



Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar

GYÜMÖLCSÖK ÉS ZÖLDSÉGEK ROMLÁSÁT OKOZÓ *PENICILLIUM*
EXPANSUM GÁTLÁSA ÉLESZTŐGOMBÁKKAL

TACZMANNÉ BRÜCKNER ANDREA
doktori értekezés tézisei

Budapest, 2005

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fekete András
Egyetemi tanár, az MTA doktora
Budapesti Corvinus Egyetem,
Élelmiszertudományi Kar
Fizika és Automatika Tanszék

Témavezető: Mohácsiné dr. Farkas Csilla
Egyetemi docens
Budapesti Corvinus Egyetem,
Élelmiszertudományi Kar
Mikrobiológia és Biotechnológia Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Gyümölcsök és zöldségek betakarítását követően jelentős veszteségek léphetnek fel, melyek mértéke 10 - 40%-ig terjedhet (WORLD RESOURCES, 1998). Az ún. postharvest veszteségekért nagymértékben felelős mikrobiális – kertészeti termények esetén főként penészes – rotlás nemcsak gazdasági veszteséget okoz, hanem élelmiszer-biztonsági szempontból is kockázatot jelent.

A mikroorganizmusok okozta fertőzésekkel és rotlással szembeni védekezésre a termesztés és a tárolás során nagyon elterjedt a különböző kémiai vegyszerek (fungicid kezelések) alkalmazása. Ezekkel szemben azonban mind fogyasztói, mind tudományos téren komoly aggályok léptek fel. Ezen túlmenően, pl. az Egyesült Államokban egyes fungicid hatású vegyszereket be is tiltottak, és a későbbiekben is további vegyszerek használatának visszaszorítására, alkalmazott mennyiségének csökkentésére törekednek (WISNIEWSKI and WILSON, 1992). Ez a tendencia szükségessé tette újabb eljárások kutatását, amelyek részben vagy egészben alkalmasak a vegyszeres kezelések kiváltására.

Az utóbbi évtizedekben terjedt el a gyümölcs-, zöldség-, és gabonátárolás területén a biológiai védekezés (biokontroll) fogalma, majd gyakorlati alkalmazása, mely alapvetően olyan mikroorganizmusok – elsősorban élesztőgombák és baktériumok – felhasználását jelenti, melyek antagonisták hatásuk következtében gátolják a penészgombák növekedését, szaporodását. A védekező élesztőgombák, baktériumok – a szakirodalom szerint – többnyire olyan terményekről származnak, amelyen a rotlást okozó penészt gátolni kívánják. Ezáltal alkalmazásuk gyakran egy-egy gyümölcs-, vagy zöldségfajtára, földrajzi területre korlátozódik.

A biokontroll hazánkban csak a növénytermesztés területén az integrált növényvédelem részeként ismert. Élő antagonisták szervezetek postharvest veszteségeket csökkentő hatásával kapcsolatos külföldön elért biztató eredmények arra ösztönöznek, hogy a magyar gyümölcs- és zöldségtárolásban is ismertté és megvalósíthatóvá tegyék ezt az eljárást.

CÉLKITŰZÉSEK

1. A nemzetközi szakirodalom bemutatása gyümölcsök és zöldségek tárolás során bekövetkező rotlására, a rotlást akadályozó eljárásokra – különös tekintettel a biológiai védekezésre, annak vizsgálati módszereire – vonatkozóan.

2. *Penicillium expansum* növekedését, szaporodását gátló élesztőgomba kiválasztása: egyrészt „hagyományos” úton, gyümölcsről származó izolátumok; másrészt nem gyümölcsről származó élesztőgomba fajok közül.
3. A kiválasztott élesztő izolátum, vagy törzs antagonisták hatékonyságának, hatásmechanizmusának és gyakorlatban (gyümölcsön, gyümölcs tárolási gyakorlatot modellező körülmények között) való alkalmazhatóságának vizsgálata.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokhoz felhasznált tápközegek

Maláta-glükóz tápközeg (MG); burgonya kivonatos tápközeg (PDA); élesztőkivonat-pepton-glükóz tápközeg (YEPD); metilénkék tápközeg; almás tápközeg; bengál rózsa – kloramfenikol tápközeg (RBC).

