

SZAKDOLGOZAT

György Tímea
2022

**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIA INTÉZET
BIOMÉRNÖK ÉS ERJEDÉSIPARI TECHNOLÓGIA TANSZÉK**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

**ALMALÉ FERMETÁLHATÓSÁGÁNAK
VIZSGÁLATA PROBIOTIKUS
LACTOBACILLUS TÖRZSEKSEL**

GYÖRGY TÍMEA

**György Tímea
Budapest
2022**

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Biomérnöki

Modul neve: Környezetgazdálkodási

Modul szerinti tanszék: Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék

Szakedolgozat készítés helye: Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék

Hallgató: György Tímea

A szakedolgozat címe: Almalé fermentálhatóságának vizsgálata probiotikus *Lactobacillus* törzsekkel

Konzulensek: Dr. Bujna Erika egyetemi docens

Beadás dátuma: 2022.11.09.

szakedolgozat készítés helyének vezetője
Dr. Nguyen Duc Quang

konzulensek
Dr. Bujna Erika

Dr. Koris András
modul szerinti tanszék vezetője

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
2. A MUNKA CÉLJA	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
3.1. Funkcionális élelmiszerek	4
3.2. Probiotikumok	5
3.2.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	8
3.2.2. <i>Lactobacillus brevis</i>	9
3.2.3. <i>Lactobacillus plantarum</i>	10
3.3. Nem tej alapú probiotikus levek	11
3.4. Alma jellemzése	13
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	15
4.1. Felhasznált mikroorganizmusok	15
4.2. Felhasznált tápközegek	16
4.2.1. Laboratóriumi tápközegek	16
4.2.2. Gyümölcs alapú tápközeg	17
4.2. Alkalmazott módszerek	18
4.3.1. Mikroorganizmusok szaporítása	18
4.3.2. Gyümölcslé fermentáció	18
4.3.3. pH mérés	19
4.3.4. Sejtszám meghatározás	19
4.3.5 Antimikrobiális hatás vizsgálata agar-lyuk diffúziós módszerrel	19
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	20
5.1. Almalé fermentáció <i>Lactobacillus</i> törzsekkel	20
5.2. Monokultúrás erjesztések	20
5.2.1. A pH érték alakulása	20
5.2.2. Sejtszámok alakulása	21
5.3. Vegyes kultúrás erjesztések	23
5.3.1. A pH értékek alakulása	24
5.3.2. Sejtszámok alakulása	25
5.4. Termelt antimikrobás anyag hatásának vizsgálata patogén mikroorganizmusokkal szemben	26
6. ÖSSZEFOGLALÁS	30
7. FELHASZNÁLT IRODALOM	32
Köszönetnyilvánítás	36

1. BEVEZETÉS

Egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk a táplálkozásunkra. Ma már nem az étel mennyisége és ára kapja a fő hangsúlyt, hanem hogy mit is viszünk be a szervezetünkbe. Fontos, hogy az a táplálék, amit elfogyasztunk tartalmazza a szervezet számára megfelelő makro-, mint szénhidrát, fehérje és zsír, valamint mikrotápanyagokat, amikre a szervezetnek kisebb mennyiségben van szüksége. Ilyenek például a vitaminok és ásványi anyagok, például a magnézium, a vas, illetve a kalcium. Kutatások bizonyítják, hogy helyes táplálkozással megelőzhetőek a betegségek. A jó étrend kialakításával és a megfelelő testmozgással csökkenthetőek a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a rák kialakulásának kockázata, de életünk minden területére hatással lehet, fokozhatja az agyműködést, aktívabbak, frissebbek lehetünk (Dreher, 2018)

A probiotikus termékekben leggyakrabban használt baktérium nemzetségek a *Lactobacillus* és a *Bifidobacterium*. A probiotikum fogalom mellett megjelent a "posztbiotikum" is, a szervezet élőflórájának olyan anyagcsereterméke, mely védi az emberi vagy állati gazdaszervezet egészségét, ez lehet mesterségesen előállított is. Az élő baktériumok által kiválasztott, oldható komponensek, beleértve a rövid szénláncú zsírsavakat, enzimeket, peptideket, vitaminokat és szerves savakat, további bioaktivitást biztosítva élettani előnyöket nyújthatnak a szervezet számára. Kutatások alapján a *Lactobacillus plantarum*-ból származó posztbiotikumok fogyasztása antimikrobiális hatást fejt ki, míg a *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium longum* és *Bifidobacterium infantis* keveréke gyulladáscsökkentő hatással rendelkezik (Sang et al., 2013, Nguyen, 2021).

A fokozott tudatosság szint miatt a fogyasztók egyre inkább az egészségesebb ételek, köztük a probiotikus termékek felé fordulnak, melyek jellemzően tejalapúak. A laktóz-intolerancia, tejfehérje allergia, a vegetarianizmus, valamint az állat- és környezetvédelmi aktivizmus arra ösztönözte a vállalatokat, hogy kiterjesszék üzletágukat a tejmentes és növényi alapú probiotikus készítmények felé. Kellenek az új alternatívák azoknak, akik nem fogyaszthatják a tejtermékeket, ezenkívül egészségügyi szempontból is jó hatással lehet az emberi szervezetre, illetve plusz vitaminforrásként is szolgálhat (Nguyen, 2021). Így a gyümölcsök és zöldségek felhasználhatók probiotikus italok előállításához, mely termékek kifejlesztésével kielégíthetők a tejtermékek alternatívái és a vegán alapú italok iránti kereslet (Floyd et al., 2022).

Ezekben a közegekben azonban kevés információ áll rendelkezésre különböző probiotikus mikroorganizmusok kombinációjának alkalmazásáról a fermentációk során, pedig a vegyes kultúrák hatékonyabb egészségügyi előnyökkel járhatnak, mint az egyedi törzsek alkalmazása. Továbbá érdekes lenne összehasonlítani az almalé alapú tápközegben baktériumok anyagcseréjét és növekedési ütemét mono- és vegyes kultúrákban, illetve a fermentált almalé antimikrobiális hatás vizsgálatát patogén törzsekkel szemben.

GYÖRGY TÍMEA SZAKDOLGOZAT

2. A MUNKA CÉLJA

Manapság egyre több ember szenved laktóz intoleranciában, tejfehérje allergiában. Ez a betegség megnehezíti a mindennapokat, tünetei lehetnek a hasi fájdalom, hasmenés, puffadás. Számukra is előnyös lenne probiotikus termékek fogyasztása, melyek többsége tejalapú. Gyümölcsle alapú probiotikus készítmények kiváló alternatívaként szolgálhatnak ezen fogyasztók számára. Rengeteg jótékony hatása és nagy népszerűsége miatt az almalevet választottam kutatómunkám céljául. Emésztési zavarokra az almát otthoni csodaszernek is tartják, megállítja a hasmenést vagy segíti a jó bélműködést továbbá jótékony hatással van a felszívódási folyamatokra, az anyagcserére rengeteg vitamint ásványi anyagot tartalmaz, de még egyes kórokozó folyamatokat is megállíthat (Peng et al., 2021, Gerhauser, 2008)

A munka konkrét célkitűzései a következők voltak:

- Alma alapú fermentált gyümölcsle vizsgálata probiotikus *Lactobacillus* törzsekkel
- Kiválasztott törzsek mono- és vegyes kultúras fermentációjának követése a sejtszám és pH érték változás alapján
- A fermentált gyümölcslevek antimikrobás hatásának vizsgálata patogén törzsekkel szemben
 - semlegesítés nélküli
 - semlegesített almale mintákkal

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Funkcionális élelmiszerek

Napjainkban a fogyasztók olyan élelmiszereket igényelnek, amelyeket fenntartható módon állítanak elő és dolgoznak fel, amelyeket biztonságosnak tartanak, frissek és természetesek, valamint megfelelő tápértékkel rendelkeznek (Putnik et al., 2018). Mivel az egyre nagyobb érdeklődést mutatnak személyes egészségük iránt, elvárják, hogy az általuk elfogyasztott élelmiszerek a tápértéken túl, további kedvező hatást gyakoroljanak az egészségükre (Granato et al., 2010).

A funkcionális élelmiszerek először Japánban jelentek meg az 1980-as évek elején (Gibson és Williams, 2000), de már Hippokratész, a modern orvoslás atyjától is elhangzott e bölcs mondás: „*Gyógyszered legyen az ételed, s ételed legyen a gyógyszered*”.

Ezek az élelmiszerek olyan anyagokat tartalmaznak, amelyek megfelelő mennyiségben fogyasztva, pozitív hatással vannak az emberi szervezet számára. Elősegíthetik a mentális jólétet, rendszeres fogyasztásuk csökkentheti a betegségek kialakulásának kockázatát. Általában egy vagy több jótékony hatású komponenst tartalmaznak, ilyen például a természetes antioxidánsok, mikroelemek és speciális fehérjék (Csapó és Albert, 2018).

Tartalmazhat például C-vitamint, A-vitamint, E-vitamint, B12-vitamint, ami megelőzést nyújthat a daganatos betegségek kialakulásában. Nagyobb rost bevitel, omega-3, omega-6 zsírsavak segíthetnek a szív- és keringési zavarok megelőzésében (Csapó et al., 2016).

Funkcionális élelmiszerek közé sorolhatók azon élelmiszerek is, melyek valamilyen komponensből a szokásosnál kevesebbet tartalmaznak. Ezek a komponensek általában nagyobb mennyiségben negatív hatással lehetnek a szervezet számára. Csökkenthetjük az egyes élelmiszerekben a cukrot, illetve a zsír arányát, ezáltal megelőzhetjük az elhízást vagy segíthet a fogyásban. A különböző funkcionális élelmiszerek gyártása egyre gyorsabban növekszik, köszönhetően annak, hogy a népesség egyre nagyobb arányban szenved valamilyen betegségben, vitaminhiányban vagy allergiában (Csapó és Albert, 2018).

Megfelelő klinikai vizsgálat és biztonságosság, valamint a funkcionalitás jelentős kísérleti bizonyításának hiányában egyetlen friss, feldolgozatlan vagy feldolgozott élelmiszer sem tekinthető funkcionálisnak (Granato et al., 2020).

Azonban ahhoz, hogy forgalomba kerülhessen, az élelmiszert validálni kell, hogy megfeleljen az egyes országok például az Európai Unióban az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) előírásainak (Granato et al., 2020)

A piacon a leggyakoribb funkcionális élelmiszertermékek közé tartoznak a joghurtok (emésztőrendszer egészsége), a gabonafélék (szív egészsége), a margarin/vaj (koleszterin-anyagcsere), valamint az energia-/fehérjeszeletek és italok (éhségcsökkentés) (Granato et al., 2020). A Piacvezető országok a következők: Egyesült Államok, Japán, Ázsiai és Csendes-Óceáni térség, valamint az Európai Unió.

Az elmúlt két évtizedben innovatív feldolgozási technológiák jelentek meg, amelyek segítségével jobban megőrzik a gyümölcsökben és zöldségekben lévő tápanyagokat, gátolják a mikrobiális szaporodást, és kevesebb energiát használnak fel, valamint környezetbarát módon alkalmazhatók (Putnik et al., 2017).

