1,20	1,66	2,70

A gyümölcslevekben kezdetben fruktóz volt jelen a legnagyobb mennyiségben. A **9.táblázat** alapján megállapítható, hogy a prebiotikum nélküli gyümölcslében a 6 hét szobahőmérsékleten történő tárolás alatt a fruktóz tartalom 3,36 g/100ml-ről 2,47 g/100ml-re csökkent, ezt hasznosította a probiotikum a legnagyobb mértékben, majd glükózt, végül pedig a diszacharidokat. A prebiotikummal kiegészített lében ugyancsak a fruktóz tartalom csökkent a leginkább, 3,90 g/100ml-ről 2,70 g/100ml-re, míg a diszacharidok és a glükóz nagyjából ugyanolyan mértékben hasznosultak. A triszacharidok minden esetben elfogytak a 4. hétre.

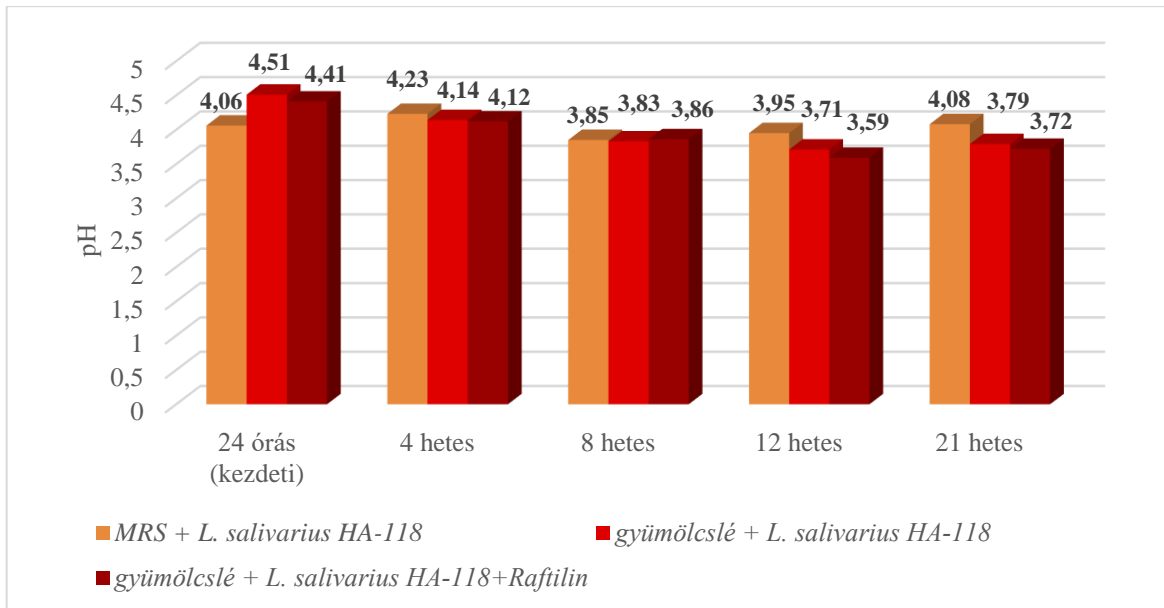
10.táblázat: A szerves sav tartalom alakulása a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsleiben szobahőmérsékleten történő tárolás során

Minta	Tárolás ideje	Szerves sav tartalom mg/100 ml	
		tejsav	ecetsav
MRS probiotikummal kiegészítve	kezdeti	87,51	52,91
	2.hét	70,32	35,00
	4.hét	61,99	37,67
	6.hét	77,54	49,17
Vegyes gyümölcslé probiotikummal kiegészítve	kezdeti	62,10	10,31
	2.hét	71,39	9,26
	4.hét	116,61	12,76
	6.hét	114,97	12,08
Vegyes gyümölcslé probiotikummal és prebiotikummal kiegészítve	kezdeti	43,33	11,14
	2.hét	69,85	6,36
	4.hét	97,14	5,99
	6.hét	90,68	3,29

A **10.táblázat** alapján megállapítható, hogy a tárolás során a tejsav koncentráció növekedett a legnagyobb mértékben a vegyes gyümölcslevekben. A prebiotikumot nem tartalmazó gyümölcslé tejsav tartalma magasabb volt, mint a prebiotikummal kiegészítetté. A legmagasabb mértékű érték a csak probiotikumot tartalmazó gyümölcslében 116,61 mg/100ml volt, míg a prebiotikummal is kiegészítettben 97,14 mg/100ml. Az ecetsav koncentráció, míg az MRS táptalajban igen jelentős volt, addig a gyümölcslevekben jóval kevesebb mennyiségben képződött, mint tejsav. Azonban a prebiotikum nélküli leveknek kicsit magasabb volt az ecetsav tartalma, mint a prebiotikumot tartalmazóké.