A vizsgálatok során alkalmazott mikroorganizmusok

a) Penészgombák

Penicillium expansum NCAIM F00811

Penicillium expansum NCAIM F00601

b) Élesztőgombák

Kluyveromyces lactis NCAIM Y01080, NCAIM Y0258,
NCAIM Y00260

Metschnikowia pulcherrima NCAIM Y00681

Sporobolomyces roseus NCAIM Y00693

Pichia anomala (Hansen) Kurtzman (J121)

Saccharomyces cerevisiae S6 killerérzékeny törzs

A vizsgálatok során alkalmazott módszerek

Élesztőtörzsek almáról történő izolálása, identifikálása

Két Fejér megyéből és két Pest megyéből származó almafajtáról izoláltam élesztőtörzseket. A későbbi vizsgálatok során ígéretesnek mutatózó élesztőtörzsek azonosítására API ID 32 C jelű identifikációs tesztet használtam.

Penicillium expansum fejlődését gátló élesztőtörzsek kiválasztása

Törzsgyűjteményekből származó élesztőtörzsek, tokaji borból, aszúszemről valamint almáról izolált élesztőtörzsek közül.

Antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának vizsgálata

BJÖRNBERG és SCHNÜRER (1993) módszere alapján 25°C, 15°C és 5°C-on, MG és PDA táptalajon. Az értékelés a penésztelepek átmérőjének mérésével történt; a mérés során megkülönböztettem az egész telep (léghifát + szubsztrát hifát képző rész) és a telep konidium képző részének méretét.

Az antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának vizsgálatkor alkalmazott penésztörzs – élesztőtörzs kombinációk áttekintése:

Penésztörzs	Gátló élesztőtörzs
<i>Penicillium expansum</i> F00811	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> Y00681 <i>Sporobolomyces roseus</i> Y00693 <i>Pichia anomala</i> (J121) <i>Kluyveromyces lactis</i> Y00260 <i>Kluyveromyces lactis</i> Y0258 <i>Kluyveromyces lactis</i> Y01080 Almáról izolált törzs (C jelű)
<i>Penicillium expansum</i> F00601	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> Y00681 <i>Sporobolomyces roseus</i> Y00693 <i>Pichia anomala</i> (J121) <i>Kluyveromyces lactis</i> Y00260 Almáról izolált törzs (C jelű)

Kluyveromyces lactis gátló hatásmechanizmusának vizsgálata

- ❖ Sejtmentes szűrlet hatásának vizsgálata
- ❖ Killertoxin képzés vizsgálata
- ❖ *Kl. lactis* által termelt gáznemű anyagok hatásának vizsgálata

Az illékony komponens által kifejtett gátlás vizsgálata DRUVEFORS személyes közlése alapján két egymással szembefordított Petri csésze segítségével vizsgáltam, amelyben az alsó csészében az antagonista élesztő tenyészetet, a felsőben pedig a gátolni kívánt penész tenyészetet oltottam. A gátlás mértékét a penésztelep átmérője alapján állapítottam meg. Az illékony vegyületek főkomponensei az egymással szembe fordított Petri csészék közötti légtérből gázkromatográfiás (GC/MS) módszerrel kerültek azonosításra. Az egyes azonosított komponensek *P. expansum* F00601-re kifejtett hatását is vizsgáltam az azonosított komponensek kereskedelemben kapható változatának 1% és 10%-os hígítású oldatának alkalmazásával. *Kl. lactis* által termelt széndioxid mennyiség meghatározására 25°C-on való tenyésztés 2. és 5. napján gázelemző készülékkel mértem a CO₂/O₂ összetételt.

