

# **DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

Perjéssy Judit

Budapest

2023





Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**PROBIOTIKUS *LACTOBACILLUS* TÖRZZSEL TEJSAVASAN  
FERMENTÁLT, NÖVÉNYI ALAPÚ LEVEK FEJLESZTÉSE**

DOI: 10.54598/003940

Perjéssy Judit

Budapest

2023

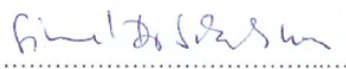
## **A doktori iskola**

**Megnevezése:** Élelmiszertudományi Doktori Iskola

**Tudományága:** Élelmiszertudományok

**Vezetője:** Simonné Dr. Sarkadi Livia  
Egyetemi tanár, MTA doktora  
Magyar Agrár- és Élettudományi  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Táplálkozástudományi Tanszék

**Témavezető:** Dr. Zalán Zsolt  
Tudományos főmunkatárs, PhD  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Biomérnök és Erejedésipari Technológia Tanszék



Az iskolavezető jóváhagyása



A témavezető jóváhagyása

## TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS .....	1
Célkitűzések.....	2
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	3
3. EREDMÉNYEK .....	6
3.1. Narancslé .....	6
3.2. Meggy .....	8
3.3. Szilva .....	10
3.4. Fekete törpeberkenye .....	11
3.5. Birsalma .....	13
3.6. Paradicsom.....	14
3.7. <i>Lactobacillus</i> -ok izolálása fermentált zöldségekről.....	15
3.8. Konklúzió.....	16
4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....	19
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	20
PUBLIKÁCIÓK .....	24



## 1. BEVEZETÉS

A tejsavas fermentáció több ezer éves múltra tekint vissza, amely segítségével már a korai civilizációkban élelmiszereket állítottak elő, ahol az elsődleges szempont a nyersanyag tartósítása és emészthetőségének növelése volt. A tej savanyítása mellett a zöldségek tejsavas fermentációja is hamar tért nyert és az így készült ételek minden kontinensen máig is az étrend szerves részét képezik. Sok esetben azonban ezen termékek előállítására spontán fermentációval történik, pedig starterkultúra alkalmazásával a termék mikrobiológiai biztonsága és állandó minősége biztosítható lenne. A tejsavas fermentáció által kialakított ételek jótékony egészségi hatásai már az ókor óta ismertek, Metchnikoff óta pedig tudományosan is bizonyítottak (RASTALL et al., 2000). A laktofermentációt végző tejsavbaktériumok közül is kiemelkedően fontos szerepe van a *Lactobacillus* (*L.*) nemzetségnek, amelynek számos tagjáról már bebizonyították, hogy a fogyasztó számára jótékony egészségi hatással bírnak, azaz probiotikusak. Napjainkban, a fogyasztói tudatosság növekedésének és az egészséges életmód előretörésének köszönhetően megnőtt a kereslet azon termékek iránt, amelyek, az általános tápértéken felül, a fogyasztó egészségének megőrzését szolgáló tulajdonsággal rendelkeznek. Ilyen élelmiszerek például a probiotikus termékek.

Jóllehet a probiotikumok jótékony hatásait már sokan bizonyították és publikálták (AVONTS et al., 2004, KUSHARYATI et al., 2011, NUALKAEKUL & CHARALAMPOPOULOS, 2011), a probiotikus élelmiszerek területén tejtermékek dominálnak (HELLER, 2001, PERES et al., 2012), annak ellenére, hogy a fogyasztói igény a nem-tejalapú probiotikus termékek iránt növekszik (DE BELLIS et al., 2010). Ez nemcsak a probiotikus terméket fogyasztani szándékozók étrendjének változatosságát limitálja, de azok a fogyasztók sem élvezhetik a probiotikus élelmiszerek kedvező hatásait, akik egészségi vagy életviteli okokból kifolyólag nem fogyaszthatnak tejtermékeket. Ezért fontos lenne olyan termék kialakítása, amely ötvözi a tejsavas fermentált növényi alapú élelmiszerek és a probiotikus mikroorganizmusok előnyeit.

A zöldségek és gyümölcsök ideális szubsztrátjai lehetnek egy fermentált terméknek, mivel fontos szerepet töltenek be az emberi táplálkozásban és már önmagukban is számos jótékony komponenst (ásványi anyagokat, vitaminokat, élelmi rostokat) tartalmaznak, miközben a tej allergén anyagaitól mentesek. Mindemellett a fogyasztók szorosan az egészséges táplálkozáshoz kapcsolják őket (PRADO et al., 2008, RIVERA-ESPINOZA & GALLARDO-NAVARRO, 2010, PEREIRA et al., 2011). Számos kutatás számol be starterkultúrák alkalmazásáról (HALÁSZ et al., 1999, LEROY & DE VUYST, 2004), azonban arra, hogy bizonyítottan probiotikus törzseket alkalmazzanak a fermentáció elvégzéséhez vagy

a jó fermentációs tulajdonságú törzsek probiotikus tulajdonságát vizsgálják, eddig csak kevesen vállalkoztak (SÁNCHEZ et al., 2012). Jelenleg a piacon nem található olyan nem-tejalapú, tejsavasán fermentált, probiotikus baktérium(ka)t tartalmazó élelmiszeripari termék, amely beilleszthető lenne a mindennapi étkezésbe, ezért egy ilyen jellegű, zöldség és/vagy gyümölcs alapú termék kifejlesztése hiánypótló lehet, amely új szegmenst alapozhat meg a probiotikus termékek piacán. Ezek alapján fogalmazódott meg bennem, hogy érdemes lenne probiotikus törzsek szelekcióját elvégezni különböző növényi nyersanyagokon, starterkultúráként történő alkalmazhatóságuk szempontjából.

## Célkitűzések

A kutatás folyamán vizsgálni és szelektálni kívántam probiotikus (és nem-probiotikus) *Lactobacillus* törzseket, melyek segítségével célom olyan újszerű, tejsavasán fermentált, növényi alapú termék előállítására, amely az egészségi hatásai által nagy hozzáadott értéket képvisel. Ennek érdekében:

- Céloomul tűztem ki egy népszerű, nagy mennyiségben fogyasztott gyümölcsle probiotikus törzssel történő fermentálhatóságának és funkcionális termék kialakításának vizsgálatát. Mivel a narancslé a legszélesebb körben ismert és fogyasztott gyümölcsle a világon, termékfejlesztési kutatásomat érdemesnek tartom ezzel a gyümölcslel kezdeni.
- A leginkább alkalmas nyersanyag kiválasztása és a széles termékpaletta létrehozása érdekében több, elsősorban hazai termesztésű gyümölcsökön és zöldségeken alapuló levek probiotikus törzssel történő fermentálhatóságának és funkcionális termék kialakíthatóságának vizsgálata is céljaim között szerepel.
- A megfelelő törzsszelekció, a törzsek fermentációban való alkalmazhatósága érdekében a *Lactobacillus*-ok tulajdonságainak (szaporodás), valamint a *Lactobacillus* törzsek termékre kifejtett hatásának (pH, titrálható savtartalom, összes oldott szénhidrát-tartalom, összes polifenol tartalom, antioxidáns és gyökfogó kapacitás) vizsgálatát is elvégzem, ugyanis a nyersanyagon elszaporodó tejsavbaktériumok anyagcseretermékeik révén növelhetik a bioaktív komponensek jelenlétét.
- A probiotikus baktériumot tartalmazó termékfejlesztés során elsősorban arra törekszem, hogy olyan módszert tudjak kialakítani, amely minél nagyobb számú élőflóra létrejöttét és a tárolás alatti megtartását teszi lehetővé, mivel egészségi hatásukat többnyire csak az élő, aktív sejtek és csak bizonyos koncentráció felett fejtik ki. A tárolási vizsgálatok



a probiotikus kultúrák életképességének és a termék hasznos komponenseiben bekövetkező változások meghatározása céljából történnek.

- A saját törzskollekció létrehozása céljából a törzsgyűjteményekből származó és starterkultúrák forgalmazóitól beszerzett törzsek alkalmazásán felül tejsavasán fermentált termékekből izolálok *Lactobacillus*-okat starterkultúráként történő alkalmazhatóságuk vizsgálata érdekében, a jobb technológiai és funkcionális tulajdonságokkal rendelkező erjesztett termékek előállításának reményében.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. Alkalmazott növényi nyersanyagok

Az alkalmazott növényi nyersanyagok (1. táblázat) kiválasztása során egyrészt azt tartottam szem előtt, hogy közkedvelt és a legszélesebb körben fogyasztott gyümölcsle legyen, aminek megfelelően a narancslevet választottam. Másrészt, hogy magyar termesztésű zöldségek és gyümölcsök fermentációs kísérleteit végezzem el, ami a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) – Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézettel (GYKI) és Zöldségtermesztési Önálló Kutatási Osztállyal (ZÖKO) együttműködve tudott megvalósulni. A többfajta nyersanyag kiválasztása az általános következtetések levonása érdekében történt meg, ugyanis a különböző beltartalmi értékek eltérő hatással lehetnek a fermentációra.

A megmosott zöldségekből és gyümölcsökből botmixer segítségével történt meg a lékinyerés, melyet kétszeri, különböző pórusátmérőjű (1,0 és 0,8 mm) fémszűrőn való szűrés követett. A kívánt állag elérése érdekében bizonyos gyümölcsöknél vízzel való kiegészítésre volt szükség (700 g szilva + 300 ml víz, 800 g fekete törpeberkenye + 200 ml víz, 500 g birsalma + 500 ml víz). A kereskedelmi forgalomban kapható narancslevek nem szorultak további kezelésre, a frissen facsart narancslénél viszont kézi facsaróval nyertem ki a narancslevet, ezt szüretlenül vizsgáltam. A friss gyümölcsök, zöldségek természetes mikroflórájának köszönhetően a legtöbb esetben indokolttá vált a hőkezelés. A vízfürdőben történő pasztörözés idejét és hőmérsékletét több esetben az adott növényi nyersanyagra optimalizáltam.