5.3.2. Hűtött körülmények között történő tárolás hatása a pH és a sejtszám alakulására, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változásra

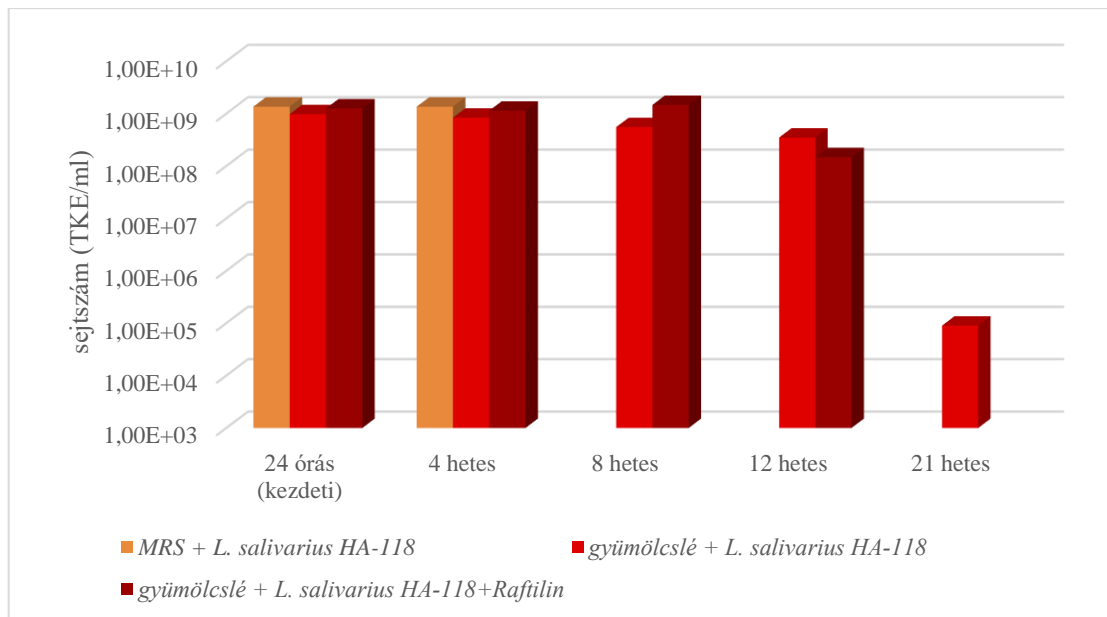
Hűtött körülmények között történő tárolás során 21 héten keresztül követtem nyomon a pH és a sejtkoncentráció alakulását. A pH mérések eredményeit a **10.ábrán**, a sejtszám meghatározás eredményeit pedig a **11.ábrán** összegeztem.



10.ábra: A pH értékek alakulása 21 hetes hűtött körülmények között történő tárolás során 3 beállítást alkalmazva *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzs felhasználásával

A 10.ábra alapján a vegyes gyümölcsleveknél egészen a 12. hétig folyamatos pH csökkenés figyelhető meg, amely azonban nem olyan mértékű, mint a szobahőmérsékleten vizsgált minták esetén, hiszen a legalacsonyabb mért pH értékek 3,6-3,7 körüliek. Az MRS tápközegnél a vizsgálat alatt ingadoztak az értékek és a szobahőmérsékleten tárolt mintához hasonlóan alakult a pH változása, azaz végig pH 4-4,5 körüli értékeket mértem. A 21. héten vett mintáknál az MRS tápközeg és a prebiotikummal kiegészített gyümölcsle esetében pH növekedés tapasztalható, amely feltételezhetően összefüggésben áll a sejtek pusztulásával, míg a prebiotikum nélküli lében a pH stagnált.

A szobahőmérsékleten mért értékekhez képest magasabb és lassabb ütemben csökkenő pH arra utal, hogy a sejtek képesek voltak elszaporodni a tápközegekben, azonban az alacsonyabb hőmérséklet miatt kevésbé volt intenzív az anyagcseréjük. A kevésbé alacsony pH kedvezőbb a sejtek túlélése szempontjából, illetve azért, hogy a sejtek anyagcseréje lelassult valószínűleg nem használták fel olyan gyorsan a rendelkezésre álló tápanyagokat.



11.ábra: A sejtszámok alakulása 21 hetes hűtött körülmények között történő tárolás során 3 beállítást alkalmazva *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzs felhasználásával

A **11.ábra** szerint 4 hét elteltével a vizsgált beállításokban a kezdetihez hasonló sejtszámokat mértem, az értékek stagnáltak, míg a szobahőmérsékleten tárolt mintákban ekkor már 10^7 TKE/ml körülire csökkent a sejtkoncentráció. Egészen a 8. hétig magasabb, 10^9 TKE/ml feletti sejtszám tapasztalható a prebiotikummal kiegészített mintákban, mint az anélküliekben hasonló pH értékek mellett, ezért úgy gondolom, hogy érvényesült a prebiotikum védőhatása. Az MRS tápközegben a 8. hétre 10^6 TKE/ml alá csökkent az élőcsíraszám. A 12. héten is még 10^8 TKE/ml feletti sejtkoncentráció figyelhető meg a vegyes gyümölcsle mintákban, azonban a prebiotikumot tartalmazóban jelentős, egy nagyságrendnyi csökkenés tapasztalható az előző hónapban mérthez képest, amelyben közrejátszhatott az is, hogy ekkor már a pH is nagyon alacsony volt. A 21. hétre $9 \cdot 10^4$ TKE/ml-re csökkent a sejtkoncentráció a prebiotikum nélküli gyümölcslemben, míg a másik két mintánál a sejtszám 10^3 TKE/ml-nél alacsonyabb volt.

A kapott eredmények alapján a hűtött körülmények kedvezőbbek voltak a probiotikum életben maradása szempontjából a szobahőmérsékleten történő tárolással szemben, ebben az esetben 3 hónapig mértem 10^6 TKE/ml feletti élőcsíraszámot.

