



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
MÉRNÖKI KAR

***FRISS FOKHAGYMA ÉS KÜLÖNBÖZŐ FOKHAGYMA
KÉSZÍTMÉNYEK ANTIMIKROBIÁLIS HATÁSÁNAK
ÖSSZEHASONLÍTÁSA***

TDK DOLGOZAT

Lovászi Zita

IV. évfolyamos élelmiszermérnök

hallgató

Témavezető:

Dr. Krisch Judit

egyetemi docens

SZEGED

2013.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
1.1. A fokhagymáról általánosságban.....	4
1.1.1. A fokhagyma rendszertani besorolása	4
1.1.2. A fokhagyma élettani jellemzői, eredete, termesztése.....	5
1.1.3. Babonák, hiedelmek a fokhagymáról	6
1.1.4. A fokhagyma kémiai összetétele, hatóanyagai, kedvező hatásai	7
1.2. A fokhagyma antibakteriális hatása	9
1.2.1. A fokhagyma antibakteriális hatásával kapcsolatos kutatások.....	9
1.2.2. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása különböző koncentrációkban	12
1.2.3. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása különböző hőmérsékleteken és pH értékeken.....	13
1.2.4. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása multidrog-rezisztens baktériumokkal szemben	13
1.3. A fokhagyma fungicid hatása	14
1.3.1. A fokhagyma rendkívüli hatása gombák ellen.....	14
1.3.2. A fokhagyma vizes kivonatának gombaellenes hatása Candida fajokkal szemben.....	15
1.3.3. A fokhagyma, a vöröshagyma és a póréhagyma gombaellenes hatásának összehasonlítása	15
1.4. Fokhagyma készítmények.....	18
1.5. A kísérletekben használt mikroorganizmusok jellemzése	18
1.5.1. Baktériumok:	18
1.5.2. Élesztők:	20
1.5.3. Fonális gombák:	20
2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	22
2.1. A vizsgálatok helye.....	22
2.2. Vizsgálati anyagok	22
2.3. Vizsgálat során felhasznált törzsek, és azok fenntartása:	22
2.4. Alkalmazott tápoldatok, táptalajok:.....	23
2.5. Vizsgálati módszerek	24

2.5.1. Kivonat készítés:.....	24
2.5.2. Agardiffúziós tesztek:	24
2.5.3. Túlélési tesztek:	24
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS	26
3.1. Agardiffúziós tesztek eredményei és értékelése:.....	26
3.2. A túlélési tesztek eredményeinek értékelése:	32
4. ÖSSZEFOGLALÁS	34

IRODALOMJEGYZÉK

MELLÉKLETEK

BEVEZETÉS

„Öt elem létezik: a föld, a levegő, a tűz, a víz és a fokhagyma” (Louis Diat)

A fokhagyma (*Allium sativum*) az egyik legrégebbi múltra visszatekintő fűszer-és gyógynövény. Már 7000 évvel ezelőtt az egyiptomiak nagy kedvelői voltak, később pedig az ókori népek használták előszeretettel az aromás növény első kultúrformáit. Nemcsak termesztették, fogyasztották, hanem gyógyszerként is felhasználták a betegségek megelőzésére. A középkorban már a fűszer-és gyógynövény szerepén kívül újabb jelentősége lett, a népszokások és rítusok szerves részét képezte. Napjainkban elsősorban az ételek ízesítésére, tökéletesítésére használjuk, de emellett kihasználjuk egészségre gyakorolt jótékony hatását is.

A fokhagymát csodaként emlegetik, mivel antimikrobiális tulajdonsággal bír, véd a fertőzések, hurutok ellen, megelőzi az érrendszeri, illetve az ízületi problémákat, oldja a váladékot, izzasztó, lázcsillapító és görcsoldó hatású, mindemellett erősíti az immunrendszert (Kővári, 2012).

Sokan idegenkednek a fokhagyma erőteljes illatától és ízétől, de szeretnék élvezni egészségmegőrző, illetve egészségjavító hatását. Számukra fejlesztették ki a különböző tablettás, kapszulás, egyéb fokhagyma készítményeket. Ezeknek előnyük, és hátrányuk is van egyaránt. Előny, hogy mindig azonos hatóanyagot tartalmaznak, adagolhatók, és nem okoznak erős fokhagyma illatot a bőrön, szájüregben, de mint minden készítménynek, hátrány a magasabb ár, a zamat elvesztése, és más anyagok, hatóanyagok csökkenése (Sillner, 1990).