Az egyik legnagyobb kihívást az okozza, hogy a funkcionális vegyületek hozzáadása után a bioaktív vegyületeket tartalmazó élelmiszerek elveszíthetik ízüket, textúrájukat, megjelenésüket és stabilitásukat. Továbbá a megfelelő adagolási rendszer kifejlesztése is költséges, mivel szigorú vizsgálatokat kell végezni (Granato et al., 2020).

3.2. Probiotikumok

A probiotikum szó, amely a latinból származik, azt jelenti: "az életért". Lilly és Stillwell 1965-ben alkotta meg, és a baktériumok által termelt anyagokra korlátozódott, amelyek elősegítik más baktériumok növekedését (Lilly és Stillwell, 1965).

A probiotikum meghatározás: "Élő mikroorganizmusok, amelyek, megfelelő mennyiségben fogyasztva egészségügyi előnyöket biztosítanak a gazdaszervezet számára" (Morelli és Capurso, 2012).

A probiotikumok hatásosnak bizonyultak különféle panaszokra, kezdve a csecsemőkori vagy az antibiotikumok okozta hasmenéstől, a gyulladással járó bélbetegségeken át a rákig és a műtéti fertőzésekig, továbbá az immunszuppresszív kezelés és a besugárzás negatív hatásai ellen (Gupta és Garg, 2009).

Park és munkatársai (2017) arról számoltak be, hogy a rotavírus okozta fertőző hasmenésben szenvedő gyermekeknél a 20×10^9 CFU/g *Bifidobacterium longum* BORI-t és 2×10^9 CFU/g *Lactobacillus acidophilus* AD031-et tartalmazó probiotikus tápszer három napos szájon át történő adagolása után csökkent a hasmenés és hányás gyakorisága a placebo kezeléshez (probiotikummentes sovány tej) képest.

Ezért a jótékony baktériumfajok bejuttatása a gyomor-bél traktusba nagyon vonzó lehetőség a mikrobiális egyensúly helyreállítására és a betegségek megelőzésére (Gupta és Garg 2009).

Kezdetben a probiotikumok csak egy mikroorganizmusfajt tartalmaztak, főként *Saccharomyces* vagy *Lactobacillus* nemzetségekből származókat. A probiotikumok későbbi formái nagyobb választékot és mennyiséget tartalmaztak körülbelül 10^8 és 10^{10} mikroorganizmust. A probiotikus készítményekben leggyakrabban használt különféle baktérium nemzetségek a *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Bacillus* és *Streptococcus* (Wieërs et al., 2020, Ozen et al., 2015).

A probiotikus törzsek kiválasztásának kritériumai közé tartoznak: a tolerancia a gyomor-bélrendszeri körülményekkel szemben, a gyomor- és bélrendszer nyálkahártyáján való megtapadás képessége, és a kórokozók kompetitív kizárása (Oak & Jha, 2018).

A tejsavbaktériumok (LAB), mint élő szervezetek egy csoportja, az 1900-as évek elején alakult ki. Az első tiszta baktériumkultúra izolálása, Bacterium luctis, Lister által 1873-ban történt. A kezdeti kultúrákat sajt- és savanyútej készítéshez használták fel. Ez megnyitotta az utat a fermentált élelmiszerek előállításához (Stiles és Holzapfel, 1997; Zarour, 2017).

Amellett, hogy tejtermékek erjesztésére használják, amelyek főként laktózt tartalmaznak, a laktobacillusok különböző típusú szénforrásokat, például glükózt, galaktózt, szacharózt és maltózt is képesek hasznosítani (Floyd, 2022, Reuben et al., 2019)

A *Lactobacillus* nemzetség tagjai Gram-pozitív, fermentatív, fakultatívan anaerob és nem spóráképző mikroorganizmusok (Jinshui et al., 2020). A *Lactobacillus* törzsek szaporodása akár 45 °C-os hőmérsékleten is bekövetkezhet, de a növekedésük 35±40°C között optimális. Savtűrése 0,3%-tól 1,9%-ig terjed. Szaporodásuk optimális pH-értéke pedig 5,5±6,0 (Gomes és Malcata, 1999). A tejsavbaktériumok legnagyobb fajsámú nemzetsége.

A tejsavbaktériumokat a hexóz anyagcsere útvonalai, 1. ábra alapján három csoportba sorolják, obligát homofermentatív, obligát heterofermentatív és fakultatív heterofermentatív. Egyes esetekben ugyanis a homofermentatív laktobacillusok bizonyos szubsztrátok metabolizálásakor a foszfoglükonát útvonalat is használhatják (Salvetti et al., 2012, Deák et al., 2006, Anjum et al., 2014).

- **Obligát homofermentatív**: Csak hexózokat fermentálnak, az Embden-Meyerhof-Parnas-féle enzimrendszer segítségével, végtermékként tejsavat termelve.
- **Fakultatív heterofermentatív**: A fajok az Embden-Meyerhoff-útvonalon keresztül metabolizálják a hexózokat, és fő végtermékként tejsavat termelnek. A szervezetek a foszfoglükonát-útvonalon keresztül képesek a pentózokat és a glükonátokat is

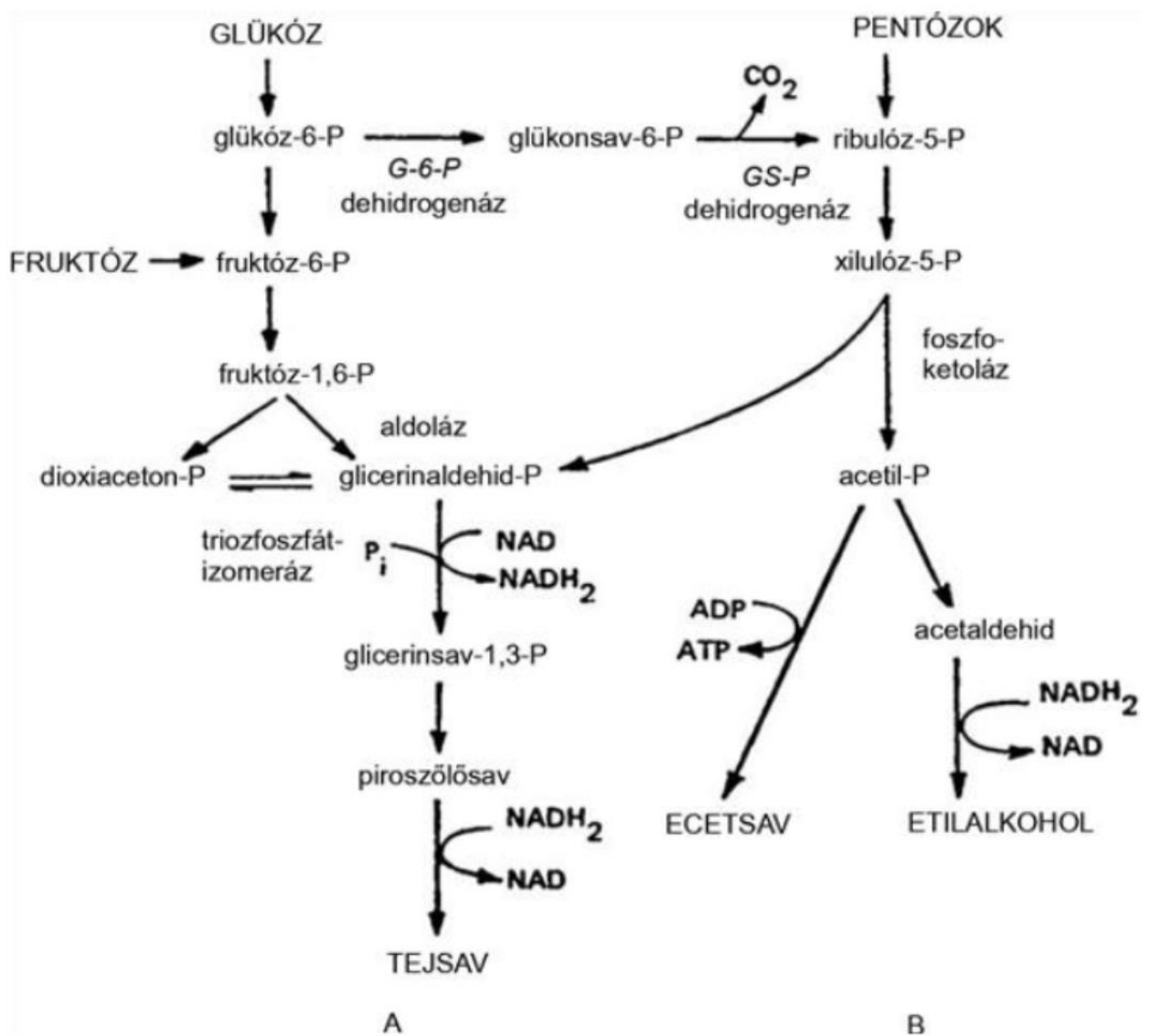
fermentálni, mivel rendelkeznek aldoláz és foszfoketoláz enzimmel is. Ennek eredményeként tejsavat, ecetsavat, etanolt és hangyasavat termelnek glükóz korlátozás mellett.

- **Obligát heterofermentatív:** foszfoglükonát-útvonalon keresztül metabolizálják a pentózokat és hexózokat végtermékként tejsav, etanol (vagy ecetsav) és CO₂ keletkezik. (Salveti et al., 2012; Deák et al., 2006)

A különböző csoportokba tartozó *Lactobacillus* törzsek az 1. táblázatban találhatóak.

1.Táblázat: *Lactobacillus* fajok csoportosítása glükóz metabolizmusuk alapján

Csoportok	<i>Lactobacillus</i> fajok
Obligát homofermentatív	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. helveticus</i>
Fakultatív heterofermentatív	<i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. sakei</i>
Obligát heterofermentatív	<i>L. brevis</i> , <i>L. buchneri</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. pontis</i>



1.Ábra Homofermentatív (A); heterofermentatív (B) erjedés. (Deák et al., 2006)

3.2.1. *Lactobacillus acidophilus*

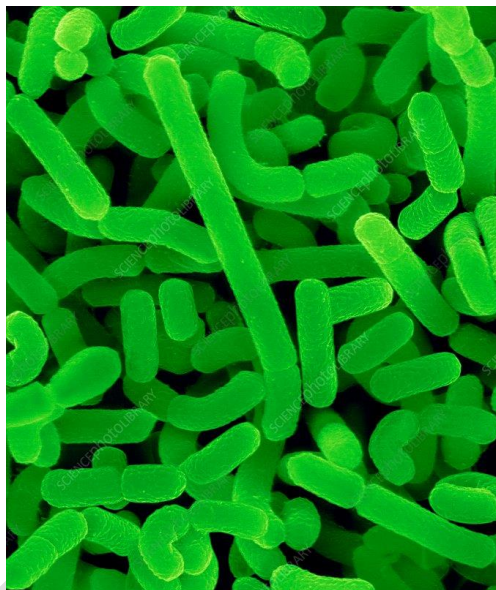
A *Lactobacillus acidophilus* obligát homofermentatív mikroorganizmus. Alakja lekerekített pálcára hasonlít, a fermentatív anyagcsere végtermékeként tejsavat termel. Mérete 0,6-0,9 µm-től 1,5-6,0 µm-ig terjedhet. A sejtek párokat vagy rövid láncokat alkotnak (2.ábra). Ez a baktérium a 4-5 vagy annál alacsonyabb pH-jú közegben is életképes (Süle, 2016)

A táptalajban lévő telepek, morfológiája szabálytalan alakú, míg a felszínen lévőké csavart formát mutat. Anaerob, illetve fakultatív anaerob tulajdonságokkal is rendelkeznek, ami annyit

jelent, hogy oxigén jelenlétében aerob légzés eredményeképpen ATP-t termelnek, oxigén hiányában pedig erjedéssel kapcsolatos folyamatokat indítanak el. Szaporodni 35-48°C-on képesek (Süle, 2016)

1900-ban az emberi gyomor-bélrendszerből izolálták az említett baktériumot, melyet *Bacillus acidophilus*-nak neveztek el (Bull et al., 2013).