Sheehan és munkatársai (2007) narancslében, áfonyalében és ananászlében vizsgálták különböző probiotikus törzsek túlélését 12 héten át hűtött körülmények között. A legjobb életképességet az *L. casei* DN-114 001, az *L. rhamnosus* GG és az *L. paracasei*

NFBC43338 mutatták, melyeknél ananászleében 10^6 TKE/ml feletti, míg narancslében 10^7 TKE/ml feletti sejtszámot figyeltek meg 12 hét elteltével. A kísérlet során alkalmazott *L. salivarius* törzsek voltak a legkevésbé életképesek, mivel csak 1 hétig produkáltak 10^6 TKE/ml feletti sejtszámot narancslében, míg ananászleében 10^4 TKE/ml alá csökkent ez idő alatt a sejtszám. Ezzel szemben vizsgálatom során a vegyes gyümölcsleében még 12 hét elteltével is 10^8 TKE/ml feletti sejtszámot tapasztaltam.

A 21 hetes, hűtött körülmények között történő tárolás során is megvizsgáltam a szénhidrát- és szerves sav tartalom alakulását HPLC módszer segítségével, amely eredményeit a 11. és 12. táblázatban foglaltam össze.

11.táblázat: A szénhidrát tartalom alakulása a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcsleében hűtött körülmények között történő tárolásnál

Minták	Tárolás ideje	Szénhidráttartalom g/100 ml			
		triszacharid	diszacharid	glükóz	fruktóz
MRS probiotikummal kiegészítve	kezdeti	-	-	0,02	-
	4.hét	-	-	-	-
	8.hét	-	-	-	-
	12.hét	-	-	-	-
	21.hét	-	-	-	-
Vegyes gyümölcsle probiotikummal kiegészítve	kezdeti	0,02	1,75	2,41	3,36
	4.hét	0,02	1,88	2,44	3,34
	8.hét	0,02	1,78	2,24	3,06
	12.hét	0,02	1,78	2,18	2,98
	21.hét	0,02	1,93	2,72	3,66
Vegyes gyümölcsle probiotikummal és prebiotikummal kiegészítve	kezdeti	0,02	1,68	2,32	3,90
	4.hét	0,02	1,62	2,12	3,54
	8.hét	0,02	1,73	2,17	3,64
	12.hét	0,02	1,40	1,73	2,96
	21.hét	0,02	2,19	2,70	4,55

A 11.táblázat alapján megfigyelhető, hogy hűtött körülmények között lassabban hasznosultak a szénhidrátok, mint szobahőmérsékleten, mivel a sejtek kevésbé folytattak intenzív anyagcserét. Megfigyelhető, hogy a tápközegben jelenlévő triszacharidokat sem használták fel a baktériumok, a szobahőmérsékleten tárolt mintáknál tapasztalt eredményekkel ellentétben. A tárolás során a glükóz és a fruktóz koncentráció növekedését okozhatta az összetett szénhidrátok, illetve a prebiotikum hidrolízise révén keletkezett cukrok megjelenése.

12.táblázat: A szerves sav tartalom alakulása a *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzssel fermentált vegyes gyümölcslemben hűtött körülmények között történő tárolásnál

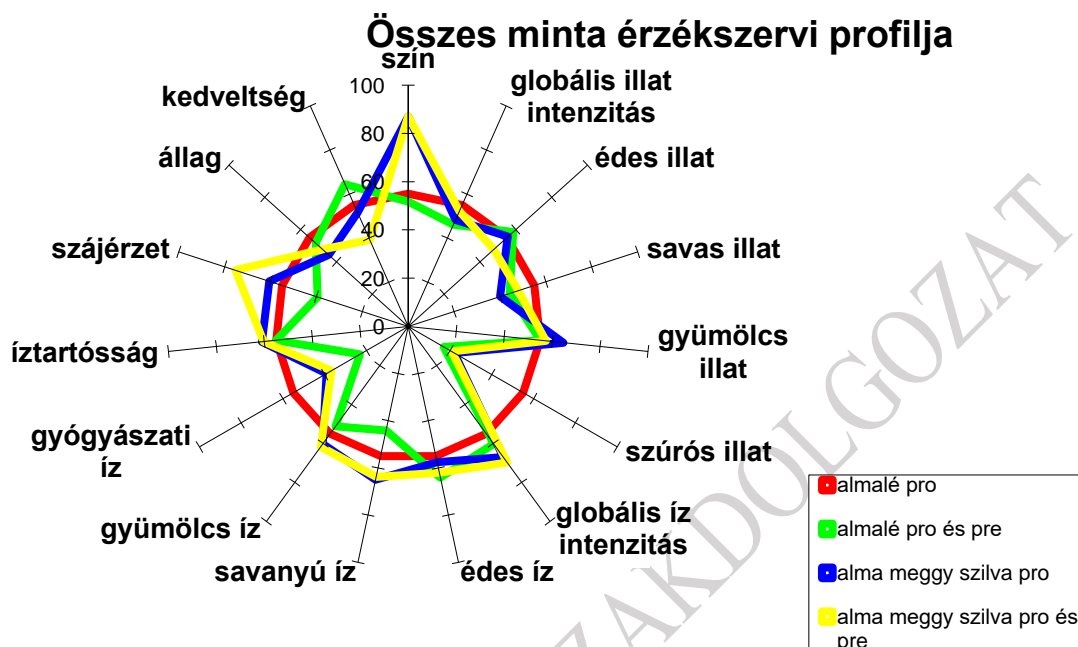
Minták	Tárolás ideje	Szerves sav tartalom mg/100 ml	
		tejsav	ecetsav
MRS probiotikummal kiegészítve	kezdeti	87,51	52,91
	4.hét	63,01	40,83
	8.hét	83,92	59,50
	12.hét	91,13	64,92
	21.hét	92,38	63,90
Vegyes gyümölcsle probiotikummal kiegészítve	kezdeti	62,10	10,31
	4.hét	76,49	10,37
	8.hét	78,93	12,99
	12.hét	90,27	11,78
	21.hét	105,14	15,60
Vegyes gyümölcsle probiotikummal és prebiotikummal kiegészítve	kezdeti	43,33	11,14
	4.hét	61,33	14,57
	8.hét	71,93	5,03
	12.hét	72,00	11,31
	21.hét	97,22	3,75