- ❖ Mikroszkópos vizsgálat: *Kl. lactis* közvetlen hatása a penész-konidium csírázásra és hifa növekedésre.
- ❖ *Kluyveromyces lactis* szaporodásának vizsgálata MG és PDA tápközegen.

Élesztőgomba Penicillium expansum törzsek patulin termelésére kifejtett hatásának vizsgálata

A penészgomba törzsek patulin termelésének vizsgálata két lépésben történt: (1) nyomon követtem a két *P. expansum* törzs által termelt patulin mennyiségének változását az idő függvényében, illetve (2) vizsgáltam két élesztőgomba (*M. pulcherrima*, *Kl. lactis*) hatását *P. expansum* F00811 törzs patulin termelésére. A minták mikotoxin tartalmának meghatározása nagyhatékonyságú folyadék kromatográfiás módszerrel (HPLC) történt.

Kombinált kezelés hatásának vizsgálata

A 6 és 22% CO₂ tartalmú légtér és az élesztők kombinációja hatásának vizsgálata az *Antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának vizsgálata* c. fejezetben leírt módszerrel megegyező módon.

In vivo kísérletek

- ❖ Almás tápközeggel az *Antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának vizsgálata* c. fejezetben leírt módon két antagonista élesztőtörzs vizsgálata a *P. expansum* törzsekre.
- ❖ Mesterségesen fertőzött almán az antagonista élesztő hatásának vizsgálata. Az értékelést a fűrt lyukak körül kialakuló – penészes romlásra utaló – barnulási foltok mérésére alapoztam.

Statistikai módszerek

Microsoft Excel táblázat kezelő program statisztikai függvényei; STATGRAPHICS 5.1: Duncan-féle t-próba (95%-os valószínűségi szinten) és 4 tényezős varianciaanalízis.

EREDMÉNYEK

***Penicillium expansum* fejlődését gátló élesztőtörzsek kiválasztása**

Részleges, illetve teljes gátlás volt kimutatható *Kl. lactis* Y00260, *Kl. lactis* Y0258, *Kl. lactis* Y00251, *Pich. anomala* J121, *Geotrichum candidum*, valamint az almáról származó élesztőgombák közül a *Metschnikowia pulcherrima*-ként azonosított izolátumoknak. (Részleges gátlás esetén a

konidium fejlődést, teljes gátlás esetén a hifa növekedést is visszaszorította az adott élesztőtörzs egy keskeny zónában.)

Antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának vizsgálata.

❖ Három biokontroll élesztőtörzs gátló hatásának elemzése

A szakirodalomból biokontroll élesztőgomba fajoként ismert *M. pulcherrima*, *Sp. roseus* és *Pich. anomala* gátló hatását a választott *P. expansum* törzs, az antagonista élesztő szuszpenzió koncentrációja, az alkalmazott táptalaj illetve a hőmérséklet függvényében elemeztem.

❖ *Kluyveromyces lactis* és ismert antagonista élesztőtörzsek gátló hatásának összehasonlítása

Kl. lactis különböző törzseinek gátló hatékonysága között nem volt gyakorlati jelentőségű szignifikáns differencia, ezért a további vizsgálatokat az Y00260 jelű törzssel végeztem.

A *Kl. lactis* gátló hatása, hasonlóan az ismert antagonista törzsek gátló hatásával kapcsolatban tapasztalt jelenségekhez, nagymértékben eltérő volt a vizsgált penésztörzstől és tápközegtől függően: MG táptalajon szinte alig fejtett ki antagonista hatást az F00811 jelű *P. expansum* törzs egész telepére. Ellenben az F00601 penésztörzs egész telepeit jelentősen gátolta. PDA tápközegen mindkét penésztörzs esetén nagyobb mértékű gátlás tapasztalható. A penésztelepek konidium képző részét minden esetben jelentős mértékben gátolta.