A *Lactobacillus acidophilus* sokak által dokumentált felhasználása elsősorban a tejiparban gyakori, de újabban már probiotikumként is használják. Számos tanulmányban kimutatták, hogy az *L. acidophilus*-t tartalmazó tejtermékek fogyasztása megelőzheti vagy megfékezheti a bélfertőzéseket, javíthatja a laktóz emésztését vagy rákellenes hatás kifejtésében is segíthet (Oak és Jha, 2018).

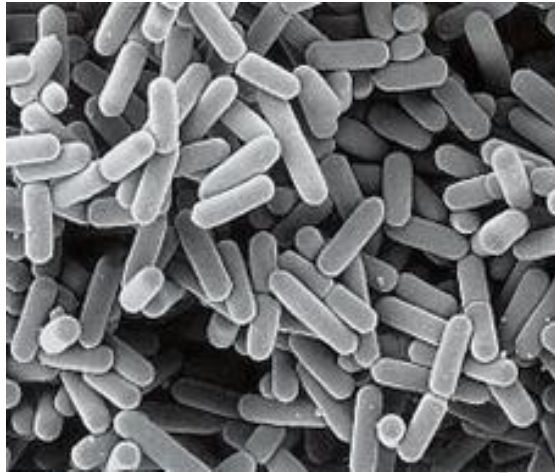


2. ábra: *Lactobacillus acidophilus* (Internet1)

3.2.2. *Lactobacillus brevis*

A *Lactobacillus brevis* heterofermentatív tejsavbaktérium (LAB), optimálisan 30 °C-on és pH 4-6 -n fejlődik, alakja pálca alakú, ahogy a 3. ábrán is látható (Feyereisen et al., 2019). Általában tejből, sajtból, savanyú káposztából, tehéntrágyából, ürülékből, szájból izolálják, valamint az emberek és patkányok bélrendszerében is megtalálható (Rönkä et al., 2003).

A *Lactobacillus brevis*-t fermentált élelmiszerek előállítására használják. E faj törzseit "probiotikumként" is jellemezték, amelyek várhatóan elősegíthetik a bélmikrobióta javítását és a fogyasztók egészségét (Feyereisen et al., 2019).



3.ábra: *Lactobacillus brevis* (Internet 2.)

3.2.3. *Lactobacillus plantarum*

A *Lactobacillus plantarum* egy pálcá alakú, fakultatív heterofermentatív tejsavbaktérium (4.ábra). Általában tej-, hús- és zöldségfermentációra használják. Jótékony hatásúnak bizonyult a bélrendszeri rendellenességekben, például a gyulladós bélbetegség, diszlipidémia, magas koleszterin, elhízás és cukorbetegség, valamint a pszichológiai zavarokat érintő agyi egészségügyi problémákban (Liu et al., 2018, Seddik et al., 2017).



4.ábra: *Lactobacillus plantarum* (Internet 3.)

3.3. Nem tej alapú probiotikus levek

A tej alapú erjesztett termékeket és joghurtokat már ősidők óta használják egészségmegőrzésben betöltött pozitív tulajdonságai végett (Bansal et al., 2015).

A tej fogyasztása esetén azonban problémát jelenthet a tejcukor érzékenység. A laktóz intolerancia (LI), a laktóz emésztésének hiánya, a laktáz enzim alacsony szintje miatt. Több mint 30 millió ember szenved miatta. A laktáz aktivitás az életkor előrehaladtával csökken, ami azt eredményezi, hogy a fel nem szívódott laktózt a vastagbélbaktériumok metabolizálják, rövid szénláncú zsírsavak és gázok keletkezése közben (Mattar et al., 2012).

A laktáz enzim aktivitását számos tényező befolyásolja, mint például az életkor, a faj, a vékonybélhártya integritása és a vékonybélhártya-összetétel (Oak és Jha, 2018).

A laktóz-intolerancia, amely egyre több embert érint, továbbá a vegetarianizmus növekvő tendenciája, az élelmiszeripart is arra sarkalta, hogy további fejlődjön ezen a területen (Granato et al., 2010). Mivel nem létezik olyan kezelés, amely növelné szervezetünk laktáz termelő képességét, a tüneteket a diétával kell kontrollálni, illetve a tejet kereskedelmi forgalomban kapható alternatív tejhelyettesítő termékek fogyasztásával lehet helyettesíteni. A fogyasztók tejtermékek alternatívái iránti érdeklődésének közelmúltbeli megnövekedése új távlatokat nyitott a nem-tejalapú termékek számára is. Különböző mátrixok és szubsztrátumok, mint például gabonafélék, gyümölcslevek vagy ezek keverékei is, felhasználásra kerülhetnek a jótékony mikroorganizmusok bejuttatására (Bansal et al., 2015).

A gyümölcslevek ideális közegek lehetnek a probiotikum növekedéséhez, mivel eleve tartalmazzák alapvető tápanyagokat, jó megjelenésűek és jó ízűek (Luckow és Delahunty 2004).

Az új termékek fejlesztése és piacra kerülése azonban állandó kihívást jelent, mert meg kell felelnie a fogyasztói elvárásoknak és az előírásoknak. A terméknek a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie: megfelelő érzékszervi és fizikai-kémiai jellemzők, hosszabb eltarthatósági idő, kémiai stabilitás és elfogadható ár (Granato et al., 2010).

Ami nehézséget okozhat, hogy a probiotikumok túlzottan savas közegben nem élnek meg jól. A stabilitás javításának egyszerű módja lehet a gyümölcslevek dúsítása prebiotikummal vagy olyan összetevőkkel, amelyek védőhatást fejthetnek ki. A másik negatív dolog a probiotikummal kapcsolatban, hogy a termékben gyakran mellékíz jelenik meg. A „maszkolás” technikát, a probiotikumok által okozott szokatlan illatok és ízek csökkentésére alkalmazzák. Luckow és munkatársai (2006) kutatásaik során probiotikus narancslevet állítottak elő és érzékszervi bírálatnak vetették alá. A fogyasztók fele tájékoztatást kapott a jelenlétéről és a probiotikumok egészségügyi előnyeiről, az ő véleményüket a kapott információk jelentősen befolyásolták. A probiotikus kultúrákat tartalmazó gyümölcslevek náluk népszerűbbek voltak, mint azoknál, akik nem kaptak tájékoztatást. Ebből arra következtettek a kutatók, hogy az egészségügyi tájékoztatásnak és az íz-maszkírozási technikáknak lehetnek pozitív hatásai (Luckow et al., 2006).

Luckow és Delahunty (2004) kutatásaik során feketeribizli-lé fajtákat értékelték. Az egyik gyümölcsle probiotikus *Lactobacillus plantarum* 299v kultúrákat tartalmazó termék, a másik hét gyümölcsle pedig kereskedelmi forgalomban kapható volt. A fogyasztói tesztelés kimutatta, hogy érzékelhető érzékszervi különbségek voltak a hagyományos feketeribizli levek és a *Lactobacillus plantarum* 299v-t tartalmazó probiotikus feketeribizli lé között. A probiotikus feketeribizli leveket úgy írták le, parfümös és tejes illatú, savanyú és zamatos ízű. Ezen érzékszervi különbségek ellenére a bevezetéskor a fogyasztók nem mutattak ki egyik gyümölcsle (probiotikus vagy hagyományos) esetében sem preferenciát.

Sőt megállapították, hogy van néhány fogyasztói réteg, akik jobban kedvelték a probiotikus lé érzékszervi tulajdonságait. Különösen az idősebb (40 év feletti) nők részesítették előnyben a probiotikus gyümölcslevek megjelenését, illatát és ízét, továbbá hajlandóságot mutattak a probiotikus gyümölcslevek gyakori fogyasztására.

A probiotikus kultúrák alkalmazása nem tejalapú termékekben nagy kihívást jelent, hiszen meg kell tartani az életképességüket akár szélsőséges körülmények között is. Az életképességük olyan tényezőktől függ, mint a közeg pH-ja, a tárolási hőmérséklet, az oxigénszint, valamint a

konkurens mikroorganizmusok és gátlószerek jelenléte. Fontos, hogy a termékben minél hosszabb ideig megmaradjon a probiotikum aktivitása és életképessége (Granato et al., 2010). A tárolás szobahőmérsékleten például gabonakészítményeknél, italoknál, édességeknél stb., a probiotikumok stabilitása szempontjából óriási kihívást jelenthet. Gyümölcs- vagy zöldséglevekbe közvetlenül, fermentáció nélkül is bevihetők probiotikus mikroorganizmusok, ezzel növelhető az életképes mikroorganizmusok száma és a termék funkcionalitása (Granato et al., 2010).

Nguyen (2021) háromféle trópusi gyümölcsle, köztük ananász, mangó és banán erjesztését vizsgálta a *Lactobacillus acidophilus* 150, *Lactobacillus casei* 01, *Lactobacillus plantarum* 299v, *Bifidobacterium lactis* Bb12 és *Bifidobacterium longum* DSM16603 probiotikus baktériumtörzsekkel. Emellett figyelemmel kísérték a fermentált gyümölcsital egyes tulajdonságainak változását a tárolás során. A *Lactobacillus* és a *Bifidobacterium* törzsek esetében 16 órás erjedés után a fermentált gyümölcslevek pH-ja a kezdeti pH 6,4-ről az ananászlé esetében a pH 3,8-3,96, a mangólé esetében a pH 4,05-4,5, a banánlé esetében pedig a pH 4,12-4,34 tartományba csökkent. Valamennyi vizsgált törzs jó növekedési tulajdonságokat mutatott a gyümölcsleveken tápanyag-kiegészítés nélkül. Ananászlében kb. 10 log CFU/ml, a mangó- és banánlében pedig 9 log CFU/ml volt a sejtszám a fermentáció végén. A *L. acidophilus* 150 mutatta a legalacsonyabb növekedést a gyümölcslevekben, az élőcsíraszám 8,22-8,63 log CFU/mL közötti tartományt ért el a háromféle gyümölcsleében.