A 12.táblázat alapján megállapítható, hogy ebben az esetben is a minták tejsav koncentrációja növekedett a legnagyobb mértékben. Ugyanakkor a tejsav tartalmat befolyásolta a tárolási hőmérséklet, hiszen hűtött körülmények között alacsonyabb értékek tapasztalhatóak, amelyet igazoltak a vizsgálat során a szobahőmérsékleten mérthez képest magasabb pH értékek is. Ez ugyancsak a sejtek lassabb anyagcseréjével magyarázható. Az ecetsav koncentráció, míg az MRS tápközegben igen jelentős volt, addig a gyümölcslevekből jóval kevesebb mennyiségben képződött, mint tejsav. Azonban a prebiotikum nélküli leveknek magasabb volt az ecetsav tartalma, mint a prebiotikumot tartalmazóké.

5.4. Érzékszervi vizsgálat eredményei

A vizsgálat során a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Érzékszervi Minősítő Laboratórium munkatársai és hallgatói alkották a bíráló panel tagjait, akik megismerkedtek a profilanalízis vizsgálati módszerével. 10 fős bírálópanellel dolgoztunk az érzékszervi vizsgálat alatt. A bírálat során vizsgált tulajdonságok: szín, globális illat intenzitás, édes illat, savas illat, gyümölcs illat, szúrós illat, globális íz intenzitás, édes íz, savanyú íz, gyümölcs íz, gyógyászati íz, íztartósság, szájéretet, állag és kedveltség voltak. Egy a Biomérnök és Erjedéstechnológiai Tanszéken zajló projekt keretében készített *L. plantarum* 299v

probiotikummal fermentált almalé, és pro- és prebiotikus almalé, valamint az általam készített probiotikus alma-meggy-szilvalé, illetve pro- és prebiotikus alma-meggy-szilvalé minták érzékszervi bírálatát végeztük.



12.ábra: Összes minta érzékszervi profilja

A **12.ábra** foglalja össze a vizsgált minták érzékszervi profilját. A színárnyalat vizsgálatánál az alma-, meggy- és szilvalé keverékből álló minták jelentősen sötétebbek voltak, mint a csak almalevet tartalmazók. A szúrós illat tekintetében a probiotikus almalénél figyeltünk meg magasabb értéket. A vegyes gyümölcsle mintáknál intenzívebb savanyú ízt, valamint szájérzetet tapasztaltunk, mint a pro- és prebiotikus almalé esetén. A vizsgálat alapján a pro- és prebiotikus almalé volt a legkedveltebb, azonban csak 0,06 volt a statisztikailag igazolható szignifikancia szint, míg a legkevésbé kedvelt minta a pro- és prebiotikummal kiegészített alma-meggy-szilvalé volt.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberek egyre nagyobb figyelmet fordítanak az egészséges táplálkozásra, így a fogyasztók körében megnövekedett a kereslet a funkcionális élelmiszerek iránt, melyek közül igen kedveltek a probiotikus termékek számos jótékony egészségügyi hatásuknak köszönhetően. Eddig főként a tejalapú készítmények dominálták a probiotikus italpiacot, azonban ezeket a termékeket sokan nem fogyaszthatják a koleszterintartalom, allergiájuk vagy vegán étrendjük miatt. A gyümölcslevek magas tápanyag és cukor tartalma kedvező a probiotikumok számára, illetve nem tartalmaznak sem koleszterint, sem laktózt, sem pedig tejfehérjét, ezáltal megfelelő alternatívái lehetnek a tejalapú probiotikus készítményeknek. Emellett a gyümölcslevek igen ízletesek, nagy a választék belőlük, amely elősegíti azt, hogy az emberek elegendő mennyiséget fogyasszanak belőlük ahhoz, hogy a probiotikum kedvező fiziológiai hatásai érvényesüljenek.

A fentiekben tárgyaltak ösztönöztek arra, hogy munkám során egy probiotikus gyümölcslelő előállításán dolgozzak különböző *Lactobacillus* törzsek alkalmazásával. Kísérleteim során alma-, meggy- és szilvalé keverékből álló vegyes gyümölcslelővel, valamint *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Lacticaseibacillus casei* 01 és *Ligilactobacillus salivarius* HA-118 törzsekkel dolgoztam, illetve prebiotikumként Raftilint használtam fel. Kísérleteim során végigkövettem a pH és a sejtszám alakulását, valamint a szénhidrát- és szerves sav tartalom változását.