Növekvő élesztő sűrűséget alkalmazva fokozatosan nőtt az élesztőtörzs gátló hatása. Kisebb tárolási hőmérséklet (15°C, 5°C) és *Kl. lactis* együttes alkalmazása nagyobb mértékű gátlást okozott, mint a két tényező külön-külön.

A *Kl. lactis* gátló hatása egyes esetekben ugyan kisebb mértékű, mint az ismert antagonista törzseké, ennek ellenére illeszkedik azok közé. Így – az *in vitro* kísérletek alapján – feltételesen alkalmassá válhat a biológiai védekezésre.

***Kluyveromyces lactis* *Penicillium expansum*-ra kifejtett gátló hatásmechanizmusa**

A *Kl. lactis* Y00260 törzs gátló hatásmechanizmusát vizsgálva nem tapasztaltam killertoxin képzést. A mikroszkópos vizsgálat nem utalt az élesztősejtek közvetlen gátlóhatására. Az agarlyuk diffúziós vizsgálat, mely során az élesztő sejtmentes szűrletében esetlegesen jelenlevő antibiotikus anyagok hatását vizsgáltam, nem utalt antibióziszra, annak ellenére, hogy az egyik penésztörzs (F00601) esetében enyhe gátlást tapasztaltam. Ez

azonban nem fokozódott a koncentrált sejtmentes szűrlet alkalmazása esetén.

A *Kl. lactis* törzsek által termelt illékony illetve gáznemű komponensek 22°C-on, MG tápközegen nagy mértékben gátolták a penésztelep növekedést mindkét *P. expansum* törzs esetén. PDA tápközegen hasonlóan jelentős mértékű gátlást a *Kl. lactis* Y00260 törzs fejtett ki. A kis hőmérsékletű tárolásnál nem volt jelentős mértékű gátlás tapasztalható.

A *Kl. lactis* Y00260 által termelt illékony vegyületek meghatározása során öt főkomponenst – izoamil-alkohol, izovajsav, izovaleriánsav, fenilizobutirát, valamint etilacetát – sikerült azonosítani. Az egyes főkomponensekkel külön-külön elvégzett vizsgálatok során kisebb gátlás volt tapasztalható, mint *Kl. lactis* jelenlétében.

A két egymással szembe fordított Petri csésze közötti légtér CO₂ tartalma 0,1%-ról 8-10%-ra emelkedett, az O₂ koncentráció pedig 20,5%-ról 13-14%-ra csökkent.

MG illetve PDA tápközégek hatását vizsgálva *Kl. lactis* törzsek szaporodására 25°C-on nem tapasztaltam szignifikáns különbséget a tápközégek között. A kis hőmérsékleten való tárolás (5°C) során kimutatott különbségek nem jelentkeztek a gátlás hatékonyságában.

Élesztőgomba hatása *Penicillium expansum* törzsek patulin termelésére

A *P. expansum* F00601-es törzs nem termelt, az F00811 nagy mennyiségű patulint termelt az adott körülmények között. Az F00811-es törzs esetén a tenyésztés első hat napjában intenzív mikotoxin termelés figyelhető meg, azonban a 9. napon a mért patulin mennyisége kevesebb, mint a korábbi időpontokban. Jelentős mértékben kisebb mennyiségű patulin volt kimutatható a kontrollhoz képest azokból a mintákból, melyekben élesztőgomba (*Kl. lactis*, illetve *M. pulcherrima*) hatását vizsgáltam *P. expansum* patulin termelésére.

Kombinált kezelések alkalmazása

Módosított légtérű tárolás és *Kl. lactis* Y00260 törzs együttes alkalmazásakor az egyre nagyobb kiindulási CO₂ tartalmú légtérben egyre nagyobb mértékű gátlás volt tapasztalható. *M. pulcherrima* Y00681 törzset alkalmazva az élesztő gátló hatása mellett többnyire nem volt tapasztalható a légtér nagyobb széndioxid tartalmának gátló hatása.