Bujna és munkatársai (2017) kajszibaracklevet erjesztettek két *Lactobacillus* és két *Bifidobacterium* törzssel. 24 órás fermentáció után, az összes vizsgált *Bifidobacterium* és *Lactobacillus* törzs jól növekedett a sárgabaracklében tápanyag-kiegészítés nélkül is. A sejtek száma a fermentáció 24 órájában minden esetben 10^8 CFU/ml-nél nagyobb volt.

Yuliana és munkatársai (2010) arról számoltak be, hogy a kókusztej *L. acidophilus* által történő fermentálása 20 óra elteltével 9,89 log CFU/ml életképes sejtet eredményezett, s a termék pH értéke 3,79 volt. 16. napos 5 °C-on történő tárolást követően 10 log CFU/ml körüli életképes sejtszámot mutattak ki pH 3,58 -érték mellett.

3.4. Alma jellemzése

Hazánkban rengeteg almatermelő vidék található, a legtöbbet fogyasztott gyümölcsünk. Az alma nagy mennyiségben tartalmaz antioxidánst, nagy a rosttartalma, kedvezően hat a bélmikrobiótára, sok káliumot tartalmaz és egyéb jótékony hatásai is ismertek (Szendrei. és Csupor., 2006).

Gerhauser (2008) szerint az alma és az almalé a leginkább fogyasztott gyümölcs és gyümölcsle Németországban, ez éves átlagban 18,4 kg/12,8 liter egy főre jutó fogyasztás. Az alma és az almatermékek számos jótékony hatással rendelkeznek, amelyek hozzájárulhatnak a szív- és érrendszeri betegségek megelőzéséhez, az asztma a cukorbetegség és az elhízás kialakulásához. Az alma és az almalé tápanyagait a 2. táblázat foglalja össze.

2.táblázat: Az alma és az almalé átlagos tápanyagtartalma (100 g tömegrre nézve) (Gerhauser, 2008)

	Alma	Almalé
Víz (g)	85,3	88,1
Energia (kcal/kJ)	54/227	48/203
Fehérje (g)	0,3	0,07
Zsír (g)	0,6	0,6
Szénhidrátok (g)	11,4	11,1
Rost (g)	2,0	0,77
Pektin (g)	0,5	0,032
Kálium (mg)	144	116
Kalcium (mg)	7,0	4,2
Magnézium (mg)	6,0	6,9
Foszfor (mg)	12,0	7,0
C-vitamin (mg)	12,0	1,4
Szerves gyümölcsavak (g)	0,5	0,74

A fehérjetartalom, a rost- és a természetes C-vitamin-tartalom kivételével, az alma és az almalé átlagos tápanyag-összetétele meglehetősen hasonló (Ko et al., 2005). 10 egészséges férfi önkéntes segítségével vizsgálták többek között az alma jótékony hatását és megállapították, hogy javuló antioxidáns kapacitást mutattak ki a hidroxilgyökökkel szemben. Egy nemrégiben végzett tanulmányukban, amely egy közepes méretű alma teljes antioxidáns aktivitását mutatta ki (150 g) 2,250 mg C-vitaminnak felel meg. A humán tumorsejtek proliferációjának erős gátlását mutatták ki, amit a fenolos savaknak és flavonoidoknak tulajdonítható.

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. Felhasznált mikroorganizmusok

A kísérletekhez az 3.táblázatban található *Lactobacillus* törzseket használtam fel.

3. táblázat felhasznált *Lactobacillus* törzsek

Törzs neve	Törzs száma	Forgalmazó
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	La5	Christian Hansen
<i>Lactobacillus brevis</i>	HA-112	Lallemand Health Solutions
<i>Lactobacillus plantarum</i>	299v	

A *Lactobacillus* törzseket folyadéktenyészet formájában tartottam fent MRS táplevesben és 37°C-on aerob körülmények között tenyésztettem. Többszöri átoltást végeztem az egyes kísérletek előtt a nagyobb szaporodóképesség elérése érdekében.

A 4. táblázatban láthatóak azok a patogén törzsek, amelyeket a kísérleteim során felhasználtam, s melyek az Élelmiszer-mikrobiológiai, -higiéniai és -biztonsági Tanszék törzsgyűjteményéből származtak.

4.táblázat: Felhasznált patogén mikroorganizmusok

Törzs neve
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7
<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739
<i>Listeria monocytogenes</i> 4ab

4.2. Felhasznált tápközegek

4.2.1. Laboratóriumi tápközegek

- **MRS tápleves**

A törzsek fenntartásához MRS táplevest készítettem. A komponenseket az 5. táblázatban leírtak alapján táramérleg segítségével összemértem, majd mágneses keverő segítségével homogenizáltam. A tápközeget 121°C-on 15 percig autoklávoztam.

5. táblázat: MRS tápleves összetevői

Összetevő	Mennyiség
Trypticase pepton(BBL)	10 g
Phytone pepton	5 g
Glükóz	5 g
Élesztőkivonat	2,5 g
K ₂ HPO ₄	2 g
Cisztein- HCl	0,5 g
MgCl ₂ *6H ₂ O	0,5 g
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,25 g
CaCl ₂ *2H ₂ O	0,15 g
FeCl ₃ *6H ₂ O	0,03 g
Tween 80	1 ml
Desztillált víz	1000 ml

- **MRS tápagar**

Összetétele megegyezik az MRS táplevesével (5.táblázat), kiegészítve 15 g agar-aggarral.

- **Fiziológiás sóoldat**

A hígítási sor végrehajtásához fiziológiás sóoldatot készítettem, melyhez 1000 ml desztillált vízben feloldottam 8,5 g NaCl-ot. Ezt követően kémcsövekbe pipettáztam 4,5 ml-t, majd 121°C-on autoklávoztam 15 percig.

- **TSB tápleves**

A patogén törzsek fenntartásához TSB táplevest készítettem. A komponenseket a 6. táblázatban leírtak alapján táramérleg segítségével összemértem, majd mágneses keverő segítségével

homogenizáltam. Ezt követően lombikba mérőhengerrel 250ml mennyiségeket kimértem, majd a lombikokat 121°C-on 15 percig autoklávoztam.

6. táblázat: TSB tápleves összetevői

Összetevő	Mennyiség (g/l)
Pankreász enzimekkel emésztett kazein	17
Papainnal emésztett szójaliszt	3
NaCl	5
Dextróz	2,5
KH ₂ PO ₄	2,5

- **TSB tápagar**

Összetétele megegyezik a TSB táplevesével (6. táblázat), kiegészítve 13 g/l agar-aggarral. A tápagart 121 °C-on 15 percig sterilizáltam.

4.2.2. Gyümölcs alapú tápközeg

A kísérleteim során a SPAR 100%-os almalevét használtam, amit kereskedelmi forgalomban vásároltam 1literes kiszerelésben (5.ábra, 7.táblázat)

7. táblázat Almalé átlagos tápértéke

Tápanyagok	100 ml termékben
Energia	193 kJ / 46 kcal
Zsír	<0,5 g
amelyből telített zsírsavak	<0,1 g
Szénhidrát	11 g
amelyből cukrok	11 g
Rost	<0,5 g
Fehérje	<0,5 g
Só	<0,01 g



5. ábra: SPAR almalé (Internet 4.)

4.2. Alkalmazott módszerek

4.3.1. Mikroorganizmusok szaporítása

Lactobacillus törzsek szaporítása

A *Lactobacillus* törzseket felhasználás előtt felszaporítottam. A folyadéktenyészetként hűtőszekrényben tárolt sejt kultúrából, steril fülke alatt átoltottam 10ml MRS táplevesbe, majd 37 °C-on 16-24 óráig termosztáltam.

Patogén törzsek szaporítása

A kórokozó törzseket a folyadéktenyészetként hűtőszekrényben tárolt sejt kultúrából, steril fülke alatt kémcsövekbe átoltottam 10ml TSB táplevesbe, majd 37 °C-on termosztáltam.

4.3.2. Gyümölcsle fermentáció

Az almalé fermentációt megelőzően ellenőriztem a kiindulási gyümölcsle kémhatását. Az almalé kezdeti pH értéke 3,69 volt, ami jóval alacsonyabb, mint a *Lactobacillus* törzsek növekedéséhez szükséges optimális pH érték, ezért beállítottam steril 4N NaOH oldattal, egy kedvezőbb pH 6-os értékre

Ezt követően a megfelelő kémhatású gyümölcsleből 50-50 ml-t sterilizált üvegbe mértem. A gyümölcslevet a kísérleti beállításhoz megfelelő 24 órás baktérium tenyészet 1 v/v % illetve 5 v/v %-nyi mennyiségével oltottam be. A beoltást követően a lombikokat 24-48 óráig 37°C-os termosztátba helyeztem, s meghatározott időközönként mintát vettem. A mintákból meghatároztam a pH-t és az élősejtszámot.

4.3.3. pH mérés

Az almalevem pH értékeit a Mettler Toledo SevenMulti™ féle pH mérő segítségével mértem, melyet az előírásoknak megfelelően kalibráltam a megfelelő pufferoldatokkal. Méréseket végeztem a gyümölcsleven, a monokultúrával-, illetve a vegyes kultúrával beoltott levek esetén is.

4.3.4. Sejtszám meghatározás

Az élőcsíra szám meghatározás tizedelő hígítást követő lemezöntéssel történt. 0,5 ml baktérium tenyészetet hozzáadtam a már kémcsövekbe kimért, steril (4,5 ml) fiziológiai sóoldathoz. Ezt jól homogenizáltam és tizedelő hígítást végeztem minden baktérium törzsnél, majd párhuzamos lemezöntést végeztem MRS tápaggal. A lemezeket hagytam megdermedni, majd 37°C-on inkubáltam 48 óráig.

4.3.5 Antimikrobiális hatás vizsgálata agar-lyuk diffúziós módszerrel

A vizsgálat során a felszaporított kórokozókból 0,5 ml-t pipettáztam a Petri-csészébe, TSB agarral leöntöttem és körkörös mozdulatokkal homogenizáltam, majd hagytam megdermedni. Megszilárdulás után 8 mm átmérőjű lyukakat készítettem a táplemezbe. A vizsgálandó mikroba tenyészetekből, fülke alatt steril Eppendorf csőbe pipettáztam, 14000 rpm fordulatszámon 10 percig centrifugáltam, ezt követően a sejtmentes felülúszó 100 ul-ét a lyukakba mértem és hűtőszekrényben hagytam állni 1 órát, majd az agar lemezeket 37 °C-on inkubáltam, 24 órán át.