1. táblázat: Alkalmazott növényi nyersanyagok

Zöldség, gyümölcs	Fajta vagy típus	Származási hely
Narancs	Rauch Happy Day 100% narancslé C vitaminnal	InterSpar
	Vitafit 100% friss narancslé	Lidl
	Görög Navelina narancs	Helyi piac
Meggy	Petri	NAIK – GYKI (Újfehértó, Érd)
	Újfehértói Fürtös	
	Érdi Bőtermő	
Szilva	Ageni	NAIK – GYKI (Cegléd)
	Stanley	
Fekete törpeberkenye	Nero	NAIK – GYKI (Fertőd)
	Viking	
Birsalma	Mezőkövesdi	NAIK – GYKI (Újfehértó)
	Angersi	
	Csokonai	
Paradicsom	Cherrola	NAIK – ZÖKO
	Uno Rosso	
	Mobil	
	+ további 16 fajta	

## 2.2. Alkalmazott *Lactobacillus* törzsek

A kísérletek során mikrobiológiai módszerekkel vizsgáltam a törzsgyűjteményünkben válogatott probiotikus (*L. rhamnosus* GG, *L. casei* Shirota, *L. reuteri* DSM 17938, *L. acidophilus* 150, *L. acidophilus* LA-5, *L. casei* 01, és nem-probiotikus *Lactobacillus*-ok (*L. acidophilus* N2, *L. plantarum* 2142, *L. fermentum* DT41, *L. fermentum* D13) tulajdonságait.

## 2.3. Vizsgálati módszerek

A fermentációs kísérletek során a *Lactobacillus* törzseket előzőleg MRS táplevesben élesztettem és szaporítottam fel. A kétszeri átoltást követően az egyéjszakás sejteket 2700 g-n, 10 percen keresztül centrifugáltam, majd a felülúszó leöntését követően peptonált fiziológiás sóoldattal (0,85 m/V% NaCl, 0,1 m/V% pepton) oldottam vissza. A zöldség- és gyümölcsleveket 1%-os kezdeti inokulummal (1 V/V%, kiindulási sejtszám a lében 7 log telepkepző egység/ml (TKE/ml)) oltottam be és 30 °C-on 24 órán keresztül inkubáltam. Ahol tárolási kísérletet végeztem, szobahőmérsékleten (24 °C) és hűtőszekrénybe (6 °C) helyezett minták változását is nyomon követtem. A vizsgálatok során 3 párhuzamossal dolgoztam, mely eredményekből átlagot számítottam.

A *Lactobacillus*-ok sejtszám változás vizsgálatához Miles and Misra, míg az összes élő csíraszám ellenőrzésekor szélesztéses módszert alkalmaztam az adott mikroorganizmusnak megfelelő szelektív táptalajokon. A pH mérése digitális pH mérővel (Mettler-Toledo GmbH, Svájc), az összes oldott szárazanyag-tartalom mérése digitális refraktométerrel (Schmidt+Haensch GmbH & Co., Németország) történt. A titrálható savtartalom meghatározását, fenolftalein indikátor mellett, 0,1 M nátrium-hidroxid oldattal történő titrálással valósítottam meg. A nyersanyagon elszaporodó tejsavbaktériumok anyagcseretermékeik révén növelhetik a bioaktív komponensek jelenlétét, ezért az összes polifenol tartalom meghatározására Folin-Ciocalteu reagenssel, az antioxidáns kapacitás mérésére FRAP módszerrel és DPPH gyök megkötésén alapuló méréssel is sor került.

A gyümölcsöknél a kívánt 9 log TKE/ml élősejtszám elérése érdekében az optimális tápanyag kiegészítés és annak koncentrációjának megállapításához, a fermentációs paraméterek beállításához Taguchi, Plackett-Burman és központi elrendezésű kísérlettervezési módszereket alkalmaztam. A tejsavas erjesztés, illetve a tárolási kísérlet során mért eredmények statisztikai kiértékelését IBM SPSS 24 szoftver segítségével végeztem el, Tukey-féle post hoc tesztet alkalmazva, 5% szignifikancia szinten ( $p < 0,05$ ).

A törzsgyűjteményből származó *Lactobacillus*-ok vizsgálata mellett tejsavasán fermentált élelmiszerekből izoláltam tejsavbaktériumokat. Az általam felállított protokoll alapja a cikloheximiddel (0,01 V/V%) kiegészített MRS agar, amely táptalajon nőtt telepeken kataláz tesztet és Gram-festést végeztem, majd a feltételezhetően tejsavbaktérium savtermelését a brómkrezolbíbor indikátor (0,01 V/V%) tartalmú MRS agaron figyeltem meg. Az így előszelektált baktériumok identifikációját *Lactobacillus* specifikus PCR vizsgálattal végeztem el. A DNS izolálás Wizard® DNA Clean-up System (Promega, Madison, Wisconsin, USA) módszerrel valósult meg, a DNS oldat koncentrációját és tisztaságát pedig Colibri műszerrel (Titertek-Berthold, Berthold Detection Systems GmbH, Pforzheim, Németország) határoztam meg. A PCR reakciót a Biometra TOne (Analytik Jena AG, Jena, Németország) gradiens PCR készülékkel végeztem. Az izolált, valamint a törzsgyűjteményünkben megtalálható *Lactobacillus*-ok szelekcióját a sejtaktivitás (MTT kolorimetriás módszer) és  $\gamma$ -aminovajsav termelés (vékonyréteg kromatográfias módszer) alapján is elvégeztem.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. Narancslé

A különböző típusú (sűrítmenyből, nem-sűrítmenyből készült, frissen facsart) narancslevek természetes formájukban nem biztosítottak megfelelő környezetet a *Lactobacillus* szaporodásához, amelynek oka lehet az alacsony pH, a *Lactobacillus*-ok szaporodásához nem megfelelő tápanyagösszetétel, illetve a narancslében található antimikrobiális komponensek hatása. Élesztőkivonat és dextróz hozzáadásával, a fermentációs paraméterek beállításával azonban sikerült biztosítani a *Lactobacillus* szaporodásához és túléléséhez szükséges ideális feltételeket narancslében. A maximális élősejtszám elérése érdekében a kiegészítő tápanyagok mennyiségi optimalizációját is elvégeztem statisztikai módszerekkel. 7,00-es pH mellett az optimális mennyiség dextrózra vonatkoztatva 60 g/l, amennyiben 2 g/l élesztőkivonatot alkalmazunk tápanyag kiegészítésként. A nyersanyag optimalizálása mellett fontos a megfelelő probiotikus starterkultúra kiválasztása és alkalmazása a narancslé fermentációja és a kellően hosszan megőrzött probiotikus tulajdonsága érdekében. Mivel a kísérletekből megállapítható, hogy a narancslé fajtája is befolyásolja a fermentációt, a törzsek szaporodását, életképességét, ezért fontos az adott nyersanyagra történő starterkultúra szelekció.

#### *Sűrítmenyből készült narancslé*

A sűrítmenyből készült narancslé esetében a tárolási hőmérsékletek és a választott törzsek között is jelentős különbséget mértem a szaporodás és életképesség tekintetében. A legnagyobb sejtszámot (9,692 log TKE/ml) a fermentáció során a *L. casei* 01 starterkultúraként való alkalmazása eredményezte az optimalizált tápanyag mennyiségekkel kiegészített, beállított pH-jú narancslében, amely életképességét 6 hetes, hűtőszekrényben történő tárolást követően is megőrizte. A kiegészítés nélküli narancslében ugyan nagyságrendben azonos sejtszámot (9,082 log TKE/ml) ért el a választott tejsavbaktérium, azonban már a harmadik héten 1-2 nagyságrendnyi csökkenés volt megfigyelhető. A legtöbb törzssel ugyan sikerült elérni a kívánt 9 log TKE/ml sejtszámot az optimalizált narancslében, a statisztikai vizsgálat során azonban szignifikáns különbséget tapasztaltam bizonyos törzsek között. Jóllehet szignifikáns különbség volt a két legnagyobb sejtszámot elérő (*L. rhamnosus* GG és *L. casei* 01) törzs között is, a 6. heti, hűtőszekrényben történt tárolás eredményei (9,522 és 9,591 log TKE/ml) már nem mutatnak szignifikáns különbséget. Így a tárolással egybekötött törzsszelekció során az előbb említett két törzs felel meg leginkább a probiotikus tejsavbaktériumot tartalmazó termék kialakítása szempontjából. A pH az optimalizált, fermentált levekben 3,92 – 6,08 között alakult, ami jelentős különbségnek mondható és ezt a statisztikai vizsgálatok is alátámasztják. A legnagyobb, kiugró pH értéket (6,08) a *L. acidophilus* LA-5 starterkultúraként való alkalmazása

eredményezte, mely narancslé összes oldott szárazanyag-tartalma szintén szignifikáns eltérést mutatott a többi (kivéve a *L. reuteri* DSM 17938) törzshöz képest. A titrálható savtartalom tejsavra számolva viszonylag széles skálán mozgott (0,248 – 1,058 m/V%), így a törzsek között általánosságban ismét a szignifikáns különbség volt jellemző.

#### ***Nem-sűrítményből készült narancslé***

A nem-sűrítményből készült narancslénél a *L. reuteri* DSM 17938 törzssel sikerült elérni a legnagyobb élősejtszámot (9,460 log TKE/ml) a fermentáció során, ami szignifikáns különbséget mutat az összes törzssel szemben, ráadásul a tárolás 6. hetére a sejtszámában csupán fél nagyságrendnyi csökkenés figyelhető meg. A sejtszaporodás során tapasztalt számbeli különbségek ellenére a tárolás 6. hetében a *L. acidophilus* 150 törzsön kívül az optimalizált, fermentált minták mindegyikében 8 log TKE/ml feletti sejtszámot mértem. A pH-ra nem jellemző, hogy a törzsek között szignifikáns különbség lenne, csak a *L. acidophilus* 150 mutat kiugróan nagy értéket a pH tekintetében. Az összes oldott szárazanyag-tartalomban nincs szignifikáns különbség a fermentált minták között, míg a titrálható savtartalomnál inkább a statisztikai különbség volt jellemző.