A különböző élesztőtörzsek gátló hatékonyságának vizsgálatokor a kisebb tárolási hőmérséklet (15°C, 5°C) és az antagonista élesztőtörzs együttes alkalmazása esetén additív hatást figyeltem meg. Az additív hatás 5°C-on való tárolás során nem mutatkozott jelentős mértékben *Kl. lactis* esetén.

In vivo kísérletek értékelése

Kl. lactis alkalmazása során a különböző tényezők szinte minden kombinációja esetén almás tápközegen nagyobb mértékű gátlás volt megfigyelhető, mint MG illetve PDA tápközegen. Az almáról izolált *M. pulcherrima* törzs MG és PDA tápközegen jóval nagyobb-, almás tápközegen viszont közel azonos mértékű gátlás fejtett ki, mint a *Kl. lactis*. Az almáról izolált *M. pulcherrima* törzs gátló hatása a legtöbb vizsgálati körülmény között nagyobb volt, mint a törzsgyűjteményből származóé.

Nyári almán elvégzett kísérletek során a 7°C-on tárolt és *M. pulcherrimával* kezelt almákon volt egyértelmű penészgátlás tapasztalható. A hűtőtárolóból származó almákkal történő vizsgálatok során az almáról izolált *M. pulcherrima*, valamint *Kl. lactis* Y00260 hatékonysága azonos volt, de a gátlás mértéke jóval kisebb volt, mint almás tápközegen.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az élesztőtörzsek antagonista hatékonyságának vizsgálata során megfigyelhető volt a különböző vizsgálati tényezők, körülmények – penésztörzs, élesztő szuszpenzió koncentráció, tápközeg, tárolási hőmérséklet – befolyása. A két *Penicillium expansum* törzs élesztőgombával szembeni érzékenysége jelentős mértékben különbözött, ezért érdemesnek tartanám a két penésztörzs közötti különbség genetikai hátterének kutatását, mert ez lehetőséget adhat a penészgomba és az antagonista mikroorganizmus közötti kölcsönhatás mélyrehatóbb ismeretére. MCLAUGHLIN és munkatársai (1990), valamint FAN és TIAN (2001) eredményeihez hasonlóan: nagyobb koncentrációjú élesztő szuszpenziót alkalmazva növekvő mértékű gátlást tapasztaltam. A kisebb tárolási hőmérséklet (15°C, 5°C) és az antagonista élesztők együttes alkalmazása additív hatást eredményezett, ami összhangban van BJÖRNBERG és SCHNÜRER (1993) megfigyelésével.

A különböző kutatások alapján biológiai védekezésre alkalmasnak bizonyuló élesztőgombákkal történő összehasonlító vizsgálatok alapján a *Kluyveromyces lactis* vizsgált törzsei lehetséges biokontroll szervezetek. Az általam vizsgált *Kl. lactis* törzsek alapvetően nem zöldségről, gyümölcsről vagy egyéb terményről származnak ezért lehetséges, hogy alkalmazásuk nemcsak egy terményre, földrajzi területre korlátozódik, hanem annál nagyobb hatáskörűvé válhat.

A *Kluyveromyces lactis* Y00260 törzs gátló hatásmechanizmusával kapcsolatban a szakirodalomban (MCLAUGHLIN et al., 1990; PIANO et al., 1997) tapasztaltakhoz hasonlóan a tápanyagért való versengésre csak közvetett úton tudok következtetni: növekvő sejtsűrűségű élesztő szuszpenziót alkalmazva nőtt a *Kl. lactis* hatékonysága, illetve két különböző összetételű tápközegen eltérő gátlás volt tapasztalható. A tápközegekben jelenlevő különböző tápanyagforrások nem befolyásolták az élesztőszaporodást, azonban egyes összetevők szűk keresztmetszetet jelenthetnek a penészgombák számára. SPADARO és munkatársai (2002) *Metschnikowia pulcherrima* izolátumok antagonista hatását vizsgálták hatféle tápközegen, és arra a következtetésre jutottak, hogy a különböző tápanyagforrások nemcsak a romlást okozó penész és az antagonista élesztő közötti versengésre vannak hatással, hanem az egyes szervezetek anyagcseréjére is befolyással vannak.