5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. Almalé fermentáció *Lactobacillus* törzsekkel

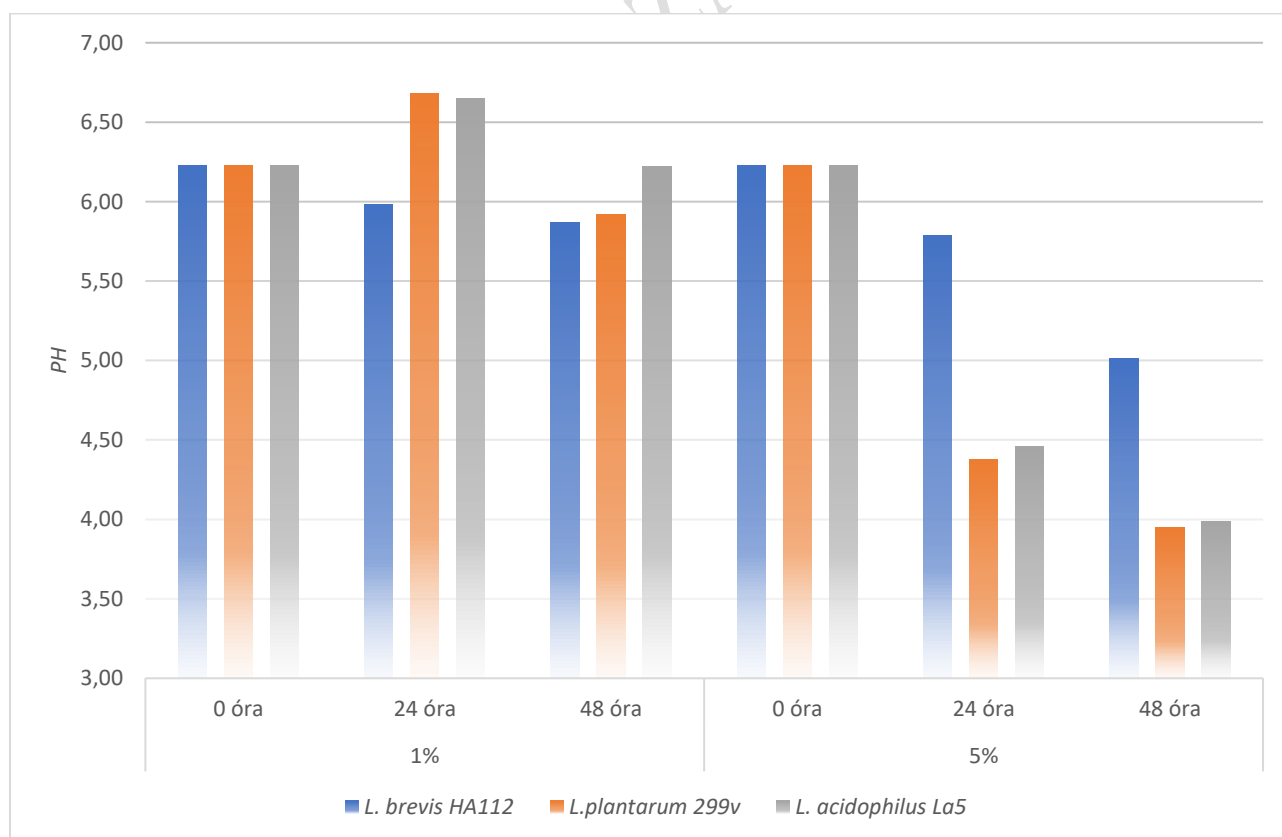
A szakdolgozatomban almalé fermentálhatóságát vizsgáltam 3 probiotikus *Lactobacillus* törzs mono- és vegyes kultúrájának alkalmazásával. A fermentáció során néztem a pH, valamint a sejtszám alakulását, továbbá a fermentált gyümölcslevek antimikrobás hatását.

5.2. Monokultúrás erjesztések

A kísérlet során *Lactobacillus plantarum* 299v, *Lactobacillus acidophilus* La5 és *Lactobacillus brevis* HA 112 törzsekkel végeztem 24 illetve 48 órás almalé fermentációt. A kísérletet elvégeztem 1 v/v %-nyi illetve 5 v/v % beoltottság mellett.

5.2.1. A pH érték alakulása

A kiinduláskor és a fermentáció 24. illetve 48. órájában mintát vettem. A pH értékek változását a 6. ábrán szemléltetem.



6. ábra: A pH alakulása 24 és 48 órás fermentáció alatt almalében 3 különböző *Lactobacillus* törzssel

A kezdeti pH 6,23 volt, a diagrammról leolvasható, hogy 1 v/v % beoltottság mellett nem történt nagy pH változás a 2 napos fermentáció során, 24 óra elteltével még növekedett is az érték *L. plantarum* 299v és *L. acidophilus* La5 törzseknél. A kémhatás ezen két baktériummal beoltott almalé mintákban csak 48 óra eltelténél kezdett csökkenni. A pH kismértékű csökkenése 24 óra után csupán a *L. brevis* törzsnél figyelhető meg (pH 5,87) 1% beoltás esetén. A tejsavbaktériumok szaporodása összefüggésben áll a tejsavtermeléssel.

1 v/v % beoltottságnál a szaporodás lassan indult el., ezért egy nagyobb, 5% kiindulási sejtkoncentráció mellett is indítottam fermentációkat a vizsgált törzsekkel.

5 v/v % beoltottság mellett már megfigyelhető a pH csökkenése. 24 óra alatt *Lactobacillus plantarum* 299v törzsnél volt a legnagyobb változás, a pH 6,23-ról pH 4,38-re csökkent, majd 48 óra alatt pH 3,95-re. Hasonló pH csökkenés figyelhető meg a *Lactobacillus acidophilus* La5 törzssel fermentált almalében, 24 óra alatt pH 6,23-ról pH 4,46-ra, 48 óra alatt pedig pH 3,99-re csökkent le a kezdeti kémhatás. Legkisebb csökkenést a *Lactobacillus brevis* HA112 törzs fermentációja során tapasztaltam, melynél 24 óra alatt csupán pH 5,79 értékre, 48 óra alatt a pH 5,01 értékre csökkent. Értékelve az eredményeket 48 órás 5 v/v % beoltottság mellett látható nagyobb pH csökkenés. Az almalé megfelelő tápközeg volt szinte az összes törzs számára, a *Lactobacillus* törzsek nemcsak túléltek a körülményeket, hanem elkezdtek a szaporodást. A *Lactobacillus brevis* HA112 törzsnek volt a legkevésbé kedvező a közeg.

5.2.2. Sejtszámok alakulása

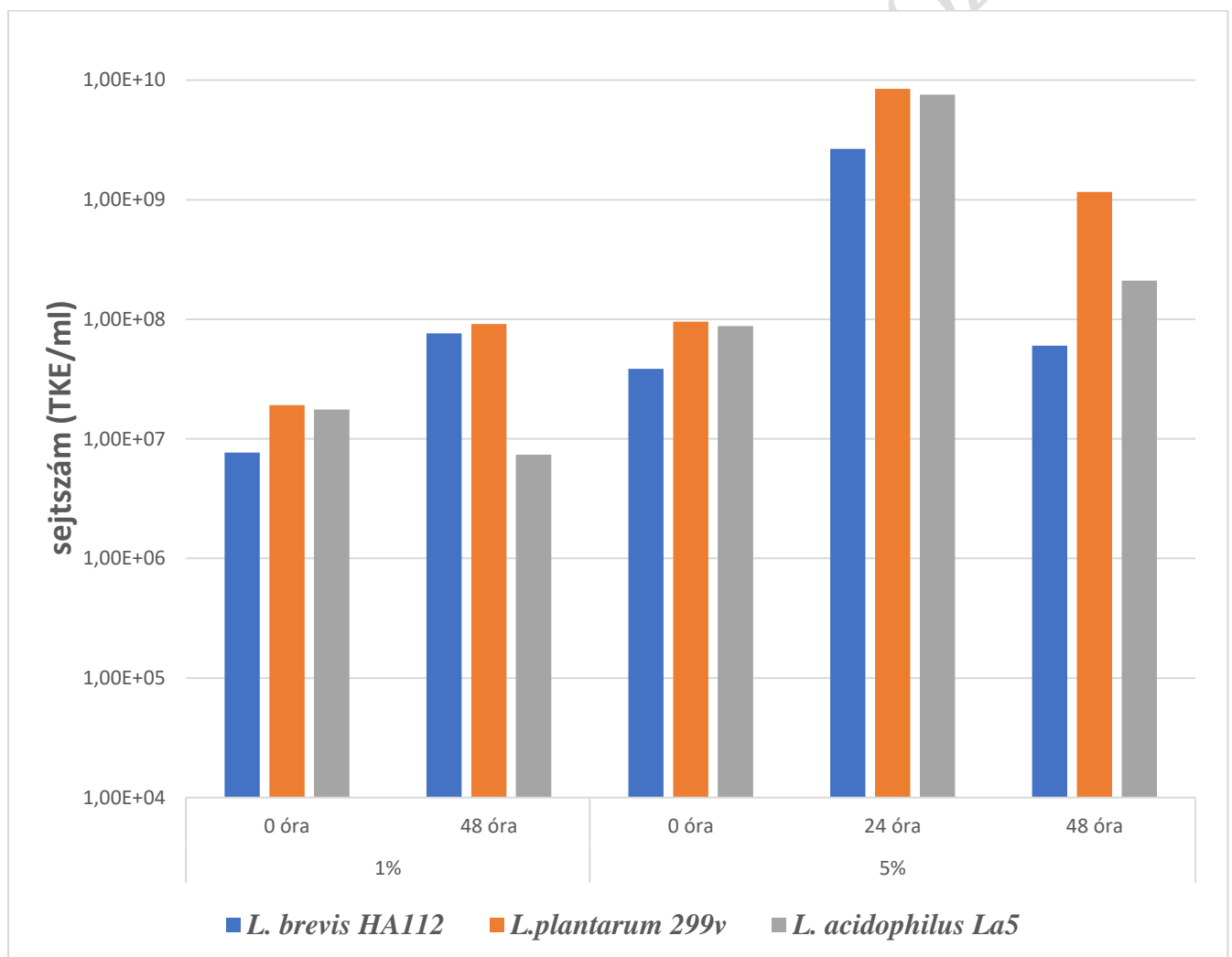
A különböző törzsekkel elvégzett almalé fermentáció során a 24 és 48 órás minták sejtszám eredményei a 7. ábrán láthatók.

Leolvasható, hogy 1 v/v % beoltottság mellett nem történt kiugró sejtszám változás, ez egyezőséget mutat a pH értékekkel is. Sejtszám meghatározás csak 48 óránál volt, hisz a pH nem csökkent 24 órás fermentációt követően, valamint volt olyan törzs, a *Lactobacillus acidophilus* La5, ahol 48 óra után egyértelmű pusztulás látható.

5 v/v % beoltottság mellett jelentős sejtszám növekedés volt tapasztalható. Ezt támasztják alá a pH értékek is. Mind a három törzs esetében 24. órában voltak nagyobbak a sejtszám értékek. A legeredményesebbnek a *Lactobacillus plantarum* 299v törzs bizonyult, 24 óra elteltével $8,45 \cdot 10^9$ tke/ml sejtszámot eredményezett, mely a fermentáció 48. órájára $1,17 \cdot 10^9$ tke/ml-re csökkent. Kicsivel kevesebb, de hasonló $7,56 \cdot 10^9$ tke/ml a sejtszám a *Lactobacillus acidophilus* La5 törzsnél 24 óra elteltével, 48.óra elteltével pedig $2,10 \cdot 10^8$ tke/ml. A *Lactobacillus brevis* HA112 törzs $2,67 \cdot 10^9$ tke/ml sejtszámot eredményezett 24 óra elteltével,

ami nem sokkal marad el a többitől, de 48 óra elteltével jelentősen csökken az érték $6 \cdot 10^7$ tke/ml. Azt a következtetést vonhatjuk le, hogy 24. órés fermentáció után mind a 3 törzs jól szaporodott az almalében, viszont a 48. óránál a sejtszám elkezdett csökkeni. Perjéssy és munkatársai (2020) meggylé 24 órás fermentációját követően a *Lactobacillus*-ok sejtszámának csökkenését mutatták ki, melyet a meggylé fenolos vegyületeinek baktérium gátló hatásának tulajdonítottak. Legjobbnek a *L. acidophilus* La-5 törzset találták.