#### ***Frissen facsart narancslé***

A frissen facsart narancslé esetében a *L. rhamnosus* GG törzs alkalmazásakor az optimalizált tulajdonságokkal rendelkező narancslé esetében két nagyságrendnyi növekedést mértem a kiindulási sejtszámhoz képest a tejsavas erjedés alatt. Ennek ellenére a 6 hetet követően (még a hűtőszekrényben tárolt minták esetén is) az élősejtszám 7 log TKE/ml alá csökkent. Jóllehet a *L. acidophilus* LA-5 starterkultúrával 24 óra alatt nem sikerült elérni a maximális sejtszámot, a szobahőmérsékleten való tárolás kedvezett a tejsavbaktérium szaporodásának, így a frissen facsart, optimalizált narancslé a 6 hetes tárolást követően is 8 log TKE/ml élősejtszámot tartalmazott. A *L. acidophilus* 150 a fermentáció során ugyan csak egy nagyságrendnyi növekedést mutatott (8 log TKE/ml), probiotikus élősejtszámát a 6 hét során az optimalizált narancslé szobahőmérsékleten és hűtőszekrényben történő tárolás esetén egyaránt megőrizte. A frissen facsart narancslé esetén a *L. casei* Shirota és a *L. casei* 01 starterkultúráként való alkalmazása egyaránt kiválóan bizonyult. A különböző törzsekkel végzett fermentáció során a pH-ban akár több, mint 1 érték különbséget detektáltam (3,86 – 5,13), így valamennyi törzs között a pH értékben is szignifikáns különbség mutatkozik. Az összes oldott szárazanyag-tartalomban (14,9 – 16,0%) egyik törzs sem mutat szignifikáns eltérést, míg a titrálható savtartalomban akár háromszoros is lehet a különbség (0,468 – 1,486 m/V%).

### 3.2. Meggy

Az előkísérletekből megállapítható, hogy a különböző fajtájú (Petri, Újfehértói fürtös, Érdi bőtermő) meggyek természetes formájukban nem feleltek meg a *Lactobacillus* szaporodásához szükséges kívánalmaknak, amelynek oka lehet a savas pH, a *Lactobacillus*-ok szaporodásához nem megfelelő tápanyagösszetétel, illetve a meggylében található fenolos vegyületek negatív hatása. Továbbá problémát okozott a meggyen jelen lévő nagy összcsíraszám, ezért a meggyfeldolgozás után a levek pasztörözésre szorultak, aminek idejét és hőmérsékletét központi elrendezésű kísérleti tervvel optimalizáltam, így a meggylé 60 °C-on, 15 percen keresztül történő kezelése bizonyult a leghatékonyabbnak, amely már elegendő a nyersanyagon jelen lévő csíraszám lecsökkentésére. A kívánt 9 log TKE/ml *Lactobacillus* sejtszám elérése érdekében a fermentációs paraméterek optimalizációját is elvégeztem statisztikai módszerekkel. Ennek értelmében 5,80-as pH mellett az optimális mennyiség élesztőkivonatra vonatkoztatva 3 g/l, amennyiben a meggylevet vízzel egészítjük ki 6 : 4 (V/V) arányban.

#### *Újfehértói fürtös*

Annak ellenére, hogy a törzsszelekció során alkalmazott valamennyi törzsszel sikerült elérni a kívánt 9 log TKE/ml telepszámot, egyes *Lactobacillus* törzsek élősejtszámában statisztikailag eltérést tapasztaltam. Az Újfehértói fürtösnél a *L. acidophilus* LA-5 eredményezte a legnagyobb sejtszámot (9,425 log TKE/ml), ami csak a *L. plantarum* 2142 és *L. acidophilus* N2 törzsszel szemben bizonyult szignifikáns különbségnek. A pH 4,21 – 4,56 között alakult a 24 órás fermentációt követően, a fermentáció és a termék fejlesztése szempontjából ezt a minimális különbséget azonban nem tekintjük jelentősnek. Jóllehet az összes oldott szárazanyag-tartalomban a legnagyobb különbség csak 0,5%, szignifikáns különbségek mutathatók ki egyes törzsek között – jellemzően a *L. casei* 01 és *L. acidophilus* N2 mutat szignifikáns eltérést a többi törzstől, ezek starterkultúráként történő alkalmazásakor figyeltem meg a legkisebb csökkenést az összes oldott szárazanyag-tartalomban. A titrálható savtartalom jelentős növekedést mutatott, a törzsek titrálható savtartalma között több, mint kétszeres különbséget is mértem (0,4444 – 0,9548 m/V%). A fermentáció végére nagy különbségeket mértem a polifenol tartalomban egyes törzsek között, ami a statisztikai vizsgálatok alapján is szignifikáns különbséget mutat, de alapvetően nem ez a jellemző. Ennek ellenére érdemes szem előtt tartani, hogy míg a *L. casei* 01 és *L. acidophilus* N2 polifenol csökkenést mutatott, addig a *L. acidophilus* 150 közel 30%-os növekedést eredményezett a kiindulási mintához viszonyítva. Egyes *Lactobacillus*-ok alkalmazása során ugyan csökkent az antioxidáns kapacitás, a *L. acidophilus* 150, *L. acidophilus* LA-5, *L. casei* Shirota és *L. fermentum* DT41 törzsek esetében növekedést figyelhető meg a kiindulási meggyléhez képest, míg a *L. rhamnosus* GG törzsszel

történő fermentálás esetén az Újfehértói fürtös meggy megtartja a kiindulási antioxidáns aktivitását. Statisztikailag viszont nincs szignifikáns eltérés ebben a tekintetben a törzsek között. A szabad gyökfogó kapacitás pedig a 24 órás fermentációt követően az összes alkalmazott *Lactobacillus* törzssel növekedést eredményezett, ami akár 40%-os emelkedést is jelenthet a 0 órás mintához képest.

### **Petri**

A Petri meggyfajtában szintén sikerült elérni a kívánt 9 log TKE/ml sejtszámot az összes starterkultúraként alkalmazott *Lactobacillus* törzssel. Az adott nyersanyagra történő törzsszelekció jelentőségét bizonyítja azonban, hogy ennél a fajtánál a *L. acidophilus* 150 eredményezte a legnagyobb sejtszámot (9,598 log TKE/ml), ami szignifikáns különbségnek bizonyult a többi, kivéve a *L. acidophilus* LA-5, törzssel szemben. A pH-ban ennél a fajtánál sincsenek jelentős különbségek (4,22 – 4,43). Az összes oldott szárazanyag-tartalomban fellépő minimális különbségekre nem jellemző, hogy szignifikánsak lennének, csak a legkisebb összes oldott szárazanyag-tartalmat eredményező *L. rhamnosus* GG mutat ilyen jellegű eltérést bizonyos törzsektől. A titrálható savtartalom 0,4384 – 0,7567 m/V% között alakult, ami nem csak statisztikailag jelent nagyfokú különbséget, például a *L. rhamnosus* GG és *L. acidophilus* 150 között. Alapvetően a Petrinél is növekedést figyeltem meg az összes polifenol tartalom, az antioxidáns és a gyökfogó kapacitás mérése során. Azonban a *L. reuteri* DSM 17938 és *L. plantarum* 2142 kisebbfajta, 10%-nál kevesebb csökkenést eredményezett az összes polifenol tartalomban, ezek szignifikáns eltérést mutattak a többi törzstől. Az antioxidáns kapacitásnál is szinte csak emelkedést tapasztaltam, a törzsek között fellépő minimális különbségek pedig általánosságban nem mondható szignifikánsnak.

### **Érdi bőtermő**

A törzsszelekciót követően 8 hetes, hűtőszekrényben (6 °C) történő tárolási kísérletet végeztem. Az Érdi bőtermő meggyfajta tejsavas erjesztéséhez a *L. acidophilus* LA-5 törzset alkalmaztam, amit az optimalizáció során megállapított fermentációs környezeti paraméterek beállítása után végeztem el. A tejsavas erjesztés során közel 9 log TKE/ml sejtszámot sikerült elérni. Ezt követően háromféle csomagolásban – üveg- és műanyag palackban, valamint Tetra Pak italos kartondobozban –, hűtőszekrényben elhelyezve vizsgáltam 8 héten keresztül a törzs tulajdonságait és nyersanyagra kifejtett hatását. Az élősejtszám a 8. hét elteltével sem csökkent drasztikusan egyik tárolótípusban sem. Ugyan heti bontásban nincs szignifikáns különbség a tárolótípusok között a sejtszám tekintetében, de összességében elmondható, hogy majdnem minden héten az üvegpalackban mértem a legnagyobb sejtszámot. A tárolás során a tárolótípusok között nincs szignifikáns különbség a pH és a titrálható savtartalom tekintetében,

míg az összes oldott száraz-anyagtartalom negyedik heti eredményei már szignifikáns különbséget mutatnak. Az összes polifenol tartalomban a 6. hétig nincs jelentős különbség a tárolótípusok között, viszont az üveg- és műanyag palackokhoz képest a Tetra Pak dobozban tárolt minták kevesebb polifenolt tartalmaztak. A fermentáció hatására megnövekedett antioxidáns kapacitás jöllehet a Tetra Pak csomagolásban a 8. hétre jobban lecsökkent, mint az üveg- vagy műanyag palackban, szignifikáns különbséget a mért értékek nem mutattak. A fermentált meggylé az üvegpalackban tárolva őrizte meg leginkább gyökfogó kapacitását.

### 3.3. Szilva

Az előkísérletekből megállapítható, hogy a különböző fajtájú (Ageni, Stanley) szilvák természetes formájukban nem biztosítottak megfelelő környezetet a *Lactobacillus* szaporodásához. Mindazonáltal, a körültekintő előkészületek ellenére, a jelen lévő természetes mikroflóra lecsökkentése érdekében a szilvalevek pasztörözése (60 °C, 15 perc) szükséges. A *Lactobacillus* élősejtszám maximalizálásából kifolyólag központi elrendezésű kísérleti tervvel megállapítottam a szükséges kiegészítő tápanyagok és paraméter beállítások optimális értékeit. Így 6,50 pH mellett az ideális mennyiség élesztőkivonatra vonatkoztatva 6 g/l, amennyiben a szilvalevet vízzel egészítjük ki 5,5 : 4,5 (V/V) arányban.

#### *Ageni*

Az Ageni szilvafajta esetében a *L. plantarum* 2142 és *L. fermentum* DT41 érte el a 9 log TKE/ml sejtszámot (9,215 és 9,174 log TKE/ml), amik statisztikai szempontból megegyeznek, a többi törzstől viszont szignifikánsan eltérnek. Mivel ennél a két törzsnél a kiindulási sejtszám is viszonylag nagyobb volt, ezért a megfelelő összehasonlíthatóság érdekében növekedési rátát számítottam, mely alapján a *L. acidophilus* 150, *L. casei* Shirota és *L. acidophilus* N2 mutatott (a logaritmikusan számított sejtszám esetén) legalább 20%-os növekedést. A pH a 24 órás fermentációt követően 3,68 – 3,99 között alakult, az összes oldott szárazanyag-tartalom a kiindulási 10,8%-ról 9,9 – 10,3% közé csökkent. A titrálható savtartalomban bizonyos törzsek eltérést mutatnak a többitől: míg a *L. casei* 01 kisebb, addig a *L. rhamnosus* GG nagyobb savtermelést eredményezett az Ageni szilvalében. Az egyes bioaktív komponensekben, mint összes polifenol tartalom, antioxidáns kapacitás és gyökfogó kapacitás, nincs szignifikáns különbség az alkalmazott *Lactobacillus* törzsek között. Ennek ellenére az összes polifenol tartalomban a fermentáció során csak három törzs (*L. casei* Shirota, *L. plantarum* 2142 és *L. fermentum* DT41) során mértem növekedést. Az antioxidáns kapacitás és szabad gyökfogó



kapacitás viszont, a *L. casei* 01 és *L. aciophilus* N2 kivételével, növekedést mutatott a 0 óras mintához képest.