Az illékony komponensek gátló hatásának vizsgálata egyértelműen bizonyítja, hogy a *Kl. lactis* által termelt izoamil-alkohol, izovajsav, izovaleriánsav, fenilizobutirát, valamint etilacetát szintén oka a gátlásnak. Az egyes komponensekkel külön-külön elvégzett vizsgálatokat hasonlítva a *Kl. lactis* törzsekkel végzett – illékony komponensek hatására vonatkozó – vizsgálatokkal, megállapítható, hogy az élesztők anyagcseréje következtében kisebb mennyiségben ugyan, de állandóan jelenlévő komponensek együttesen kifejtett hatása nagyobb mértékű, mint egy-egy komponens egyszeri, nagyobb mennyiségben történő adagolása révén bekövetkezett gátlás. A mikroorganizmusok metabolizmusa következtében zárt térben kialakuló légösszetétel változás önmagában nem fejt ki olyan mértékű gátlást, melyet ezekben a kísérletekben tapasztaltam, azonban hozzájárulhat az illékony komponensek hatásához. Az illékony komponensek gátlóhatására vonatkozó eredményeimet támasztja alá, hogy DRUVEFORS (2004) *Pichia anomala*-val végzett kísérletei során figyelte meg az élesztő által termelt etilacetát penészgátló hatását.

Antagonista élesztők módosított légtérrel, illetve kisebb hőmérsékleten (15°C) való tárolással kombinált alkalmazása nemcsak a szakirodalomból ismert biokontroll élesztők, hanem *Kl. lactis* esetében is növelte a penésznövekedés gátlást. USALL és munkatársai (2000) is beszámolnak arról, hogy az általuk alkalmazott *Candida sake*, alma szabályozott légtérű tárolása során, fokozott mértékben gátolta a *Penicillium expansum* okozta romlást. A *Kluyveromyces lactis* esetében az 5°C-os tárolás során fellépő additív hatás hiánya azonban nem előnyös az élesztő gyakorlati alkalmazása szempontjából. Ezért már screenelés során is érdemes az ipari

gyakorlat főbb tényezőit szem előtt tartani (pl. screenelést kis hőmérsékleten is elvégezni, vagy kis hőmérsékleten tárolt almáról antagonistá mikroorganizmust izolálni).

Az illékony komponensekkel elvégzett vizsgálatok-, valamint a kombinált kezelések kísérleti eredményei felvetik azt a lehetőséget, hogy a *Kl. lactis* biológiai védekezésre szánt alkalmazása módosított atmoszférájú csomagolásban fejtheti ki hatását a leghatékonyabb módon, tekintve, hogy ott viszonylag kis légtérben az illékony komponensek megfelelő koncentrációban vannak jelen, illetve a normál légösszetételhez képest nagyobb széndioxid- és kisebb oxigén koncentráció és az élesztő gátló tevékenysége additív hatást eredményez.

A *Kl. lactis* törzs tárolt almán mutatott gátló hatást, ami tovább erősíti ennek gyakorlati alkalmazhatóságát. A későbbiekben fontosnak tartanám az olyan jellegű vizsgálatok elvégzését, melyek jobban modellezik a gyakorlati alkalmazást: az élesztőgomba védő hatását ne csak mesterségesen ejtett sebekben, hanem az alma egész felületén kísérjék figyelemmel.