Munkám kezdetén megvizsgáltam a vegyes gyümölcslelő fermentálhatóságát 3 különböző *Lactobacillus* törzs alkalmazásával 1%-os és 5%-os inokulum tenyésztettel történő beoltás esetén. A kapott pH értékek és sejtszámok alapján megállapítottam, hogy 1%-os beoltásnál lassabban játszódott le a fermentáció és 48 órát követően sem erjedtek le a gyümölcslevek megfelelően. Ezzel szemben 5%-os beoltásnál már 24 órát követően jelentős mértékben, pH 4,6-4,4 körüli értékre csökkent a vegyes gyümölcslevek kémhatása, illetve a *L. casei* 01 és a *L. salivarius* HA-118 törzsszel fermentált gyümölcslevekben a kezdetben mért 10^7 TKE/ml-es értékről 10^8 TKE/ml fölé növekedett az élőcsíraszám. A *L. acidophilus* LA-5 törzs alkalmazásakor ugyancsak alacsonyabb pH-t tapasztaltam a 24 órás fermentáció után, azonban a sejtszám 10^5 TKE/ml alá csökkent. Az eredmények alapján az *L. acidophilus* LA-5 törzs számára nem voltak ideálisak a körülmények. Megfigyeltem továbbá, hogy 24 óra alatt jelentősen csökkent a tápközegben jelenlévő szénhidrátok koncentrációja mindhárom törzs esetén. A *L. salivarius* törzs a másik két tejsavbaktériumhoz képest kisebb mértékben metabolizálta a szénhidrátokat, azonban az, hogy nem hasznosította

olyan gyorsan a gyümölcsle tápanyagtartalmát, a tárolás során előnyt jelenthet. Vizsgáltam a gyümölcslevek tejsav és ecetsav tartalmát a fermentációt követően és megállapítottam, hogy mindhárom esetben tejsav volt jelen a legnagyobb mennyiségben. Az *L. acidophilus* törzsnél nem tapasztaltam ecetsav képződést, amely alátámasztotta a törzs homofermentatív voltát. A legbiztosabb eredményeket a *L. salivarius* HA-118 törzs alkalmazásakor értem el. Munkám során ezzel a törzssel dolgoztam tovább és 5%-os inokulum beoltással indítottam a fermentációt.

Ezután megvizsgáltam az MRS tápközegben, valamint a vegyes gyümölcsleiben felszaporított *L. salivarius* HA-118 törzs tűrőképességét a gyomorsavas, valamint epesavas kezeléssel szemben, melyeket 3 órán keresztül végeztem, illetve megfigyeltem a prebiotikummal történő kiegészítés hatását az életképességre. A kezelések első órájában tapasztaltam minden mintánál a legnagyobb sejtszám csökkenést, ezután a gyümölcsle mintáknál nem történt egyik esetben sem nagymértékű változás, 10^7 - 10^8 TKE/ml körül alakult az élőcsíraszám, amely arra utal, hogy kiváló védőhatást biztosítanak a sejtek számára. A gyomorsavas kezelés során jelentősebb mértékű csökkenést 3 óra elteltével a prebiotikummal is kiegészített gyümölcsleknél tapasztaltam és a kezelés végén ennél a mintánál figyeltem meg a legkisebb $3,20 \cdot 10^7$ TKE/ml-es élőcsíraszámot. Ez alapján a gyomorsavas kezelés során nem érvényesült a prebiotikum védőhatása. Ezzel szemben ugyanennél a mintánál az epesavas kezelés 1 órás mintavételét követően végig kismértékű sejtszám növekedést figyeltem meg, amelyből arra következtetek, hogy ez esetben a prebiotikum jelenléte elősegítette a sejtek túlélését.

Végül tárolási kísérletet végeztem annak érdekében, hogy megvizsgáljam a vegyes gyümölcsle eltarthatóságát és a kiválasztott törzs túlélőképességét különböző hőmérsékleti körülmények között. Emellett megfigyeltem, hogy a prebiotikummal történő kiegészítés befolyásolja-e az életképességet. A 24 órás fermentációt követően szobahőmérsékleten 6 héten keresztül, míg hűtött körülmények között 21 héten keresztül tároltam a mintáimat. Szobahőmérsékleten a gyümölcslevek kezdeti 4,5-4,4-es pH értéke 6 hét alatt pH 3,5-re csökkent, amely már meglehetősen savas és nem optimális az élő sejtek számára. Hűtött körülmények között lassabb ütemben csökkent a gyümölcslevek kémhatása és a legalacsonyabb mért értékek pH 3,6-3,7 körül alakultak. Azonban 25°C-on és 4°C-on sem figyeltem meg a vegyes gyümölcsle és a prebiotikummal kiegészített lé között nagy különbséget a pH alakulásában. Az MRS tápközeg pH változása hasonlóan alakult mindkét hőmérsékleten. A tárolási kísérletet mindhárom mintám esetén 10^9 TKE/ml-hez közeli sejtkoncentrációval kezdtem. Szobahőmérsékleten a 6. hétre 10^4 TKE/ml alá csökkent a

gyümölcslevek sejtkoncentrációja. 4°C-on egészen a 8. hétig magasabb, 10⁹ TKE/ml feletti sejtszámot tapasztaltam a prebiotikumot is tartalmazó gyümölcslében hasonló pH értékek mellett, mint az anélkülben, ennek értelmében a prebiotikum jelenlétet elősegítette a sejtek túlélését a tárolás során. A 21. hétre 9*10⁴ TKE/ml-re csökkent a vegyes gyümölcslé élőcsíraszám, míg a prebiotikummal kiegészítetté 10³ TKE/ml alá. A probiotikumok 25°C-on 2 hét alatt felhasználták a tápközeg triszacharid tartalmát, míg 4°C-on kevésbé volt intenzív anyagcseréjük, lassabban hasznosultak a szénhidrátok. Mindkét tárolási hőmérsékleten a tejsav koncentráció növekedett legnagyobb mértékben, azonban hűtött körülmények között alacsonyabb értékeket tapasztaltam. Emellett megfigyeltem, hogy prebiotikummal kiegészített gyümölcslevekben kevesebb mennyiségű ecetsav képződött.