Mivel 1 v/v % beoltottság mellett nem volt tapasztalható kiugró változás sem a sejtszámban sem pedig a pH változásban a további kísérleteimet már csak 5 v/v % beoltottság mellett végeztem.



7. ábra: A sejtszám alakulása 48 órás fermentáció alatt almalében 3 különböző *Lactobacillus* törzs esetén

5.3. Vegyes kultúrák erjesztések

Ennél a kísérletnél Vajda (2021) *Lactobacillus*-ok antimikrobás hatásának vizsgálatára vonatkozó kísérlete és eredményei adták az ötletet, az alkalmazott baktériumokra és arányaikra. Kutatómunkája során az vizsgálta, hogy fokozható-e a *Lactobacillus acidophilus* 150 törzs antimikrobás anyag termelésének mértéke egy antimikrobás anyagra érzékeny másik *Lactobacillus* törzssel való együtt szaporítás során. A kísérlet során a *Lactobacillus brevis* HA 112 törzset alkalmazta indukáló törzsként - mely ellen 6 másik törzs is gátló hatást mutatott - a *L. acidophilus* 150 törzssel való együtt szaporításra. 10% inokulum esetén több esetben is tapasztalt egyértelmű gátlást kórokozók ellen.

Mindezek alapján a következő kísérletben az almalevet az előző kísérletben használt *Lactobacillus* törzsek - *L. acidophilus* 150, *L. brevis* HA112 és *L.plantarum* 299 v -különböző arányú kombinációjával oltottam be, amit a 8. táblázatban foglaltam össze, majd a pH és sejtszám meghatározása mellett vizsgáltam a gyümölcslevek antimikrobás hatását kórokozó mikroorganizmusok apatogén törzsei ellen.

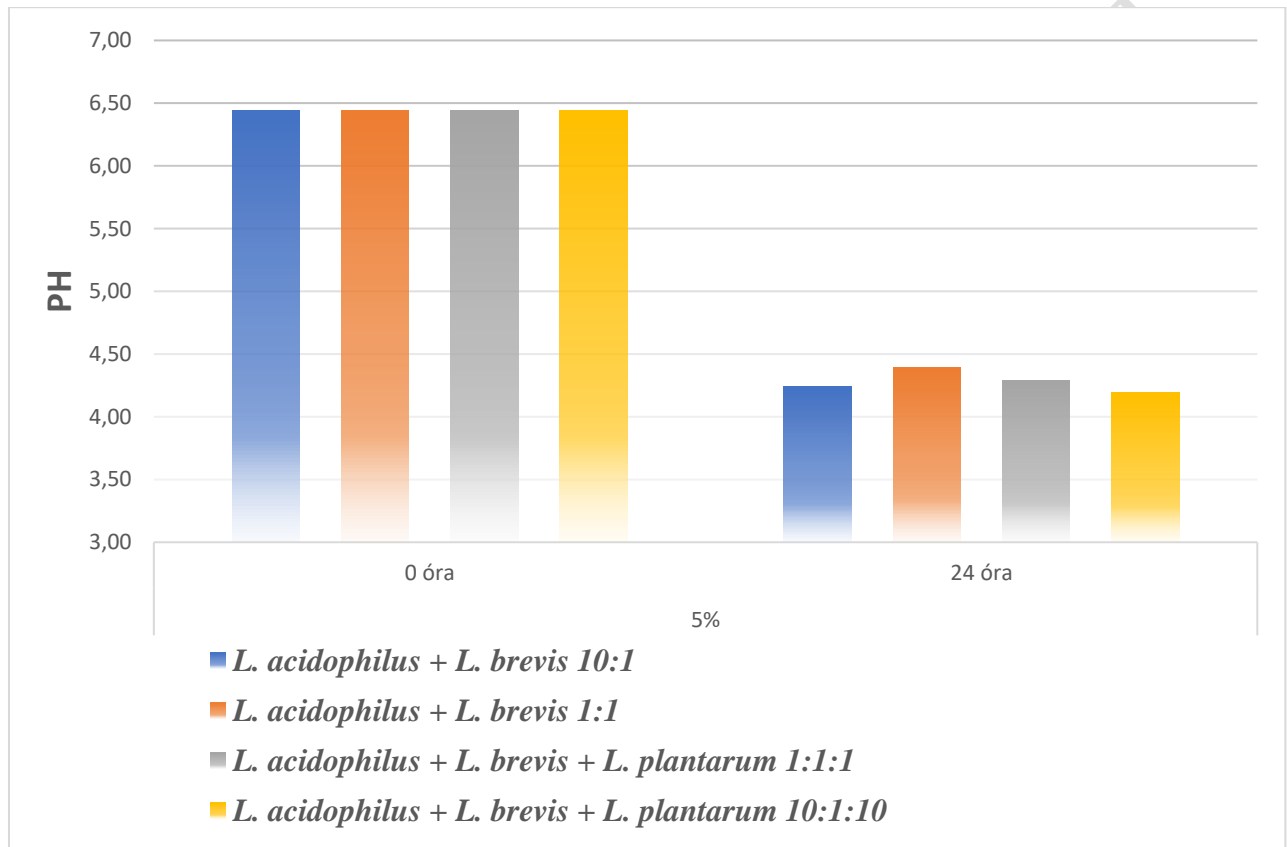
8. táblázat Vegyes kultúrák aránya

	Kevert törzsek	Arány
1.	<i>L. acidophilus</i> + <i>L. brevis</i>	10:1
2.	<i>L. acidophilus</i> + <i>L. brevis</i>	1:1
3.	<i>L. acidophilus</i> + <i>L. brevis</i> + <i>L. plantarum</i>	1:1:1
4.	<i>L. acidophilus</i> + <i>L. brevis</i> + <i>L. plantarum</i>	10:1:10

5.3.1. A pH értékek alakulása

A kezdeti kémhatást pH 6,44-re állítottam, a kísérletet minden esetben 5 v/v % beoltottsággal végeztem, a baktériumok különböző arányainak alkalmazásával.

Ezt követően kiinduláskor és a fermentáció 24. órájában mintát vettem. A pH értékek változását a 8. ábrán szemléltetem. Látható mind a 4 kísérleti beállításnál, hogy 24 óra alatt az értékek pH 4,2 – pH 4,4 között mozogtak.



8. ábra: A pH alakulása 24 órás fermentáció alatt almalében 3 különböző *Lactobacillus* törzs esetén

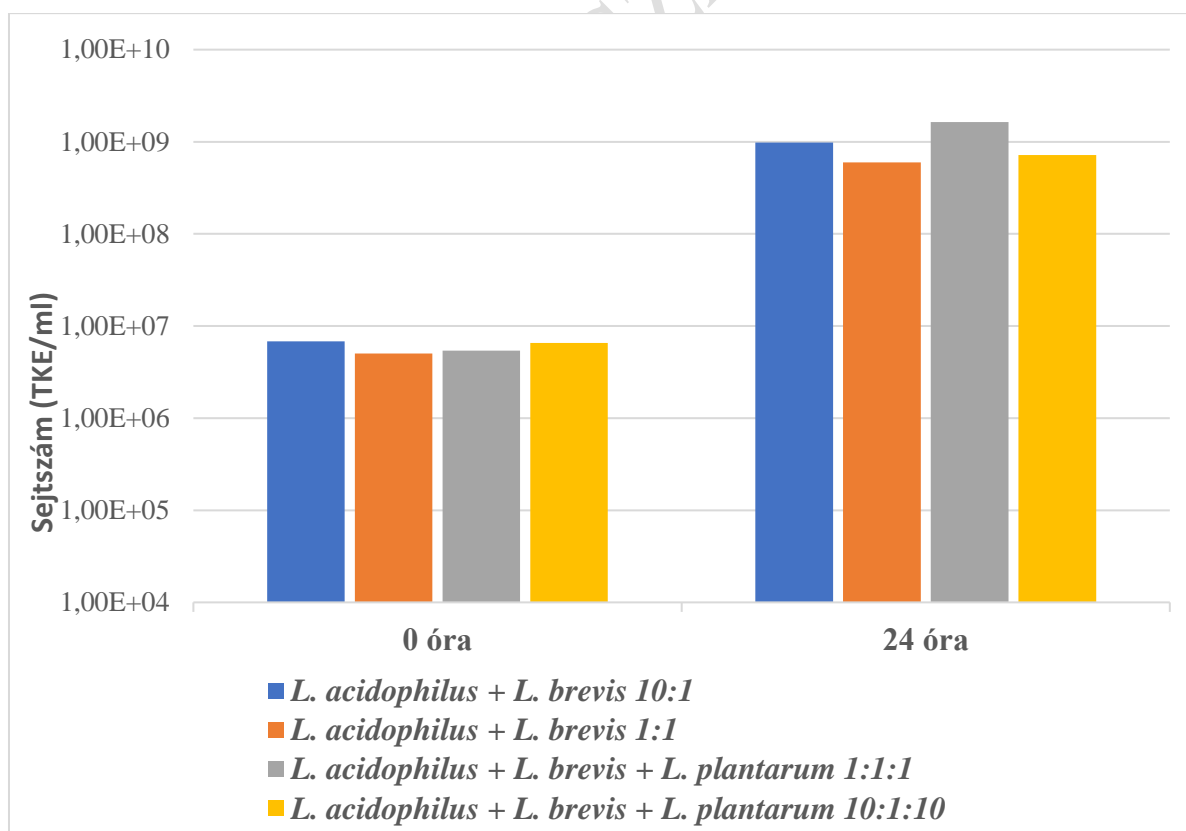
A legnagyobb változás a 4. beállításnál, *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* (10:1:10) aránynál, valamint az 1-es beállításnál, *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* (10:1) aránynál tapasztalható, mely közegekben 24 óra alatt a kezdeti pH 6,44-ről pH 4,2-re csökkent. A 3. beállítású *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* (1:1:1) aránnyal beoltott almalében a pH értéke 4,3. Abban az esetben, ahol csak két törzs volt jelen (2. beállítás) *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* (1:1), a pH 4,4 értékre csökkent.

Az eredmények megerősítik a monokultúrás fermentáció során tapasztaltakat, miszerint, ha a kevésbé jól szaporodó *L. brevis* nagyobb arányban van jelen az almalében, a pH csökkenés kisebb mértékben volt tapasztalható, tehát a törzsek egymásra pozitív hatást gyakoroltak.

5.3.2. Sejtszámok alakulása

Vegyes kultúrákkal erjesztett almalé eredményei láthatók 9. ábrán.