### **Stanley**

A Stanley fajtánál három törzs, a *L. plantarum* 2142, *L. aciophilus* N2 és *L. fermentum* DT41 érte el a 9 log TKE/ml sejtszámot (9,091, 9,100 és 9,075 log TKE/ml) a beállított paraméterekkel rendelkező szilvalében. A növekedési rátát tekintve a *L. reuteri* DSM 17938 szaporodott el a nyersanyagon a legnagyobb mértékben, ami egyébként szintén közelítette a 9 log TKE/ml élősejtszámot (8,908 TKE/ml). A kiindulási (6,52) pH 3,68 – 4,10-re csökkent, míg az összes oldott száraanyag-tartalom 6,3 – 6,9% között alakult, azonban ezek nem mutatnak szignifikáns különbséget a törzsek között. A titrálható savtartalom mutatott nagyobb eltérést, nevezetesen a *L. acidophilus* 150 szignifikánsan kevesebb savat termel a Stanley szilvában, mint a *L. reuteri* DSM 17938, *L. casei* 01, *L. acidophilus* N2 és *L. rhamnosus* GG. Az összes polifenol tartalom mérésekor mindegyik törzs esetében csökkenést figyeltem meg, ami a legjelentősebb a *L. rhamnosus* GG törzs esetén volt. Az antioxidáns kapacitásban nincs szignifikáns különbség az alkalmazott *Lactobacillus* törzsek között, a DPPH módszerrel vizsgált gyökfogó kapacitásnál viszont nagyobb, akár több, mint kétszeres eltérést is eredményezhetnek a különböző törzsek (így például a *L. rhamnosus* GG az összes, kivéve a *L. acidophilus* 150 törzstől, szignifikánsan kisebb gyökfogó kapacitást eredményezett a szilvalében).

### **3.4. Fekete törpeberkenye**

A különböző fajtájú (Nero, Viking) fekete berkenyék natív formájukban nem ideálisak a *Lactobacillus* szaporodásához, pepton hozzáadásával, a fermentációs paraméterek beállításával azonban sikerült biztosítani a *Lactobacillus* szaporodásához szükséges feltételeket a pasztörözött (60 °C, 15 perc) berkenyelében. A fermentációs paraméterek, kiegészítő tápanyagok optimalizációját statisztikai módszerekkel végeztem el, így a 4,50 pH mellett 5,62 g/l peptonra van szükség, amennyiben a fekete berkenyelevet vízzel egészítjük ki 8 : 2 (V/V) arányban.

### **Nero**

A kiindulási 7 log TKE/ml sejtszámról a Nero fajtánál bizonyos esetekben egy nagyságrendnyi növekedést (pl. *L. reuteri* DSM 17938 és *L. acidophilus* N2), egyes törzseknél (*L. rhamnosus* GG, *L. acidophilus* LA-5, *L. casei* Shirota, *L. casei* 01) azonban csökkenést mértem. Szignifikáns különbség elsősorban a 8 log TKE/ml feletti és 7 log TKE/ml alatti sejtszámot

elérő törzsek között mutatható ki. De a legnagyobb sejtszámot eredményező *L. reuteri* DSM 17938 (8,587 log TKE/ml) például szignifikánsan különbözik az összes, kivéve a *L. acidophilus* N2 és *L. fermentum* DT41 törzsektől. A növekedési ráta szintén a *L. reuteri* DSM 17938 törzsnél volt a legnagyobb (15,22%). A kiindulási, 0 órás pH 4,50-re állítása alapvetően kis érték, ezért a szaporodás során ez nem csökkent le jelentősen (4,27 – 4,49). Az összes oldott szárazanyag-tartalom 15,9%-ról minimálisan lecsökkent (15,2 – 15,7%), a titrálható savtartalom pedig bizonyos törzseknél növekedett (pl. *L. casei* Shirota), egyeseknél csökkent (pl. *L. acidophilus* N2). Az összes polifenol tartalom valamennyi alkalmazott *Lactobacillus* törzssel növekedést mutatott, statisztikailag kimutatható különbség pedig kizárólag a két szélsőértéket produkáló, *L. reuteri* DSM 17938 és *L. casei* 01 törzsek között lépett fel. Az antioxidáns kapacitásban a kiindulási értékhez képest a *L. casei* 150 kivételével minden esetben növekedést mértem. Jóllehet a szabad gyökfogó kapacitás mérése során törzstől függően csökkenés és növekedés is fellépett, nem tapasztaltam szignifikáns különbséget a *Lactobacillus*-ok között.

### **Viking**

A Viking berkenyelében a törzsek sejtszaporodásában már jelentős eltéréseket tapasztaltam. Ennél a fajtánál kizárólag a *L. rhamnosus* GG sejtszáma csökkent, a többi törzs egy nagyságrendnyi növekedést mutatott. Ebből kifolyólag a *L. rhamnosus* GG az összes, kivéve a *L. acidophilus* LA-5, törzstől szignifikánsan eltért, de a legtöbb alkalmazott törzs között kimutatható az élősejtszámbeli különbség a  $p = 0,05$  szignifikancia szinten. A legnagyobb sejtszámot a Viking fajtában a *L. fermentum* DT41 (8,876 log TKE/ml, 20,93%), míg a legnagyobb növekedési rátát a probiotikus *L. reuteri* DSM 17938 (8,812 log TKE/ml, 21,32%) eredményezte. A két törzs sejtszáma azonban szignifikánsan megegyezik. A fermentáció követően mért, 4,10 és 4,62 közötti fél tizedes pH különbség jelentősebbnek mondható, a legkisebb pH-t eredményező *L. fermentum* DT41 például az összes többi törzstől szignifikánsan eltér. A Viking fajtánál egyes törzsek szignifikáns különbséget mutattak az összes oldott szárazanyag-tartalomban és titrálható savtartalomban is, de ezek az eltérések a fermentáció szempontjából elenyészők. Az összes polifenol tartalomban valamennyi törzssel csökkenést mértem a kiindulási értékhez képest, egyedül a *L. acidophilus* LA-5 eredményezett növekedést, ami azonban szignifikánsan nem mutatkozik meg. Az antioxidáns és szabad gyökfogó kapacitás változatos eredményt mutatott, bizonyos törzsekkel való fermentációkor növekedés (pl. *L. rhamnosus* GG), egyes törzsekkel azonban (pl. *L. casei* Shirota) csökkenés volt megfigyelhető, szignifikáns különbség azonban nem igazán volt jellemző.

### 3.5. Birsalma

A többi vizsgált gyümölcshez hasonlóan a birsalma (Angersi, Csokonai és Mezőkövesdi fajta) sem biztosított természetes formájában megfelelő környezetet a tejsavbaktériumok szaporodásához, a fermentációs paraméterek beállításával azonban sikerült biztosítani a *Lactobacillus* szaporodásához szükséges ideális feltételeket birsalmalében is. A kívánt élősejtszám elérése érdekében elvégeztem ezen paraméterek optimalizációját, mely szerint 6,00 pH mellett az optimális mennyiség peptonra vonatkoztatva 5 g/l, amennyiben a birsalmalevet vízzel egészítjük ki 8 : 2 (V/V) arányban. A birsalmán jelen lévő csíraszám lecsökkentésére, megszüntetésére a paradicsomlére optimalizált (65 °C-on, 60 percig) paraméterekkel történő pasztörözést alkalmaztam.

#### *Angersi*

Az Angersi birsalmalénél a *L. reuteri* DSM 17938 törzssel sikerült elérni a legnagyobb élősejtszámot (8,865 log TKE/ml) és növekedési rátát (19,79%) a fermentáció során, ami szignifikáns különbséget mutat az összes többi, kivéve a *L. acidophilus* N2 (8,776 log TKE/ml) törzssel szemben. Bizonyos törzseknek azonban az optimális körülmények meghatározása és beállítása ellenére sem bizonyult ideális nyersanyagnak szaporodásukhoz a birsalmalé, a *L. rhamnosus* GG, *L. acidophilus* LA-5 és *L. casei* 01 sejtszáma is csökkent a 24 óra alatt. A pH-ban jelentős különbségek adódtak a törzsek között. Azoknál, melyeknél sejtszám csökkenés volt tapasztalható, a pH csupán pár tizedes jeggyel csökkent (5,68 – 5,78). A többi *Lactobacillus* esetében a pH akár 4,07 (*L. acidophilus* N2) értékre is lecsökkent. Az összes oldott szárazanyag-tartalomnál is effektíve két csoportra oszthatók az eredmények: a kiindulási 6,3%-ról alig változott a *L. rhamnosus* GG, *L. acidophilus* LA-5 és *L. casei* 01 esetében (6,1%), míg a többi törzssel 5,5 – 5,8% közé csökkent. A titrálható savtartalomban is elég nagy különbségek adódtak, ami statisztikai szignifikanciában is megmutatkozik.

#### *Csokonai*

A 24 óra elteltével a legnagyobb sejtszámot a Csokonai fajtában a *L. plantarum* 2142 törzssel sikerült elérni (8,824 log TKE/ml), míg a legnagyobb növekedési rátát a *L. reuteri* DSM 17938 eredményezte (16,55%). Ennek ellenére a *L. plantarum* 2142 élősejtszáma a *L. acidophilus* 150, *L. casei* Shirota, *L. acidophilus* N2 és *L. fermentum* DT41 sejtszámával egyezik meg szignifikánsan, ezek mind közelítették a kívánt 9 log TKE/ml koncentrációt. A *L. casei* 01 kiugró értéket mutat negatív irányban, a sejtszáma két nagyságrendet csökkent a Csokonai birsalmalében (5,824 log TKE/ml), de a *L. rhamnosus* GG és *L. acidophilus* LA-5 élősejtszáma is kevesebb volt a 0 órás mintához képest. A kiindulási, beállított pH a 24 órás fermentációt

követően 4,03 – 5,72 közé csökkent, ami elég széles tartomány a pH tekintetében. A legnagyobb összes oldott szárazanyag-tartalom fogyás azonban nem a legkisebb pH-t eredményező törzsnél mutatkozott, a *L. fermentum* DT41 törzs alkalmazásakor ugyanis 6,5%-ról egészen 5,9%-ra csökkent a szárazanyag-tartalom. A titrálható savtartalomban szintén nagy különbségeket véltem felfedezni, a nem szaporodó törzsek alig termeltek tejsavat a kiindulási mennyiséghez képest, így ezek statisztikailag teljesen elkülönülnek a többi törzstől.