Az almás tápközegen nyert biztató eredmények nem tükrözték teljes mértékben az almán kialakuló enyhébb gátló hatást, ennek ellenére fontosnak tartom olyan modell tápközégek alkalmazását is, melyek minél inkább megközelítik a vizsgált gyümölcs, vagy zöldség összetételét, hiszen ezeken hitelesebb előrejelzéseket szerezhethünk az antagonista szervezet és a penészgomba terményen kialakuló egymásra hatásáról, mint a mesterséges tápközégekben.

Antagonista élesztőgombák *Penicillium expansum* patulin termelésére kifejtett hatásával kapcsolatos előkísérletek biztató eredményekkel szolgáltak. Élelmiszer-biztonsági, de alapkutatói célból is érdemesnek tartanám ennek a kölcsönhatásnak további vizsgálatát.

Gyümölcsök és zöldségek tárolása során felmerülő biológiai védekezéssel kapcsolatos munkákban egyelőre ritkán fordulnak elő olyan vizsgálatok, melyek az antagonista szervezet, a penészgomba, vagy a kettő között kialakuló kölcsönhatás hatásmechanizmusának genetikai hátterét is figyelembe vennék. A biokontroll szervezetek molekuláris technikákkal történő jobb megismerése, a gyakorlati alkalmazhatóságának kiterjesztése, valamint az esetleges genetikai beavatkozással megnövelt hatékonyság végett véleményem szerint az ilyen irányú kutatásoknak nagy jövője van.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A szakirodalomban elsőként vizsgáltam olyan élesztőgomba penészgombára kifejtett antagonistá hatását, mely nem a gyümölcsökre, zöldségekre jellemző mikrobiota tagja. Az általam alkalmazott *Kluyveromyces lactis* élesztő az elvégzett *in vitro* és a gyakorlati életet modellező körülmények (almán, kombinált kezelés során) közötti összehasonlítás alapján potenciális védő (biokontroll) mikroorganizmusnak tekinthető.
2. Megállapítottam, hogy a *Kluyveromyces lactis* által kifejtett gátlás hatásmechanizmusában, a tápanyagért való versengés mellett kiemelkedő szerepe van az élesztőgomba által termelt illékony komponenseknek és széndioxidnak.
3. A kísérleti eredmények alapján a *Kluyveromyces lactis* és *Metschnikowia pulcherrima* élesztőgombáknak a *Penicillium expansum* patulin termelésére kifejtett hatását figyelembe véve, az antagonistá élesztők nem csupán a gazdasági veszteségek csökkentése, hanem az élelmiszer-biztonság szempontjából is jelentős szerepet játszanak.
4. Megállapítottam, hogy az almáról származó hatékony élesztőizolátumok *Metschnikowia pulcherrima* törzsek. Az általam kiválasztott izolátum szintén hatékony volt a vizsgált penésztörzsekkel szemben – gátlóhatása nagyobb volt, mint a törzsgyűjteményi izolátumnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BJÖRNBERG, A., SCHNÜRER, J. (1993): Inhibition of growth of grain-storage molds *in vitro* by the yeast *Pichia anomala* (Hansen) Kurtzman. *Canadian Journal of Microbiology*. 39, 623-628.
- DRUVEFORS, U.A. (2004): Yeast biocontrol of grain spoilage moulds. Mode of action of *Pichia anomala*. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. p. 29.
- FAN, Q., TIAN, S. (2001): Postharvest biological control of grey mold and blue mold on apple by *Cryptococcus albidus* (Saito) Skinner. *Postharvest Biology and Technology*. 21, 341-350.