Az előző kísérletek alapján itt már csak 5 v/v % beoltottság mellett vizsgáltam a gyümölcslevet. Jelentős sejtszám növekedés volt tapasztalható minden beállításnál a 24 órás fermentáció során, melyet alátámasztanak a pH értékek is. A legeredményesebb *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* 1:1:1 jelölt, 24 óra elteltével $1,63 \cdot 10^9$ tke/ml sejtszámot eredményezett. Ezután mind a három beállítás szinte azonos értékű, *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* 10:1 arányú beoltása: $9,80 \cdot 10^8$ tke/ml, *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* 10:1:10, $7,15 \cdot 10^8$ tke/ml és végül *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* 1:1 arányú $5,95 \cdot 10^8$ tke/ml sejthozamot produkált. Itt látható, hogy a legnagyobb pH értéket produkálta és neki volt a legkisebb sejtszáma.



9. ábra: A sejtszám alakulása 24 órás fermentáció alatt almalében 3 különböző *Lactobacillus* törzs vegyes kultúrás alkalmazása esetén

5.4. Termelt antimikrobás anyag hatásának vizsgálata patogén mikroorganizmusokkal szemben

Az előző kísérletek során alkalmazott 5 v/v % beoltottsággal végeztem fermentációs kísérletet mono-, illetve vegyes kultúrával, majd vizsgáltam a fermentált almalevek patogén baktérium fajokkal szembeni gátló hatását. A kísérleteket agar-lyuk diffúziós módszerrel hajtottam végre. A mono kultúrával fermentált almalevek antimikrobás hatás vizsgálatának az eredményeit a 9. táblázat tartalmazza.

9. Táblázat: monokultúrával fermentált almalev gátló hatása patogén baktérium fajokkal szemben

Monokultúrás							
5%		24H			48H		
		<i>L.brevis</i> HA112	<i>L.plantarum</i> 299v	<i>L.acido</i> <i>philus</i> La5	<i>L.brevis</i> HA112	<i>L.plantarum</i> 299v	<i>L.acido</i> <i>philus</i> La5
1	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	-	+	-	+	-	-
2	<i>Enterococcus</i> <i>faecalis</i>	-	-	-	-	-	-
3	<i>Enterobacter</i> <i>cloacae</i>	-	-	-	-	-	-
4	<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	+	-	-	-	+	-
5	<i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i>	-	-	-	-	-	-

(A táblázatban alkalmazott jelölések: „-” Nem megállapítható gátló hatás, „+” feltisztulás, megállapítható gátló hatás.)

A 24 órás fermentáció során vett a *Lactobacillus brevis* HA112 által fermentált almalev minta gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* 8739 törzsszel, valamint a *Lactobacillus plantarum* 299v szintén gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* O157:H7 törzsszel szemben. Vajda (2021), eredményei szerint a *Lactobacillus brevis* HA 112 és a *Lactobacillus. plantarum* fajok egyike sem termelt a vizsgált probiotikumok ellen gátló anyagot, mely előnyös tulajdonság, ha vegyes kultúrák fermentációjában való együttes alkalmazás a cél.

A 48 órás kísérlet során a *Lactobacillus brevis* HA112 által fermentált almalé gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* O157:H7 törzssel szemben, valamint *Lactobacillus plantarum* 299v szintén gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* 8739 törzssel szemben. Mivel 24 órás fermentáció során az almalé pH-ja még nem csökkent le olyan mértékig, hogy gátolja a kórokozó mikroorganizmusok szaporodását, feltételezhető, hogy az anyagcsere során keletkezik olyan antimikrobás anyag, mely kismértékben gátolja egyes törzsek szaporodását. Az eredményeim alapján megállapítható, hogy az *Escherichia coli* faj különböző törzsei voltak érzékenyebbek a gátló anyagokra. *L. acidophilus* La-5 esetén sem a 24, sem a 48 órás fermentációt követően nem tapasztaltam feltisztulási zónákat egyik vizsgált kórokozó ellen sem.

Következő kísérletet szintén agar-lyuk diffúziós módszerrel hajtottam végre vegyes kultúrával, az eredményeit a 10. táblázat tartalmazza.

10. Táblázat: Vegyes kultúrával fermentált semlegesítés nélküli almalé gátló hatásának vizsgálata patogén baktérium fajokkal szemben

5%	Vegyes kultúra			
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> 10:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> 1:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i> 1:1:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i> 10:1:10
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-

(A táblázatban alkalmazott jelölések: „-” Nem állapítható meg gátló hatás.)

24 órás kísérlet során a semlegesítés nélküli alacsony pH-jú fermentált almalevek esetén nem volt tapasztalható feltisztulási zóna.

Annak érdekében, hogy kizárjam a savas kémhatásból adódó gátlást, a fermentált almale mintákat semlegesítettem és ezen minták esetén is követtem a feltisztulási zónák alakulását. amit a következő 11. táblázat mutat.

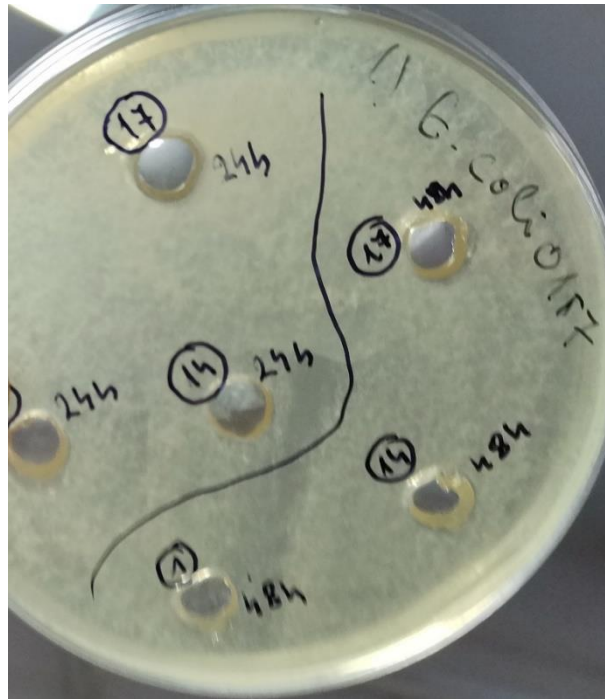
11. Táblázat: vegyes kultúrával végzett semleges pH kísérlet patogén baktérium fajokkal szemben

Vegyes kultúra				
5%	semleges pH			
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> 10:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> 1:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i> 1:1:1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> + <i>Lactobacillus brevis</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i> 10:1:10
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	+	-	+	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-

(A táblázatban alkalmazott jelölések: „-” Nem megállapítható gátló hatás, „+” feltisztulás, megállapítható gátló hatás.)

Semleges pH mellett enyhe feltisztulási zóna volt látható *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* 10:1 gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* ATCC 8739 ellen, valamint *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* 1:1:1 is gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* ATCC 8739 ellen.

Sajnos egyik eset sem eredményezett nagy mértékű feltisztulási zónát ahogy a 10. ábrán is látható.



10. ábra: Antimikrobás hatás vizsgálata

Vajda (2021) kísérlete során a *Lactobacillus acidophilus* 150 *Lactobacillus brevis* HA 112 törzssel való együtt szaporítása során növekedés gátló hatást fejtett *Enterococcus faecalis* illetve *Escherichia coli* 8739 törzsekkel szemben. *Enterococcus faecalis* esetén a 16 és 18, míg *Escherichia coli* 8739 esetén a 18 és 20 órás mintavételből származó minták esetén tapasztalt intenzívebb gátló hatást.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Almalé monokultúrás fermentációját végeztem el 1 v/v %-nyi illetve 5 v/v % inokulum beoltottság mellett 24, illetve 48 órás fermentáció során. 1 v/v % beoltottság nem hozott nagy sikert, 24 és 48 óra elteltével is lassan indult el a szaporodás. Ez a pH változásban is látszott 24 óra elteltével még növekedett is az érték, 48 óránál csökkent kis mértékben. További kísérleteim során ezzel a beoltottsággal nem dolgoztam. 5 v/v % beoltás mellett jelentős sejtszám növekedés volt tapasztalható. Ezt támasztották alá a pH értékek is. A pH csökkenése *Lactobacillus plantarum* 299v törzsnél volt a legnagyobb 48 óra alatt lecsökkent pH 3,95-re, $8,45 \cdot 10^9$ TKE/ml sejtszám mellett.

Ezt a kísérletet elvégeztem vegyes kultúrás beoltással is. Ott azt tapasztaltam, hogy a pH mind a 4 kísérleti beállításnál, 24 óra alatt (4,19-4,39) érték között mozogtak. A legnagyobb változás 4. beállításnál tapasztalható *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* (10:1:10) aránynál a kezdeti pH 6,44-ről pH 4,2-re csökkent. A sejtszám jelentős növekedést mutatott mind a 4 beállításnál. A legeredményesebb a *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* 1:1:1 mutatott, 24 óra elteltével $1,63 \cdot 10^9$ tke/ml sejtszámot eredményezett.

A fermentált almale minták esetén vizsgáltam a termelt antimikrobás anyag hatását patogén mikroorganizmusokkal szemben. A termelés fokozására a *Lactobacillus brevis* HA 112 törzset alkalmaztam indukáló törzsként a *L. acidophilus* 150 törzsszel való együtt szaporítás során.

A monokultúrával végzett 24 órás fermentáció során kapott eredményeim alapján elmondható, hogy a *Lactobacillus brevis* HA-112 által termelt antimikrobás anyag gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* 8739, valamint a *Lactobacillus plantarum* 299v szintén gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* O157:H7 törzsszel szemben. A 48 órás fermentációnál a *Lactobacillus brevis* HA112 által termelt bakteriocin gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* O157:H7 törzsszel szemben, valamint *Lactobacillus plantarum* 299v szintén gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* 8739 törzsszel szemben.

A vegyes kultúrás fermentációk esetében 24 órás fermentációnál semlegesített és anélküli minták esetén is vizsgáltam az antimikrobás hatást. A semleges pH-jú *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus brevis* 10:1 beoltási arányú fermentált almalevek esetén enyhe feltisztulási zóna volt látható *Escherichia coli* ATCC 8739 törzsszel szemben, valamint a

Lactobacillus acidophilus + *Lactobacillus brevis* + *Lactobacillus plantarum* (1:1:1) törzsekkel fermentált almalé is gátló hatást fejtett ki *Escherichia coli* ATCC 8739 ellen.

Ezek az eredmények megalapozhatják egy olyan nem tej alapú probiotikus termék kifejlesztését, amely támogatja az emberek egészségét vagy azok számára is elérhető lenne, akik nem tudtak fermentált probiotikus tej alapú készítményeket fogyasztani.