### 3.6. Paradicsom

A Cherrola, Mobil, Uno Rosso és a további vizsgált 16 fajta paradicsomról általánosságban elmondható, hogy ideális nyersanyagnak bizonyultak (probiotikus) *Lactobacillus* starterkultúrával tejsavasán fermentált termék előállítására, ugyanis a természetes mikroflóra lecsökkentésén (65 °C-on történő 60 perces hőkezelés) kívül nem szükséges egyéb kezelés, kiegészítés a tejsavbaktériumok elszaporodásához. A törzsek között jelentős különbségek is előfordultak a sejtszámban, viszont valamennyi *Lactobacillus* elérte az ideális 9 log TKE/ml élősejtszámot. Annak ellenére, hogy egyes törzsek eltérően viselkedtek a különböző fajtáknál, a Mobil, az Uno Rosso és a Cherrola paradicsomlében is egyaránt a *L. acidophilus* N2 érte el a legnagyobb sejtszámot, második helyen pedig a probiotikus *L. casei* Shirota szerepelt. A sejtszámok alapján az látszik, hogy a *Lactobacillus*-ok összességében az Uno Rosso-ban szignifikánsan jobban szaporodnak, nagyobb sejtszámot érnek el, mint a Cherrola vagy a Mobil fajtában. A pH minden mintában a mikrobiológiai biztonság szempontjából fontos 4-es érték alá lecsökkent (3,43 – 3,94). A Cherrola fajta rendelkezett a legnagyobb összes oldott szárazanyag-tartalommal, ami a nyers paradicsomlé édesebb ízén is érződött. Ez a nagyobb összes oldott szárazanyag-tartalom ellensúlyozhatja ízvilágban a nagyobb savtartalmat és kisebb pH-t. A nyers Cherrola paradicsomlé titrálható savtartalma volt a legnagyobb, ami a fermentált leveknél is jellemzően nagy savtartalmat eredményezett, azonban az erjesztett paradicsomlevek közül jellemzően az Uno Rosso bírt a legnagyobb titrálható savtartalommal. Hűtőben történő tárolás során még négy hét után is számos *Lactobacillus* törzs jelentős túlélési aránnyal, nagy sejtszámmal rendelkezett, azonban itt is jelentős különbségek akadtak egyes törzsek között. Szélsőséges esetben akár 5 log TKE/ml alá csökkent a sejtszám a 4. hétre (Uno Rosso, *L. acidophilus* N2), vagy a 0. heti 9 log TKE/ml koncentrációt is szinte teljesen megtartotta (Uno Rosso, *L. casei* 01). Törzstől és paradicsomfajtától függően azonban a 4 hetes, 6 °C-on történő tárolást követően is általánosságban 6 – 8 log TKE/ml között alakult az élősejtszám. A legjobb túlélési eredményeket a Cherrola paradicsomlében kaptam (0,86 – 0,94),

ennél a fajtánál mindegyik törzs esetén a négy hetes tárolást követően a sejtek 85%-a életképes volt.

További 15 fajta (452, 455, 458, 461, 463, 464, 465, 467, 469, 470, 472, 473, 475, 477, 479 sorszámú) paradicsomot a szaporodási mutató alapján kiválasztott legjobb két (*L. acidophilus* N2 és *L. casei* Shirota) törzssel fermentáltam. Ezen eredményeket a Mobil, Uno Rosso és Cherrola eredményeivel összevetve a legnagyobb sejtszámokat ugyanabban az öt fajtában (Uno Rosso, Mobil, Cherrola, 479, 477) mértem mindkét törzs esetén, ezek közül is az Uno Rosso mutatott kimagaslóan nagy értéket, vagyis az általam vizsgált paradicsomfajták közül az élősejtszám tekintetében az Uno Rosso fajtát érdemes választani a paradicsomlé tejsavas fermentációjához.

### **3.7. *Lactobacillus*-ok izolálása fermentált zöldségekről**

A *Lactobacillus*-okat fermentált zöldségekről (olívabogyó, savanyú káposzta, kovászos uborka, kimchi) az általam felállított protokoll alapján izoláltam. Ezek a fermentált zöldségek házi készítésűek vagy kímérősek, feltehetőleg nem hőkezelték, ezért potenciális *Lactobacillus* források voltak. A cikloheximides MRS agaron előszelektáltam a tejsavbaktériumokat, ugyanis a cikloheximiddel kiegészített *Lactobacillus* szelektív táptalaj gátló hatással rendelkezik számos penész, élesztő és fitopatogén gomba ellen. A tápagaron nőtt, potenciális *Lactobacillus*-okat kataláz tesztnak vettem alá, ami a hidrogén-peroxidot bontó kataláz enzim jelenlétét jelzi. A *Lactobacillus* nemzetségbe tartozó törzsek kataláz enzim hiányában a próbára negatívan reagálnak, így pezsgés hiányában tovább vizsgáltam a baktériumot. A *Lactobacillus*-ok Gram-pozitív baktériumok, így a Gram-festés során lilára festődnek. A negatív kataláz tesztet adó és Gram-pozitív festésű baktériumtenyészetek savtermelését brómkrezolbíboros MRS agaron vizsgáltam. A baktérium savtermelésére a brómkrezolbíbor indikátor tartalmú MRS agar bíbor színről sárgára változása utal. Az így előszelektált fajok *Lactobacillus* nemzetségbe való tartozásáról PCR vizsgálattal győződtem meg.

A szelektált *Lactobacillus*-ok fermentációban való alkalmazhatóságáról (a 476-os jelzésű) paradicsom tejsavas erjedésének vizsgálatával győződtem meg. A kiindulási 7 log TKE/ml sejtszámról az izolált törzsek közül majdnem mindegyik elérte, vagy közelítette a 9 log TKE/ml sejtszámot. Ez kellően jó eredménynek tekinthető, ugyanis a törzsgyűjteményből származó *Lactobacillus* törzsek sejtszaporodásával nagyon hasonló eredményt mutat (törzsgyűjtemény 8,857 – 9,315 log TKE/ml, izolált 8,176 – 9,364 log TKE/ml). A statisztikai vizsgálatokat tekintve ugyan van különbség bizonyos törzsek között, de ez nem különül el a

*Lactobacillus* származását tekintve két csoportra. Ebből kifolyólag érdemes lenne ezen törzsek további vizsgálatával, esetleges probiotikus voltával foglalkozni.

### 3.8. Konklúzió

Az összesített hőtérkép diagram (2. táblázat) alapján látszik, hogy nincs adott *Lactobacillus* törzs, ami a vizsgált növényi nyersanyagok mindegyikében egységesen jobban szaporodott volna. Általánosságban viszont elmondható, hogy – a tejsavbaktériumok szaporodásához szükséges környezet megteremtését követően is – csak a meggylében sikerült elérni kifejezetten nagy, 9 log TKE/ml feletti sejtszámot az összes vizsgált törzssel. Azonban minden nyersanyag fermentálása során sikerült szelektálnom legalább egy olyan *Lactobacillus* törzset, ami közelítette ezt a sejtkoncentrációt.

2. táblázat: *Lactobacillus* törzsek élősejtszám alakulásának vizualizációja hőtérkép formában, adott növényi nyersanyagon, 24 óra fermentációt követően. A hőtérkép sorai az egyes zöldg-, illetve gyümölcslének felelnek meg, az oszlopok a baktérium törzseket jelölik

		<i>L. rhamnosus</i> GG	<i>L. acidophilus</i> LA-5	<i>L. acidophilus</i> 150	<i>L. casei</i> Shirota	<i>L. casei</i> 01	<i>L. reuteri</i> DSM 17938	<i>L. plantarum</i> 2142	<i>L. acidophilus</i> N2	<i>L. fermentum</i> DT41
Narancs	Sűrítmény	9,221	n.a.	8,612	9,086	9,692	7,779	n.a.	n.a.	n.a.
	Nem-sűrítmény	8,305	9,345	7,326	9,262	9,219	9,460	n.a.	n.a.	n.a.
	Frissen facsart	9,233	6,889	8,319	9,461	9,477	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Meggy	Újfehértói f.	9,354	9,425	9,377	9,307	9,301	9,341	9,138	9,167	9,363
	Petri	9,127	9,538	9,598	9,333	9,282	9,349	9,233	9,094	9,216
Szilva	Ageni	8,824	n.a.	8,178	8,942	8,917	8,282	9,215	8,950	9,174
	Stanley	8,873	n.a.	8,705	8,921	8,802	8,908	9,091	9,100	9,075
Fekete berkenye	Nero	6,942	6,699	8,084	7,211	6,699	8,587	8,363	8,410	8,452
	Viking	6,884	7,789	8,391	8,536	8,728	8,812	8,635	8,641	8,876
Birsalma	Angersi	6,138	6,273	8,704	8,579	6,211	8,865	8,540	8,776	8,590
	Csokonai	6,211	6,176	8,622	8,560	5,824	8,561	8,824	8,661	8,689
Paradicsom	Mobil	7,993	9,000	8,987	9,079	8,762	7,176	8,926	9,251	8,895
	Uno Rosso	8,938	8,945	9,295	9,372	9,219	8,200	8,896	9,514	9,195
	Cherrola	9,130	n.a.	8,950	9,154	n.a.	n.a.	8,832	9,177	n.a.