Az érzékszervi bírálat során az alma-meggy-szilvalé keverékéből álló mintáknál sötétebb színárnyalat, intenzívebb savanyú íz és szájérzet volt tapasztalható. A vizsgálat alapján a legkevésbé kedvelt minta a pro- és prebiotikummal kiegészített alma-meggy-szilvalé volt, azonban ez esetben csak 0,06 volt a statisztikailag igazolható szignifikanciaszint.

Az eredményeim alapján megállapítható, hogy az alma-, meggy- és szilvalé keverékéből készült vegyes gyümölcslé megfelelő tápközeget jelentett a *L. salivarius* HA-118 törzs számára. A szobahőmérsékleten tárolt minták esetén 4 hétig, míg hűtött körülmények között 3 hónapig mértem 10⁶ TKE/ml feletti élőcsíraszámot, vagyis a gyümölcslevek ennyi ideig tartalmaztak elegendő mennyiségű élő sejtet ahhoz, hogy probiotikus terméknek tekinthetők legyenek. Emellett megfigyeltem azt is, hogy a tárolási kísérlet során bár a prebiotikum védőhatása észlelhető volt, azonban az nem volt jelentős, a gyümölcslé összetétele megfelelő védőanyagként szolgált a probiotikum számára az optimálistól eltérő körülmények között.

Összességében elmondható, hogy a sikeres volt az alma-, meggy- szilvalé keverékéből álló vegyes gyümölcslé fermentálása *L. salivarius* HA-118 törzs alkalmazásával és a fermentációt követően jóízű terméket kaptam. A probiotikum ellenálló- és túlélőképessége megfelelő volt a különböző körülményekkel szemben és a probiotikus gyümölcslé hűtött körülmények között sokáig eltartható.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

Aspri M., Papademas P., Tsaltas D. (2020): Review on Non-Dairy Probiotics and Their Use in Non-Dairy Based Products. *Fermentation*. 6(1): 30.

DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation6010030>

Bambace M. F., Alvarez M. V., Moreira M. R. (2021): Ready-to-eat blueberries as fruit-based alternative to deliver probiotic microorganisms and prebiotic compounds. *LWT – Food Science and Technology*. 142: 111009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111009>

Barcs J., Jenes B. (2017): Funkcionális élelmiszerek növekvő népszerűsége – a hazai cereáliapiac fogyasztói megítélése. *The Hungarian Journal of Marketing*. IV. évfolyam, 1-2. szám.

Bartal A. (2015): Funkcionális élelmiszerek hatása a betegségek megelőzésére. In: Horváth L., Ternovác B. (ed.): *Ingenia Hungarica I.*, ELTE Eötvös József Collegium, Budapest, pp. 17-31

Borgonovi T. F., Virgolin L. B., Janzantti N. S., Casarotti S. N., Penna A. L. B. (2022): Fruit bioactive compounds: Effect on lactic acid bacteria and on intestinal microbiota. *Food Research International*. 161: 111809. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111809>

Bourebaba Y., Marycz K., Mularczyk M., Bourebaba L. (2022): Postbiotics as potential new therapeutic agents for metabolic disorders management. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 153: 113138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113138>

Cai M. (2019): Fruit-based functional food. In: Galanakis C. M. (ed.): *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness*. Chapter 2. pp. 35-72. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816453-2.00002-4>

Chaney E., Miller E. A., Firman J., Binnebose A., Kuttappan V., Johnson T. J. (2023): Effects of a postbiotic, with and without a saponin-based product, on turkey performance. *Poultry Science*. 102: 102607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102607>

Csiki Z. (2008): A pre-, probiotikumok és az egészséges élet. In: Nagy J., Schmidt J., Jávora A. (ed.): *A jövő élelmiszerei és az egészség*. Center-Print nyomda, Debrecen, pp. 179-196
ISBN 978-963-9732-36-0

Corcoran B. M., Stanton C., Fitzgerald G. F., Ross R. P. (2005): Survival of Probiotic Lactobacilli in Acidic Environments Is Enhanced in the Presence of Metabolizable Sugars. *Applied and Environmental Microbiology*. 71 (6): 3060-3067.

DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.71.6.3060-3067.2005>

Davani-Davari D., Negahdaripour M., Karimzadeh I., Seifan M., Mohkam M., Masoumi S. J., Berenjian A., Ghasemi Y. (2019): Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*, 8(3): 92. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8030092>

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

Demeter P. (2006): A Probiotikumok alkalmazásának lehetőségei emésztőszervi betegségekben. *LAM*. 16(1): 41-47

Dempsey E., Corr S. C. (2022): *Lactobacillus* spp. for Gastrointestinal Health: Current and Future Perspectives. *Frontiers in Immunology*. 13: 840245.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.840245>

Di Cagno R., Coda R., De Angelis M., Gobbetti M. (2013): Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiology*. 33: 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>

Fenyvessy J., Csanádi J., Jankóné dr. Forgács J. (2008): Az élelmiszer alapanyagok minőségi alkalmassága a funkcionális élelmiszer előállításához. In: Nagy J., Schmidt J., Jávora A. (ed.): *A jövő élelmiszerei és az egészség*. Center-Print nyomda, Debrecen, pp. 147-159. ISBN 978-963-9732-36-0