- MCLAUGHLIN, R.J.; WISNIEWSKI, M.E.; WILSON, C.L.; CHALUTZ, E. (1990): Effects of inoculum concentration and salt solutions on biological control of postharvest diseases of apples with *Candida* sp. *Phytopathology*. 80, 456-461.
- PIANO, S., NEYROTTI, V., MIGHELI, Q., GULLINO, M. L. (1997): Biocontrol capability of *Metschnikowia pulcherrima* against *Botrytis postharvest* rot of apple. *Postharvest Biology and Technology*. 11, 131-140.
- SPADARO, D., VOLA, R., PIANO, S., GULLINO, M.L. (2002): Mechanism of action and efficacy of four isolates of the yeast *Metschnikowia pulcherrima* active against postharvest pathogens on apples. *Postharvest Biology and Technology*. 24, 123-134.
- USALL, J.; TEIXIDÓ, N.; FONS, E.; VIÑAS, I. (2000): Biological control of blue mould on apple by a strain of *Candida sake* under several controlled atmosphere conditions. *International Journal of Food Microbiology*. 58, 83-92.
- WISNIEWSKI, M.E.; WILSON, C.L. (1992): Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: recent advances. *Hortscience*. 27, 94-98.
- WORLD RESOURCES (1998): Environmental change and human health. – Disappearing food. How big are postharvest losses? http://population.wri.org/pubs/pubs_content_print.cfm?ContentID=1385

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek

- ◆ Taczman-Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs.; Kiskó, G.: Comparison of biocontrol activity of *Kluyveromyces lactis* with other yeast strains against *Penicillium expansum*. *Acta Alimentaria*, 34. (1), 71-80.
- ◆ Taczman-Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs.; Kiskó, G.: Mode of action of *Kluyveromyces lactis* in biocontrol of *Penicillium expansum*. *Acta Alimentaria*, 34. (2) 153-160.

Konferencia kiadványok

- ◆ Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: *Penicillium expansum* gátlása élesztőkkel in vitro és in vivo körülmények között. Magyar Mikrobiológiai Társaság Évi Nagygyűlés, Balatonfüred, 2002. október 8-10. Előadások és poszterek összefoglalói 17.
- ◆ Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: Investigation of the biocontrol effect of yeasts on *Penicillium expansum*. Croatian, Hungarian and Slovakian Symposium on Industrial Microbiology and Microbial Ecology. Power of Microbes in Industry and Environment. Opatija, Croatia. 7-9. June, 2002. Book of Abstracts p.73.

- ◆ Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: Biocontrol effect of *Kluyveromyces lactis* strains and *Pichia anomala* against *Penicillium expansum* 1st FEMS Congress of European Microbiologists. Ljubljana, Slovenia. 29. June – 3. July, 2003. Book of Abstracts p. 433.
- ◆ Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Kiskó, G.; Balla, Cs: Antagonistic effect of some yeast strains against *Penicillium expansum*. 23rd International Specialised Symposium on Yeasts. Budapest, Hungary. 26-29. August, 2003. Book of Abstracts p. 110.
- ◆ Taczman-Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: Inhibition of *Penicillium expansum* with combined treatments. 14th International Congress of the Hungarian Society for Microbiology. Balatonfüred, Hungary. 9-11. October, 2003. Book of Abstracts p. 204.
- ◆ Taczman-Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: Mode of action of inhibition of *Penicillium expansum* with *Kluyveromyces lactis* strains. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Scientific Symposium. Budapest, Hungary. 6-7 November, 2003. Book of Abstracts p.164-165.
- ◆ Taczman-Brückner, A.; Mohácsi-Farkas, Cs.; Balla, Cs: Inhibition of mold growth with CO₂ and volatile compounds produced by *Kluyveromyces lactis*. 2nd Central European Congress of Food. Budapest, Hungary. 26-28. April, 2004. Book of Abstracts p.275.
- ◆ Taczman-Brückner, A., Kiskó, G., Mohácsi-Farkas, Cs., Balla, Cs., Horváth, O.: Effect of antagonistic yeasts on patulin production of *Penicillium expansum*. The Safe Consortium Seminar series 5., Contaminants and influence of agricultural practices. March 18-19, 2004, Brussels, Book of Abstracts 53.