> 9 log TKE/ml 
  = 9 log TKE/ml 
  = 8 log TKE/ml 
  = 7 log TKE/ml 
  < 7 log TKE/ml. n.a. = nincs adat

Az adott nyersanyagra való törzsszelekció fontosságát reprezentálja, hogy a törzsgyűjteményből származó 9 vizsgált *Lactobacillus* törzs közül valamennyi kiemelkedően teljesített a szaporodás szempontjából legalább egy adott nyersanyagon (kizárólag a *L. rhamnosus* GG és *L. casei* Shirota törzsek azok, amik egyik lében sem produkálták a legnagyobb sejtszámot). A legnagyobb sejtszámot több esetben (Petri és Újfehértói meggyfajták, Angersi birsalmafajta) is probiotikus törzssel sikerült elérni, ami ellentmond annak az általános feltételezésnek, miszerint a probiotikus törzsek nem rendelkeznek olyan jó technológiai tulajdonságokkal, mint a nem-probiotikus tejsavbaktériumok. Jelenleg ugyanis a kereskedelmi törzseket nagyrészt a technológiai tulajdonságaik alapján választják ki, kizárva ezzel számos olyan törzset, ami ígéretes lehet a fogyasztó egészségének megőrzése tekintetében (LACROIX & YILDIRIM, 2007).

A *Lactobacillus*-ok a gyümölcslevelekben megtalálható egyszerű cukrokat képesek metabolizálni, növelve a termék savtartalmát (SENGUN et al., 2019). A megfelelő élősejtszám elérése esetén a pH minden esetben a mikrobiológiai biztonság szempontjából elegendő mértékre csökkent le. A bioaktív komponensek növekedése által még nagyobb hozzáadott értékű termék hozható létre, azonban azok csökkenése sem jelent elsősorban negatívumot, mivel a probiotikus mikroorganizmusok képesek a gyümölcsben lévő fenolos vegyületeket gyorsan elfogyasztani, megnövelve saját túlélésüket (OZCAN et al., 2015). A kapott eredményeim alapján arra is kíváncsi voltam, hogy a fermentáció hatására a bioaktív komponensekben fellépő változás mely nyersanyagon volt összességében a legkedvezőbb (3. táblázat). Amennyiben növekedés lépett fel a kiindulási (0 h) értékhez képest, 1-es számmal jelöltem, ha nem történt változás, 0, míg csökkenés esetén -1 értéket kapott a törzs az adott gyümölcsön. A maximális pontszám annak felelt meg, amennyit összesen akkor kapott volna a gyümölcsfajta, ha mindhárom mért bioaktív komponensben az összes alkalmazott törzs növekedést eredményezett volna. Ez alapján egy százalékos összesített értéket számítottam. Így, a három gyümölcs közül a meggy bizonyult leginkább megfelelő nyersanyagnak a tejsavas fermentáció során fellépő változás szempontjából, ugyanis mindkét fajtánál jelentős növekedés volt megfigyelhető összességében a bioaktív komponensek tekintetében. A fekete törpeberkenyénél a Nero fajtánál szintén nagy az összesített pontszám, a Viking berkenyénél azonban átlagosan csökkenést tapasztaltam. Hasonlóan a szilvánál is, az Ageninél ugyanis minimális a növekedés, a Stanley fajtánál viszont nagyobb számban volt csökkenés, mint növekedés a bioaktív komponensek mennyiségében.

Eredményeim alátámasztják RANADHEERA és munkatársai (2010) állítását, miszerint a probiotikus baktériumok növekedését, életképességét egyaránt befolyásolja a mikrobiális

törzs és a gyümölcsle összetétele (savasság, szénhidrát tartalom, nitrogénforrás). A tárolási hőmérsékleten felül a tejsavbaktériumok túlélése függött a nyersanyag fajtájától és típusától, több nagyságrendnyi különbség volt például a narancslé és a paradicsomlé tárolása során a *L. acidophilus* LA-5 sejt számában a 4. héten: nem-sűrítvényből készült narancslében 0,166 log TKE/ml, Uno Rosso paradicsomlében 3,526 log TKE/ml csökkenést mértem az élősejtszámban. Fermentált gyümölcslevek (narancs, grapefruit, fekete ribizli, ananász, gránátalma, áfonya és citrom) *L. plantarum* törzssel való fermentációját követő tárolása során is rendkívül nagy különbségeket (0,02 – 8,02 log TKE/ml csökkenés) figyeltek meg az élősejtszámban a tárolás 6. hetén a nyersanyag típusától függően (NUALKA EKUL & CHARALAMPOPOULOS, 2011).

3. táblázat: A fermentáció hatására fellépő változás a bioaktív komponensekben a kiindulási értékhez képest (növekedés 1, csökkenés -1, nincs változás 0) és az összesített százalékos értékük az adott növényi nyersanyagon

		<i>L. rhamnosus</i> GG	<i>L. acidophilus</i> LA-5	<i>L. acidophilus</i> 150	<i>L. casei</i> Shirota	<i>L. casei</i> 01	<i>L. reuteri</i> DSM 17938	<i>L. plantarum</i> 2142	<i>L. acidophilus</i> N2 2142	<i>L. fermentum</i> DT41	Összesített	
Meggy	Újfehértói fűrtös	Polifenol	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	51,85%
		FRAP	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	
		DPPH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Petri	Polifenol	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	77,78%
		FRAP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		DPPH	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	
Szilva	Ageni	Polifenol	-1	n.a.	-1	1	-1	-1	1	-1	1	20,83%
		FRAP	1	n.a.	1	1	0	1	1	-1	1	
		DPPH	-1	n.a.	1	1	-1	1	1	-1	1	
	Stanley	Polifenol	-1	n.a.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-45,83%
		FRAP	-1	n.a.	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
		DPPH	-1	n.a.	-1	1	1	1	1	0	1	
Fekete berkenye	Nero	Polifenol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	70,37%
		FRAP	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	
		DPPH	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	
	Viking	Polifenol	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-25,93%
		FRAP	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	
		DPPH	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

n.a. = nincs adat



Vizsgálataim alapján elmondható, hogy a megfelelő tejsavbaktériumok alkalmazásával és azok szaporodásához szükséges feltételek megteremtésével lehetőség van tejsavasan fermentált termék kialakítására, ami tartalmazza a kívánt 9 log TKE/ml élősejtszámot. Így olyan, az egészség megőrzéséhez hozzájáruló termék kialakítására van lehetőség, amely beilleszthető a mindennapi étkezésbe, továbbá összeegyeztethető a vegán étrenddel, és a tejfehérje allergiában vagy laktóz intoleranciában szenvedőknek sem kellene lemondaniuk a probiotikus élelmiszerek nyújtotta, egészségre gyakorolt előnyökről.

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Minden vizsgált növényi nyersanyagra sikerült szelektálnom olyan *Lactobacillus* törzset, ami által a romlandó és kisebb értéket képviselő zöldségből, gyümölcsből egy eltarthatóbb, bizonyos esetekben kedvezőbb érzékszervi és élettani tulajdonságokkal rendelkező termék alakult ki. A biotartósításnak köszönhetően mesterséges adalékanyagot nem igénylő eljárással előállított, probiotikus törzset tartalmazó terméket hoztam létre, amely beilleszthető a mindennapi étkezésbe. Az így készült, tartósítószer-mentes gyümölcs- és zöldséglevék a fermentációból eredő természetes savasságuk mellett megtartják érzékszervi tulajdonságaikat és mindemellett beltartalmi tulajdonságaikban sem történik lényegi változás, sőt egyes esetekben megnövekszik a bennük található bioaktív komponensek mennyisége. Ezen termékek, illetve a gyártástechnológia (az optimalizáció, a fermentációs és a tárolási paraméterek ismerete), nemcsak a probiotikumok, de maguk a zöldségek és gyümölcsök bővülő termékínálatát is jelentheti.

A fermentált élelmiszerek előállításához, a termék ízének vagy biztonságának biztosítása érdekében, két vagy több faj (kevert tenyészet) is alkalmazható (ZHOU et al., 2020). A többféle *Lactobacillus* kevert tenyészetként történő alkalmazása nem újkeletű dolog például tejsavtermelésnél a szubsztrát konverzió hatékonyságának növelése érdekében (CUI et al., 2011). A mikroorganizmusok pozitív hatással lehetnek egymásra: nagyobb élősejtszámot, szerves sav termelést és gyökfogyó kapacitást eredményezhetnek, mint a tiszta tenyészet (BAGHER HASHEMI & JAFARPOUR, 2020). Ezáltal növelhető lenne egy kevésbé jól szaporodó probiotikus *Lactobacillus* életképessége egy jó fermentációs tulajdonságokkal rendelkező, de nem-probiotikus törzs vagy akár más nemzetségbe tartozó baktérium által, szinergens hatást kifejtve. Ez nemcsak a sejtszám, de az anyagcsere termékek, bioaktív komponensek mennyiségének növekedését is eredményezhetné a fermentált termékben.

A gyümölcsök, más szubsztráthoz hasonlítva, szabad aminosavtartalma lényegesen kisebb (RUIZ RODRÍGUEZ et al., 2020). A tejsavbaktérium szaporodása szempontjából ez limitáló tényező lehet, ahogy az általam vizsgált gyümölcsleveknél is megfigyelhető volt, hogy a tejsavbaktériumok nagy szerves nitrogén-forrás igénye miatt fehérjekiegészítésre szorultak. Ezért egyrészt az élesztőkivonattal való kiegészítés helyett javasolható inaktív élesztő alkalmazása, ami javítja a nitrogénvegyületek asszimilációját és tápanyagot biztosít a baktériumnak (ŠUKLJE et al., 2016). Másrészt ajánlott lenne a gyümölcslé és egy nagyobb fehérjetartalmú növényi nyersanyaggal való kevert ital tejsavas fermentációjának vizsgálata is és jelenleg is zajlanak ezzel kapcsolatos kísérletek (például fekete berkenyelé szójaitallal való kombinációja). Így akár hozzáadott adalékanyagot nem igénylő terméket lehetne létrehozni. A narancslénél vizsgált inulin helyett természetes, növényi prebiotikus komponens hozzáadásával tovább növelhető lenne a *Lactobacillus* szaporodása, túlélése a nyersanyagokon, ezért érdemes lenne például csicsókával, articsókával kevert gyümölcs-, zöldséglevék fermentációs kísérleteit is elvégezni (LAVERMICOCCA et al., 2016). A zöldborsó fermentációjára is voltak kísérleteim, ami a paradicsomléhez hasonlóan megfelelő környezetet biztosított a tejsavbaktériumok szaporodásához, a kialakult organoleptikus tulajdonságok alapján azonban csak mint kiegészítő nyersanyag javasolnám a további kísérletekhez.