Glenn G., Roberfroid M. (1995): Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*. 125(6): 1401-1412

DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

Grajek W., Olejnik A., Sip A. (2005): Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*. 52 (3): 665-671

Guan Q., Xiong T., Xie M. (2020): Influence of Probiotic Fermented Fruit and Vegetables on Human Health and the Related Industrial Development Trend. *Engineering*. 7(2): 212-218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.03.018>

Gurry T. (2017): Synbiotic approaches to human health and well-being. *Microbial Biotechnology*. 10(5): 1070-1073. DOI: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12789>

Henry C. (2010): Functional foods. *European Journal of Clinical Nutrition*. 64: 657-659. DOI: [10.1038/ejcn.2010.101](https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.101)

Hurtado-Romero A., Del Toro-Barbosa M., Garcia-Amezquita L. E., García-Cayuela T. (2020): Innovative technologies for the production on food ingredients with prebiotic potential: Modifications, applications, and validation methods. *Trends in Food Science & Technology*. 104: 117-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.007>

Khursheed R., Gulati M., Wadhwa S., Vishwas S., Sharma D. S., Corrie L., Alam A., Alnasser S. M., Alkhayl F. F. A., Parveen Z., Nammi S., Chellappan D. K., Gupta G., Zacconi F., Steel A., Adams J., Jha N. K., Dua K., Singh S. K. (2022): Multifaceted role of synbiotics as nutraceuticals, therapeutics and carrier for drug delivery. *Chemico-Biological Interactions*. 368: 110223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2022.110223>

Kleerebezem M., Hols P., Bernard E., Rolain T., Zhou M., Siezen R. J., Bron P. A. (2010): The extracellular biology of the lactobacilli. *FEMS Microbiology Reviews*. 34(2): 199-230. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2009.00208.x>

Kumar A., Kumar D. (2015): Characterization of *Lactobacillus* isolated from dairy samples for probiotic properties. *Anaerobe*. 33: 117-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2015.03.004>

Lillo-Pérez S., Guerra-Valle M., Orellana-Palma P., Petzold G. (2021): Probiotics in fruit and vegetable matrices: Opportunities for nondairy consumers. *LWT – Food Science and Technology*. 151: 112106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112106>

Luckow T., Delahunty C. (2004): Consumer acceptance of orange juice containing functional ingredients. *Food Research International*. 37 (8): 805-814. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.003>

Madai H. (2008): A funkcionális élelmiszerek előállítása, fogyasztása és piaca. In: Nagy J., Schmidt J., Jávor A. (ed.): *A jövő élelmiszerei és az egészség*. Center-Print nyomda, Debrecen, pp. 197-211. ISBN 978-963-9732-36-0

Mauro C. S. I., Guergoletto K. B., Garcia S. (2016): Development of Blueberry and Carrot Juice Blend Fermented by *Lactobacillus reuteri* LR92. *Beverages*. 2(4): 37. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages2040037>

Maurya A. P., Chauhan J., Yadav D. K., Gangwar R., Maurya V. K. (2021): Nutraceuticals and their impact on human health. In: Egbuna C., Mishra A. P., Goyal M. R. (ed.): *Preparation of Phytopharmaceuticals for the Management of Disorders*. Academic Press. Chapter 11. pp. 229-254. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820284-5.00011-3>

Mehrabani S., Khorvash F., Heidari Z., Tajabadi-Ebrahimi M., Amani R. (2022): The effects of synbiotic supplementation on oxidative stress markers, mental status, and quality of life in patients with Parkinson's disease: A double-blind, placebo controlled, randomized controlled trial. *Journal of Functional Foods*. 100: 105397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105397>

Mejia-Gomez C. E., Balcazar N. (2020): Isolation, characterisation and continuous culture of *Lactobacillus spp.* and its potential use for lactic acid production from whey. *Food Science and Technology*. 40(4): 1021-1028. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.29619>

Mohanty D., Misra S., Mohapatra S., Sahu P. S. (2018): Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. *Food Bioscience*. 26: 152-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.10.008>

Mojikon F. D., Kasimin M. E., Molujin A. M., Gansau J. A., Jawan R. (2022): Probiotication of Nutritious Fruit and Vegetable Juices: An Alternative to Dairy-Based Probiotic Functional Products. *Nutrients*. 14(17): 3457. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14173457>

Nagpal R., Kumar A., Kumar M. (2012): Fortification and fermentation of fruit juices with probiotic lactobacilli. *Annals of Microbiology*. 62: 1573-1578. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0412-5>

Panghal A., Janghu S., Virkar K., Gat Y., Kumar V., Chhikara N. (2017): Potential Non-Dairy Probiotic Products – A Healthy Approach. *Food Bioscience*. 21: 80-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2017.12.003>

Patel A. R. (2017): Probiotic fruit and vegetable juices- recent advances and future perspective. *International Food Research Journal*. 24(5): 1850-1857

Perricone M., Bevilacqua A., Altieri C., Sinigaglia M., Corbo M. R. (2015): Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices. *Beverages*. 1: 95-103.

DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages1020095>

Polgár M. (2004): A bélflóra kialakulása újszülöttekben, alakulásának és alakításának jelentősége csecsemő- és gyermekkorban. In: Szakály S. (ed.): *Probiotikumok és humánegészség*. G-Print Nyomda, Budapest, pp. 18-28

Pop O. L., Socaci S. A., Suharoschi R., Vodnar D. C. (2019): Pro and prebiotics foods that modulate human health. In: Galanakis C. M. (ed.): *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness*. Chapter 10. pp. 283-313. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816453-2.00010-3>

Rodríguez L. G. R., Gasga V. M. Z., Pescuma M., Van Nieuwenhove C., Mozzi F., Burgos J. A. S. (2021): Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. *Food Research International*. 140: 109854.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109854>

Romero M. E., Toro M. T., Noriega F., Lopez M.D. (2019): Wellness ingredients and functional foods. In: Galanakis C. M. (ed.): *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness*. Chapter 1. pp. 1-34.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816453-2.00001-2>

Septembre-Malaterre A., Remize F., Poucheret P. (2018): Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*. 104: 86-99.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>

Sheehan V. M., Ross P., Fitzgerald G. F. (2007): Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 8: 279-284. DOI: 10.1016/j.ifset.2007.01.007

Singh V., Muthuramalingam K., Kim Y. M., Park S., Kim S. H., Lee J., Hyun C., Unno T., Cho M. (2021): Synbiotic supplementation with prebiotic *Schizophyllum commune* derived β -(1,3/1,6)-glucan and probiotic concoction benefits gut microbiota and its associated metabolic activities. *Applied Biological Chemistry*. 64:7.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00572-4>

Stanton C., Gardiner G., Meehan H., Collins K., Fitzgerald G., Lynch P. B., Ross R. P. (2001): Market potential for probiotics. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 73(2): 476s-483s. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.476s>

Swanson K. S., Gibson G. R., Hutkins R., Reimer R. A., Reid G., Verbeke K., Scott K. P., Holscher H. D., Azad M. B., Delzenne N. M., Sanders M. E. (2020): The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 17: 687-701. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2>

Szakály S. (2004): Probiotikumokkal kapcsolatos alapismeretek. In: Szakály S. (ed.): *Probiotikumok és humánegészség*. G-Print Nyomda, Budapest, pp. 4-17

Tamang J. P., Shin D. H., Jung S. J., Chae S. W. (2016): Functional Properties of Microorganisms in Fermented Foods. *Frontiers in Microbiology*. 7: 578.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00578>

That L. F. L. N., Xu B., Pandohee J. (2022): Could foodomics hold the key to unlocking the role of prebiotics in gut microbiota and immunity?. *Current Opinion in Food Science*. 48: 100920. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100920>

Tran A. M., Nguyen T. B., Nguyen V. D., E. Bujna, Dam M. S., Nguyen Q. D. (2020): Changes in bitterness, antioxidant activity and total phenolic content of grapefruit juice fermented by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Acta Alimentaria*. 49: 103-110.

DOI: 10.1556/066.2020.49.1.13

Vasiljevic T., Shah N. P. (2008): Probiotics - From Metchnikoff to bioactives. *International Dairy Journal*. 18(7): 714-728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.004>

Vass N., Czeglédi L., Jávor A. (2008): Az állati eredetű funkcionális élelmiszerek jelentősége a humán táplálkozásban. In: Nagy J., Schmidt J., Jávor A. (ed.): *A jövő élelmiszerei és az egészség*. Center-Print nyomda, Debrecen, pp. 49-65. ISBN 978-963-9732-36-0

Vasudha S., Mishra H. N. (2013): Non dairy probiotic beverages. *International Food Research Journal*. 20(1): 7-15

Vukasović T. (2017): Functional foods in line with young consumers: challenges in the marketplace in Slovenia. In: Bagchi D., Nair Sreejayan (ed.): *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products*. Chapter 20. pp. 391-405.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802780-6.00020-1>

Zhang Y., Liu W., Wei Z., Yin B., Man C., Jiang Y. (2021): Enhancement of functional characteristics of blueberry juice fermented by *Lactobacillus plantarum*. *LWT-Food Science and Technology*. 139: 110590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110590>

Internetes hivatkozások

Internet 1.: Hey Ho szilvalé kép és adatok

<https://bevasarlas.tesco.hu/groceries/hu-HU/products/2004120760858>

Internet 2.: Solevita almálé kép és adatok

<https://cashmap.hu/termekek/107857/solevita-almale-100-1-1>

<https://balticfresh.com/lifestyle/way-of-life/vegetarian/100-apple-juice-solevita-11>

Internet 3.: HAPPY FRUITS meggynektár kép és adatok

<https://www.roksh.com/termekek/gyumolcslevek2/happy-fruits-meggynekter-11>

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a témavezetőmnek Dr. Bujna Erika egyetemi docensnek a szakdolgozatom elkészítéséhez nyújtott rengeteg segítségért és biztatásért. Útmutatásai és tanácsai nagymértékben hozzájárultak dolgozatom elkészültéhez.

Továbbá köszönöm a Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék minden dolgozójának, hogy munkám során végig segítségemre voltak bármilyen felmerülő probléma esetén.

FENYVESI BEÁTA SZAKDOLGOZAT

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fenyvesi Beáta
A Hallgató Neptun kódja: FMI9HY
A dolgozat címe: Probiotikus *Lactobacillus* törzsek életképességének vizsgálata fermentált vegyes gyümölcslevekben
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

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


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

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

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

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

Budapest, 2023. április 28.


Hallgató aláírása


KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Fenyvesi Beáta (Neptun azonosítója: FMI9HY) konzulensként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, 2023. április 28.


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.