GYÖRGY TÍMEA SZAKDOLGOZAT

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Anjum, N., Maqsood, S., Masud, T., Ahmad, A., Sohail, A., & Momin, A. (2014). *Lactobacillus acidophilus*: Characterization of the Species and Application in Food Production. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(9), 1241–1251. doi:10.1080/10408398.2011.621169
- Bansal, S., Mangal, M., Sharma, S. K., & Gupta, R. K. (2015). Non-dairy Based Probiotics: A Healthy Treat for Intestine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), 1856–1867. doi:10.1080/10408398.2013.790780
- Bujna, E., Farkas, N. A., Tran, A. M., Dam, M. S., & Nguyen, Q. D. (2017). Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science and Biotechnology*. doi:10.1007/s10068-017-0269-x
- Bull, M., Plummer, S., Marchesi, J., & Mahenthiralingam, E. (2013). The life history of *Lactobacillus acidophilus* as a probiotic: a tale of revisionary taxonomy, misidentification and commercial success. *FEMS Microbiology Letters*, 349(2), 77–87. doi:10.1111/1574-6968.12293
- Csapó J., Albert Csilla Csapóné Kiss Zsuzsanna (2016).: Funkcionális élelmiszerek. Scientia Kiadó, Kolozsvár
- Csapó J., Albert Cs. (2018).: Funkcionális élelmiszerek. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen
- Deák T., Kiskó Gabriella, Maráz Anna, Mohácsiné Farkas Csilla, (2006). Élelmiszer-mikrobiológia
- Dreher, M. (2018). Whole Fruits and Fruit Fiber Emerging Health Effects. *Nutrients*, 10(12), 1833. doi:10.3390/nu10121833
- Feyereisen, M., Mahony, J., Gabriele A Lugli, Marco Ventura, Horst Neve, Charles M A P Franz, Jean-Paul Noben, Tadhg O'Sullivan, Douwe van Sinderen (2019). Isolation and Characterization of *Lactobacillus brevis* Phages. *Viruses*, 11(5), 393. doi:10.3390/v11050393
- Floyd Darren Mojikon, Melisa Elsie Kasimin, Arnold Marshall Molujin, Jualang Azlan Gansau, Roslina Jawan (2022) Probiotication of Nutritious Fruit and Vegetable Juices: An Alternative to Dairy-Based Probiotic Functional Products DOI: 10.3390/nu14173457
- Gerhäuser, C. (2008). Cancer Chemopreventive Potential of Apples, Apple Juice, and Apple Components. *Planta Medica*, 74(13), 1608–1624. doi:10.1055/s-0028-1088300
- Gibson, G. R., & Williams, C. M. (2000). *Functional foods. Concept to product*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Gomes, A. M. P., & Malcata, F. X. (1999). *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science & Technology*, 10(4-5), 139–157. doi:10.1016/s0924-2244(99)00033-3

- Granato, D., Barba, F. J., Kovačević, D. B., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11(1). doi:10.1146/annurev-food-032519-051708
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. F. (2010). Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292–302. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00110.x
- Gupta, V., & Garg, R. (2009). Probiotics. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 27(3), 202. doi:10.4103/0255-0857.53201
- Jinshui Zheng , Stijn Wittouck , Elisa Salvetti , Charles M A P Franz , Hugh M B Harris , Paola Mattarelli , Paul W O'Toole , Bruno Pot , Peter Vandamme , Jens Walter , Koichi Watanabe, Sander Wuyts , Giovanna E Felis , Michael G Gänzle , Sarah Lebeer. (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus Beijerinck* 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. doi: 10.1099/ijsem.0.004107
- Ko, S.-H., Choi, S.-W., Ye, S.-K., Cho, B.-L., Kim, H.-S., & Chung, M.-H. (2005). Comparison of the Antioxidant Activities of Nine Different Fruits in Human Plasma. *Journal of Medicinal Food*, 8(1), 41–46. doi:10.1089/jmf.2005.8.41
- Lilly, D. M., & Stillwell, R. H. (1965). Probiotics: Growth-Promoting Factors Produced by Microorganisms. *Science*, 147(3659), 747–748. doi:10.1126/science.147.3659.747
- Liu, Y.-W., Liong, M.-T., & Tsai, Y.-C. (2018). New perspectives of *Lactobacillus plantarum* as a probiotic: The gut-heart-brain axis. *Journal of Microbiology*, 56(9), 601–613. doi:10.1007/s12275-018-8079-2
- Luckow, T., & Delahunty, C. (2004). Which juice is “healthier”? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference*, 15(7-8), 751–759. doi: 10.1016/j.foodqual.2003.12.007
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G., & Delahunty, C. (2006). Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47(3), 315–323. doi: 10.1016/j.appet.2006.04.006
- Mattar, R., Mazo, & Carrilho. (2012). Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 113. doi:10.2147/ceg.s32368
- Morelli, L., & Capurso, L. (2012). FAO/WHO Guidelines on Probiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 46, S1–S2. doi:10.1097/mcg.0b013e318269fdd5
- Nguyen, B. T., Bujna, E., Fekete, N., Tran, A. T. M., Rezessy-Szabo, J. M., Prasad, R., & Nguyen, Q. D. (2019). Probiotic Beverage From Pineapple Juice Fermented with *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Strains. *Frontiers in Nutrition*, 6. doi:10.3389/fnut.2019.00054
- Nguyen, B. T.n (2021) Production of probiotic tropical fruit juices by fermentation with probiotic bacteria , Budapest, Doctoral (PhD) dissertation

- Oak, S. J., & Jha, R. (2018). The effects of probiotics in lactose intolerance: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–9. doi:10.1080/10408398.2018.1425977
- Ozen, M., & Dinleyici, E. C. (2015). The history of probiotics: the untold story. *Beneficial Microbes*, 6(2), 159–165. doi:10.3920/bm2014.0103
- Park, M., Kwon, B., Ku, S., & Ji, G. (2017). The Efficacy of *Bifidobacterium longum* BORI and *Lactobacillus acidophilus* AD031 Probiotic Treatment in Infants with Rotavirus Infection. *Nutrients*, 9(8), 887. doi:10.3390/nu9080887
- Peng, W., Meng, D., Yue, T., Wang, Z., & Gao, Z. (2021). Effect of the apple cultivar on cloudy apple juice fermented by a mixture of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, and *Lactobacillus fermentum*. *Food Chemistry*, 340, 127922. doi:10.1016/j.foodchem.2020.127922 doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127922
- Perjéssy, J., Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Tömösközi-Farkas, R., & Zalán, Z. (2020). Development of lactic acid fermented, probiotic sour cherry juice. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 16(S1), 19–33. https://doi.org/10.1556/446.2020.10003
- Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek Jambrak, A., Barba, F., Cravotto, G., Binello, A., Shpigelman, A. (2017). Innovative “Green” and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review. *Molecules*, 22(5), 680. doi:10.3390/molecules22050680
- Putnik, P., Lorenzo, J., Barba, F., Roohinejad, S., Režek Jambrak, A., Granato, D., Bursać Kovačević, D. (2018). Novel Food Processing and Extraction Technologies of High-Added Value Compounds from Plant Materials. *Foods*, 7(7), 106. doi:10.3390/foods7070106
- Reuben, R. C., Roy, P. C., Sarkar, S. L., Rubayet Ul Alam, A. S. M., & Jahid, I. K. (2019). Characterization and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for potential probiotic properties. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2019-17092
- Rönkä, E., Malinen, E., Saarela, M., Rinta-Koski, M., Aarnikunnas, J., & Palva, A. (2003). Probiotic and milk technological properties of *Lactobacillus brevis*. *International Journal of Food Microbiology*, 83(1), 63–74. doi:10.1016/s0168-1605(02)00315-x
- Salvetti, E., Torriani, S., & Felis, G. E. (2012). The Genus *Lactobacillus*: A Taxonomic Update. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 4(4), 217–226. doi:10.1007/s12602-012-9117-8
- Sang, L.-X., Chang, B., Dai, C., Gao, N., Liu, W.-X., & Jiang, M. (2013). Heat-killed VSL#3 Ameliorates Dextran Sulfate Sodium (DSS)-Induced Acute Experimental Colitis in Rats. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(1), 15–28. doi:10.3390/ijms15010015
- Seddik, H. A., Bendali, F., Gancel, F., Fliss, I., Spano, G., & Drider, D. (2017). *Lactobacillus plantarum* and Its Probiotic and Food Potentialities. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 9(2), 111–122. doi:10.1007/s12602-017-9264-z
- Stiles, M. E., & Holzapfel, W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36(1), 1–29. doi:10.1016/s0168-1605(96)01233-0

- Süle J. 2016 Tejsavbaktériumok és bifidobaktériumok élősejt-számának szelektív meghatározására szolgáló módszerek összehasonlító értékelése és alkalmazása savanyú tejtermékek mikrobiológiai minőségének ellenőrzésére. Mosonmagyaróvár Doktori értekezés
- Szendrei K., Csupor D. (2006) Fitoterápia 74-77, Szegedi Tudományegyetem, Farmakognóziái Intézet
- Vajda L. (2021) Tejsavbaktériumok bakteriocin termelésének indukálása. Szakdolgozat. Budapest
- Wieërs, G., Belkhir, L., Enaud, R., Leclercq, S., Philippart de Foy, J.-M., Dequenne, I., Cani, P. D. (2020). How Probiotics Affect the Microbiota. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 9. doi:10.3389/fcimb.2019.00454
- Yuliana, N.; Ranga, A.; Rakhmiati. (2010) Manufacture of fermented coco milk-drink containing lactic acid bacteria cultures. *African Journal of Food Science* Vol. 4(9), pp. 558 - 562
- Zarour, K., Vieco, N., Pérez-Ramos, A., Nacher-Vázquez, M., Mohedano, M. L., & López, P. (2017). Food Ingredients Synthesized by Lactic Acid Bacteria. *Microbial Production of Food Ingredients and Additives*, 89–124. doi:10.1016/b978-0-12-811520-6.00004-0

Internetes források:

Internet 1 *Lactobacillus acidophilus*

<https://www.sciencephoto.com/media/799057/view/lactobacillus-acidophilus-sem>

Internet 2 *Lactobacillus brevis* <https://www.enfo.hu/node/2100>

Internet 3 *Lactobacillus plantarum*

https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Lactobacillus_plantarum_and_its_biological_implications

Internet 4 SPAR almálé <https://www.spar.hu/onlineshop/spar-100-almale-1-1/p/498965003>

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Bujna Erika egyetemi docensnek, valamint Dr. Koris Andrásnak és Dr. Nguyen Duc Quang egyetemi tanárnak a rengeteg támogatást, útmutatást és biztató szót, valamint szakdolgozatom elkészítésében nyújtott kitartó segítségüket.

Hálás vagyok a Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék dolgozóinak, hogy munkám során segítségemre voltak bármi probléma is adódott.

Valamint köszönöm édesanyámnak, valamint páromnak a támogatásukat és velem szembeni mérhetetlen türelmüket.

GYÖRGY TÍMEA SZAKDOLGOZAT

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: György Tímea
A Hallgató Neptun kódja: DEQI8I
A dolgozat címe: Almalé fermentálhatóságának vizsgálata probiotikus Lactobacillus törzsekkel
A megjelenés éve: 2022
A tanszék neve: Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

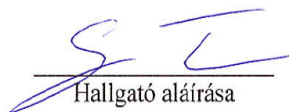
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

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

Kelt: __Budapest 2022__ év __október__ hó __28__ nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

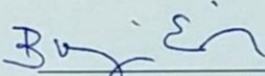
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

György Tímea (Neptun azonosítója: DEQI8I) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, 2022. október 28.


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.