A tejsavasan fermentált zöldségekről izolált *Lactobacillus*-ok sejtszaporodás tekintetében hasonlóan jó fermentációs tulajdonságokkal rendelkeztek, mint a törzsgyűjteményből származó törzsek. Ebből kifolyólag érdemes lenne ezen törzsek további vizsgálatával (gyomor- és epesavtűrés), esetleges probiotikus voltaival foglalkozni, a jó fermentációs tulajdonsággal rendelkező törzsek probiotikus tulajdonságának vizsgálatára ugyanis eddig kevesen vállalkoztak. A későbbiekben javasolt továbbá a nyers zöldségről, gyümölcstről izolálni *Lactobacillus* törzset, ami a tejsavas erjedés indítókultúrájaként alkalmazható lenne, ugyanis számos szakirodalom rávilágított ezen (a növényi nyersanyag természetes körülmények között jelen lévő) mikroorganizmusok előnyeire a jobb technológiai és funkcionális tulajdonságokkal rendelkező erjesztett termékek előállításának érdekében (VERÓN et al., 2017, VERÓN et al., 2019).

## 5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Meghatároztam a különböző gyümölcslevék tejsavas fermentációjához szükséges optimális tápanyag kiegészítéseket, pH értékeket, gyümölcslé hígítási arányokat. A narancslé esetében 7,00-es pH mellett az optimális mennyiség dextrózra vonatkoztatva 60 g/l, amennyiben 2 g/l élesztőkivonatot alkalmazunk tápanyag kiegészítésként. A meggylnél az optimális kiindulási

értékek 5,80-as pH, 3 g/l hozzáadott élesztőkivonat, valamint 6 : 4 (V/V) arányban vízzel való hígítás. A szilvalé esetében 6,50 értékre állított pH mellett az ideális mennyiség élesztőkivonatra vonatkoztatva 6 g/l, amennyiben a szilvalevet vízzel egészítjük ki 5,5 : 4,5 (V/V) arányban. A fekete berkenyelénél a pH-t 4,50 értékre szükséges beállítani, amely mellett 5,62 g/l hozzáadott peptonra van szükség, ha a fekete berkenyelevet vízzel egészítjük ki 8 : 2 (V/V) arányban. A birsalmalé fermentációjához 6,00-os pH mellett az optimális mennyiség peptonra vonatkoztatva 5 g/l, amennyiben a birsalmalevet vízzel egészítjük ki 8 : 2 (V/V) arányban.

2. Minden alkalmazott nyersanyagra sikeresen szelektáltam olyan *Lactobacillus* törzset, ami elérte, vagy közelítette a kívánt 9 log TKE/ml élősejtszámot. A törzsszelekció fontosságát mutatja, hogy nem minden nyersanyagon ugyanaz a törzs érte el a legnagyobb sejtszámot, valamint ugyanaz a törzs nem ugyanúgy viselkedett minden gyümölcs/zöldséglében. Továbbá nemcsak a nyersanyag típusa, hanem a zöldség és gyümölcs fajtája is befolyásolja az alkalmazni kívánt törzs szaporodását, ezért rendkívül fontos az adott kiindulási nyersanyagra, fajtára történő starterkultúra szelekció. A nem-sűrítvényből készült narancslé esetében a *L. reuteri* DSM 17938, míg a sűrítvényből készült és a frissen facsart narancslénél a *L. casei* 01 starterkultúráként történő alkalmazásával értem el a legnagyobb élősejtszámot. Az Újfehértói fürtös meggyre nézve a *L. acidophilus* LA-5, a Petri fajtára a *L. acidophilus* 150; az Ageni szilvánál a *L. plantarum* 2142, a Stanley fajtánál a *L. acidophilus* N2; az Angersi birsalmára nézve a *L. reuteri* DSM 17938, a Csokonai fajtára pedig a *L. plantarum* 2142 törzs eredményezte a legnagyobb sejtszámot a beállított paraméterek mellett. Az általam vizsgált paradicsomfajták közül az élősejtszám tekintetében az Uno Rosso fajtát érdemes választani a paradicsomlé tejsavas fermentációjához, amelynek erjesztésekor a legnagyobb sejtszámot a *L. acidophilus* N2 starterkultúráként történő alkalmazása eredményezte.

3. A meggy fermentáció eredményeivel bizonyítottam, hogy a fermentációt követően nincs szignifikáns különbség probiotikus (*L. rhamnosus* GG, *L. casei* Shirota, *L. reuteri* DSM 17938, *L. acidophilus* 150, *L. acidophilus* LA-5, *L. casei* 01) és nem-probiotikus (*L. acidophilus* N2, *L. plantarum* 2142, *L. fermentum* DT41) törzsek sejtszámában, valamint a legnagyobb sejtszámot is bizonyítottan probiotikus törzs eredményezte a két meggyfajtában. Hasonló eredményre jutottam a paradicsomlénél is, ahol a szaporodás és túlélés tekintetében egy probiotikus törzs bizonyult kiemelkedőnek.

4. Kutatásaim során olyan tejsavas fermentált, növényi alapú termékeket fejlesztettem, amelyek nagy számban tartalmaznak az adott nyersanyagon felszaporodott probiotikus kultúrát

és hűtőszekrényben történő tárolás esetén akár 8 hét múlva is tartalmazzák az ajánlott elősejtszámot.

5. Az általam felállított protokoll (cikloheximides MRS agar, kataláz teszt, Gram festés, brómkrerzolbíboros MRS agar) alapján nem hőkezelt, kereskedelmi forgalomban kapható, illetve házi készítésű fermentált zöldségekről (kimchi, olívbogyó, savanyú káposzta, kovászos uborka) izoláltam olyan, igazoltan a *Lactobacillus* nemzetségbe tartozó törzseket, amelyek jó fermentációs tulajdonsággal rendelkeznek.

Avonts, L., Uytven, E. V., & Vuyst, L. D. (2004). Cell growth and bacteriocin production of probiotic *Lactobacillus* strains in different media. *International Dairy Journal*, 14(11), 947-955.

Bagher Hashemi, S. M., & Jafarpour, D. (2020). Fermentation of bergamot juice with *Lactobacillus plantarum* strains in pure and mixed fermentations: Chemical composition, antioxidant activity and sensorial properties. *LWT*, 109803.

Cui, F., Li, Y., & Wan, C. (2011). Lactic acid production from corn stover using mixed cultures of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus brevis*. *Bioresource Technology*, 102(2), 1831-1836.

De Bellis, P., Valerio, F., Sisto, A., Lonigro, S. L., & Lavermicocca, P. (2010). Probiotic table olives: Microbial populations adhering on olive surface in fermentation sets inoculated with the probiotic strain *Lactobacillus paracasei* IMPC2.1 in an industrial plant. *International Journal of Food Microbiology*, 140(1), 6-13.

Halász, a., baráth, á., & holzapfel, w. H. (1999). The influence of starter culture selection on sauerkraut fermentation, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A* 208, 434-438.

Heller, K. J. (2001). Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 374-379.

Kusharyati, D. F., Hendrati, P. M., & Sukanto (2011). Diversity of local probiotic lactobacilli in tomato juice and its potential as functional food. In *Proceeding of The 3rd International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid*, 23.

Lacroix, C., & Yildirim, S. (2007). Fermentation technologies for the production of probiotics with high viability and functionality. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(2), 176-183.

Lavermicocca, P., Dekker, M., Russo, F., Valerio, F., Di Venere, D., & Sisto, A. (2016) *Lactobacillus paracasei*-Enriched Vegetables Containing Health Promoting Molecules. In: Watson, R. R., Preedy, V. R. (Eds.): *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics*. Academic Press. 361-370.

Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry, *Trends in Food Science & Technology* 15, 67-78.

Nualkaekul, S., & Charalampopoulos, D. (2011). Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices. *International Journal of Food Microbiology*, 146(2), 111-117.

Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayazit, A., Delikanli, B., & Barat, A. (2015). Survival of *Lactobacillus* Spp. in Fruit Based Fermented Dairy Beverages. *International Journal of Food Engineering* 1(1), 44-49.

Pereira, A. L. F., Maciel, T. C., & Rodrigues, S. (2011). Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food Research International*, 44(5), 1276-1283.

Peres, C. M., Peres, C., Hernández-Mendoza, A., & Malcata, F. X. (2012). Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria - With an emphasis on table olives. *Trends in Food Science & Technology*, 26, 31-42.

Prado, F. C., Parada, J. L., Pandey, A., & Socol, C. R. (2008). Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41(2), 111-123.

Ranadheera, R. D. C. S., Baines, S. K., & Adams, M. C. (2010). Importance of food in probiotic efficacy. *Food Research International*, 43(1), 1-7.

- Rastall, R. A., Fuller, R., Gaskins, H. R., & Gibson, G. R. (2000). Colonic functional foods, 71-95. In: Gibson G. R., Williams C. M. (Eds.): Functional food. Concept to product. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press LLC 374.
- Rivera-Espinoza, Y., & Gallardo-Navarro, Y. (2010). Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology*, 27(1), 1-11.
- Ruiz Rodríguez, L. G., Manuel Zamora Gasga, V., Pescuma, M., Van Nieuwenhove, C., Mozzi, F., & Alberto Sánchez Burgos, J. (2020). 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*, 109854.
- Sánchez, B., Ruiz, L., Gueimonde, M., Ruas-Madiedo, P., & Margolles, A. (2012). Toward improving technological and functional properties of probiotics in foods. *Trends in Food Science and Technology*, 26, 56-63.
- Sengun, I. Y., Kirmizigul, A., Atlama, K., & Yilmaz, B. (2019). The viability of *Lactobacillus rhamnosus* in orange juice fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) and bioactive properties of the juice during storage. *LWT*, 108707.
- Šuklje, K., Antalick, G., Buica, A., Coetzee, Z. A., Brand, J., Schmidtke, L. M., & Vivier, M. A. (2016). Inactive dry yeast application on grapes modify Sauvignon Blanc wine aroma. *Food Chemistry*, 197, 1073-1084.
- Verón, H. E., Di Risio, H. D., Isla, M. I., & Torres, S. (2017). Isolation and selection of potential probiotic lactic acid bacteria from *Opuntia ficus-indica* fruits that grow in Northwest Argentina. *LWT*, 84, 231-240.
- Verón, H. E., Gauffin Cano, P., Fabersani, E., Sanz, Y., Isla, M. I., Fernández Espinar, M. T., Gil Ponce, J. V., & Torres, S. (2019). Cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) juice fermented with autochthonous *Lactobacillus plantarum* S-811. *Food & Function*.
- Zhou, W., Shu, Q., Zhang, X., & Chen, Q. (2020). Application of mixed-culture with *Lactobacillus brevis* and *Saccharomyces cerevisiae* to Chinese yellow rice wine brewing for ethyl carbamate regulation. *Food Control*, 107821.

## PUBLIKÁCIÓK

### **Impakt faktoros (IF) folyóiratcikkek**

1. Baráti-Deák, B., Da Costa Arruda, G. C., **Perjéssy, J.**, Klupács, A., Zalán, Zs., Mohácsi-Farkas, Cs., Belák, Á. (2022). Inhibition of Foodborne Pathogenic Bacteria by Excreted Metabolites of *Serratia marcescens* Strains Isolated from a Dairy-Producing Environment. *Microorganisms* 2023, 11(2). (Q2 – IF.: 4,926)  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11020403>
2. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Zalán, Zs. (2021). Effect of the lactic acid fermentation by probiotic strains on the sour cherry juice and its bioactive compounds. *Food Science and Technology International*. (Q2 – IF.: 2,023)  
<https://doi.org/10.1177/10820132211018044>
3. Horváth-Szancics, E., **Perjéssy, J.**, Klupács, Adél, Takács, K., Nagy, András, Koppány-Szabó, E., Hegyi, F., Németh-Szerdahelyi, E., Du, M., Wang, Z., Kan, J., Zalán, Zs. (2020). Study of chitinase and chitinolytic activity of *Lactobacillus* strains. *Acta Alimentaria* 49(2): 214-224. (Q3 – IF.: 0,458)  
<https://doi.org/10.1556/066.2020.49.2.11>

### **Nem IF-es folyóiratcikkek, idegen nyelven**

1. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Tömösközi-Farkas, R., Berki, M., Zalán, Zs. (2020). Development of lactic acid fermented, probiotic sour cherry juice. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 16(1): 19-33. (Q3)  
<https://doi.org/10.1556/446.2020.10003>

### **Nem IF-es folyóiratcikkek, magyarul**

1. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2017). *Lactobacillus* törzsek szelekciója tejsavasán fermentált, probiotikus narancslé fejlesztéséhez. *Élelmiszer Tudomány Technológia*: LXXI. (2): pp. 9-14.

### **Könyv, könyvrészlet**

1. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagyné Gasztonyi, M., Berki, M., Zalán, Zs. (2019). Tejsavasán fermentált, növényi alapú, probiotikus, funkcionális élelmiszerek fejlesztése. Gyuricza, Csaba, Borovics, Attila (szerk.) *Lendületben az agrárinnováció*: pp. 119-132.

## **Konferencia kiadványok**

### **Nemzetközi konferencia (teljes)**

1. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Tömösközi-Farkas, R., Berki, M., Zalán, Zs. (2018). Lactic acid fermented, probiotic sour cherry development with strain selection. Viktória, Zsom-Muha (szerk.) 2nd International Conference on Biosystems and Food Engineering in memory of Professor András Fekete, Budapest, Magyarország: <http://physics2.kee.hu/biosysfoodeng/CDROM/pdf/E228.pdf>

### **Nemzetközi konferencia (összefoglaló)**

1. Szabó, Erika E., **Perjéssy, J.**, Jánosi, A. (2022). Development of a DNA-based quick test for the detection of soy in food. 4th FoodConf – International Conference on Food Science and Technology Book of abstracts, Budapest, Magyarország: p. 63.  
<http://www.foodconf.hu/files/BOA2022.pdf>
2. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Zalán, Zs. (2021). Probiotication of fruit juices (orange, sour cherry, plum and black chokeberry juice) by lactic acid fermentation. 4th International Conference on Biosystems and Food Engineering, Budapest, Magyarország: <http://biosysfoodeng.hu/USB/pdf/E437.pdf>
3. **Perjéssy, J.**, Zalán, Zs., Hegyi, F., Horváth-Szanic, E., Takács, K., Nagy, A., Klupács, A., Koppány-Szabó, E., Wang, Z., Wang, K., Du, M., Kan, J. (2020). Post-harvest biopreservation of fruit and vegetables with application of *Lactobacillus* strains. 22nd International Conference on Plant Protection, Fertilizers and Post Harvest Treatment, Conference Proceedings Part II, Athén, Görögország: p. 333.  
<https://panel.waset.org/downloads/books/Athens-Greece-Apr-09-10,-2020,-Part-II.pdf>
4. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagy-Gasztonyi, M., Tömösközi-Farkas, Rita, Berki, M., Zalán, Zs. (2019). Development of lactic acid fermented, probiotic sour cherry juice and the effect of storage on product. 3rd International Conference on Biosystems and Food Engineering, Budapest, Magyarország:  
[http://biosysfoodeng.hu/2019/USB/pdf/E341\\_2.pdf](http://biosysfoodeng.hu/2019/USB/pdf/E341_2.pdf)
5. Zalán, Zs., **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Horváth-Szanic, E., Takács, K., Nagy, A., Klupács, A., Koppány-Szabó, E., Wang, Z., Wang, K., Du, M., Kan, J. (2019). Application of *Lactobacillus* strains for post-harvest biopreservation of fruit and vegetables. 3rd International Conference on Biosystems and Food Engineering, Budapest, Magyarország: <http://biosysfoodeng.hu/2019/USB/pdf/E360.pdf>

6. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagyné Gasztonyi, M., Tömösköziné Farkas, R., Zalán, Zs. (2018). Effect of the lactic acid fermentation by probiotic strains on the sour cherry raw material and its bioactive components. István, Dalmadi; László, Baranyai; Quang, Duc Nguyen (szerk.) Third International Conference on Food Science and Technology, Budapest, Magyarország: p. 147.
7. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2018). Growth and survival of probiotic *Lactobacillus* strains in orange juice(s). Viktória, Zsom-Muha (szerk.) 2nd International Conference on Biosystems and Food Engineering in memory of Professor András Fekete, Budapest, Magyarország:  
<http://physics2.kee.hu/biosysfoodeng/CDROM/pdf/E229.pdf>
8. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2018). Development of lactic acid fermented, functional, probiotic sour cherry juice. Tamás, László; Zelenyánszki, Helga (szerk.) Fiala Biotechnológusok Országos Konferenciája "FIBOK 2018", Budapest, Magyarország: p. 56.

#### **Magyar nyelvű (teljes)**

1. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagyné Gasztonyi, M., Zalán, Zs. (2021). Tejsavasán fermentált, probiotikus szilvalé fejlesztése. Dr. Tóth Csilla (szerk.) Óshonos- és Tájfajták – Ökotermékek – Egészséges táplálkozás – Vidékfejlesztés III. Tudományos Konferencia. Minőségi élelmiszerek – Egészséges környezet – Fenntartható vidéki gazdálkodás: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században: pp. 267-275.

#### **Magyar nyelvű (összefoglaló)**

1. Jakabné Sándor, Zs., Nagyné Biró, J., Adányiné Kisbocskói, N., **Perjéssy, J.**, Lengyel-Kónya, É., Gyalog, G. (2022). DDGS tartalmú táp tesztelése afrikai harcsa növendéken üzemi halnevelő rendszerben. Brlás-Molnár Zsuzsanna (szerk.) A XLVI. Halászati Tudományos Tanácskozás kiadványa, Szarvas, Magyarország: p. 57.
2. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagyné Gasztonyi, M., Tömösköziné Farkas, R., Zalán, Zs. (2019). Tejsavasán fermentált, probiotikus meggylé fejlesztése, a tárolás hatása a termékekre. Antal, Emese; Biró, Lajos; Gelencsér, Éva; Lugasi, Andrea; Rurik, Imre (szerk.) Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLIV. Vándorgyűlése programja és az előadások összefoglalói, Székesfehérvár, Magyarország: p. 41.



3. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Horváthné Szanics, E., Klupács, A., Takács, K., Nagy, A., Zalán, Zs. (2019). Postharvest biokontroll: zöldségek és gyümölcsök biológiai úton történő tartósítása. MKE Vegyészkonferencia 2019, Eger, Magyarország
4. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Nagyné Gasztonyi, M., Tömösköziné Farkas, R., Zalán, Zs. (2019). Probiotikus *Lactobacillus* törzsekkel végzett tejsavas fermentáció hatása meggylére és bioaktív komponenseire. Gelencsér, Éva; Lugasi, Andrea; Rurik, Imre (szerk.) Táplálkozástudományi Kutatások IX. PhD konferencia programja és előadás összefoglaló, Budapest, Magyarország: p. 19.
5. Zalán, Zs., Koppányné Szabó, E., Hegyi, F., **Perjéssy, J.**, Klupács, A. (2018). Növényi fehérjeforrások minőségi tulajdonságainak javítása tejsavas fermentációval. MTA Élelmiszertudományi Tudományos Bizottság 370. Tudományos Kollokvium előadásainak rövid kivonata, Budapest, Magyarország: p. 7.
6. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2018). Törzsszelekció tejsavasán fermentált, funkcionális, probiotikus meggylé fejlesztéséhez. Gelencsér, Éva; Lugasi, Andrea (szerk.) Táplálkozástudományi kutatások VIII. PhD Konferencia, Program és előadás összefoglalók, Budapest, Magyarország: p. 23.
7. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2017). Tejsavasán fermentált, probiotikus narancslé fejlesztése összetétel optimalizálással és *Lactobacillus* törzsszelekcióval. Biró, Lajos; Gelencsér, Éva; Lugasi, Andrea; Rurik, Imre (szerk.) Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLII. Vándorgyűlés programkönyv: Siófok, Magyarország: p. 54.
8. Hegyi, F., **Perjéssy, J.**, Zalán, Zs. (2017). Kovásztól a cefréig – körülmények hatása az élesztőkre. MTA Élelmiszertudományi Tudományos Bizottság 368. Tudományos Kollokvium előadásainak rövid kivonata, Budapest, Magyarország: p. 5.
9. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2017). *Lactobacillus* törzsek szelekciója tejsavasán fermentált, probiotikus narancslé fejlesztéséhez. Gelencsér, Éva; Horváth, Zoltánné; Rurik, Imre; Tömösközi, Sándor (szerk.) Táplálkozástudományi Kutatások VII. PhD konferencia: program és előadás összefoglalók, Budapest, Magyarország: p. 18.
10. **Perjéssy, J.**, Hegyi, F., Zalán, Zs. (2016). Tejsavasán fermentált, probiotikus narancslé fejlesztése. Biró, Lajos; Gelencsér, Éva; Lugasi, Andrea; Rurik, Imre (szerk.) A 60 éves Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLI. vándorgyűlése: Program és az előadások kivonatai, Esztergom, Magyarország: p. 54.