Feltételeztük, hogy a fokhagyma készítmények a feldolgozás során valószínűleg elvesztik a hatóanyag egy részét, kevésbé hatásosak a mikroorganizmusok ellen, mint a nyers fokhagyma. Mivel azonban egyre nagyobb számban jelennek meg ilyen készítmények, és egyre többen vásárolják azokat, érdekes az a kérdés, hogy ezek a készítmények megőrzik-e a nyers fokhagyma antimikrobiális tulajdonságait, valóban olyan hatásosak-e, mint a friss fokhagyma.

Ezért dolgozatomban célul tűztük ki, hogy antimikrobiális tesztek segítségével meghatározzuk és összehasonlítsuk a nyers fokhagyma és néhány fokhagyma készítmény kivonatának antimikrobiális tulajdonságait.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A fokhagymáról általánosságban

1.1.1. A fokhagyma rendszertani besorolása

Növényteni szempontból a fokhagyma a liliomvirágúak (Liliales) rendjén belül a liliomfélék (Liliaceae) családjába tartozó faj, vagyis egy liliomféléesség. Ez egy rendkívül gazdag család, melybe számos növény, a liliomok, a tulipánok, a jácint, az aloé, és még a spárga is beletartozik. Ezen családon belül a hagymafélék közeli rokonok, mindezek a hagymafélék családján belül az *Allium* nemzetségbe tartoznak. A fokhagyma latin neve *Allium sativum* L. (ahol az L Linné, svéd botanikus nevére utal, aki elsőként írta le és nevezte meg ezt a növényt a XVII. században). Az *allium* megnevezés pedig valószínűleg az olere szóból származik, ami azt jelenti, illatozni. A hagymafélésegeknek intenzív szaguk van (Sillner, 1990).

Népies nevén foghagyma, bűdöshagyma néven ismert, de idősebbektől a fokhagyma kifejezést is gyakran lehet hallani (Iburg, 2007).

Két alfaját különböztetjük meg, az egyik az *Allium sativum ophioscorodon* (kemény szárú fokhagyma), ide tartozik az évelő fokhagyma vagy rocambol is, másik pedig az *Allium sativum sativum* (puha szárú fokhagyma) (<http://wikipedia.org/2013>).

A fokhagyma rendszertani besorolását az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat A fokhagyma rendszertani besorolása (Forrás: Wikipedia)

Rendszertani besorolás	
Ország:	Növények (<i>Plantae</i>)
Törzs:	Zárva termők (<i>Magnoliophyta</i>)
Osztály:	Egyszikűek (<i>Liliopsida</i>)
Rend:	Spárgavirágúak (<i>Asparagales</i>)
Család:	Amarilliszfélék (<i>Amaryllidaceae</i>)
Nemzetség:	Hagyma (<i>Allium</i>)
Faj:	<i>A. sativum</i>

1.1.2. A fokhagyma élettani jellemzői, eredete, termesztése

Élettani jellemzők:

A fokhagymanövény gyökérzetből, levelekből, hagymából és virágzatból álló évelő növény, de legtöbbször csak egy vagy kétnyáriként tartják (Kővári, 2012). Erőteljes bojtos gyökérzettel, lapos levelekkel rendelkezik, amelyek keresztben átellenesek, illetve két sorba rendezettek. A lemez enyhén csónakos, bordázott, és középzöld, vagy világosabb színű, és ennek hüvelyszerű alapi részéből alakul ki a hagymagerezdeket körülfogó, száraz külső héjazat. A legérdekesebb része a hagyma, vagy gumó, mely nem látható mindaddig, míg a fokhagymát le nem aratják (Sillner, 1990). A színe lehet fehér, vagy rózsaszín, az ínycsebbek a rózsaszínt jobban kedvelik (Iburg, 2007). A gumó a földfelszínhez közel, a földben fejlődik ki. Több gerezd együttesen alkotja, amelyek a főhagymából több hónapi fejlődés során fejlődtek ki, de gerezd nélküli is lehet, ezt gömbölyű, vagy magányos hagymának hívják. A gerezdek mérete változó, általában csökken a méret kívülről befelé haladva. Három részből állnak, külső védőhéjazatból, húsos raktározó levélből, és hajtáskezdeményből. Számuk egy gumóban változó lehet, általában 15-30 gerezd a jellemző. A fokhagyma virágzata elkorcsosult, termékenyülésre képtelen, a virágzatot fejletlen korban közös virágzati fellelél borítja.



1. ábra Fokhagyma (*Allium sativum*)

Környezeti igényei, termesztése:

Akárcsak a többi fűszernövénynek, a fokhagymának is vannak különböző igényei, mint a hőigénye, mely inkább közepes, de kedveli a napot, hiszen annak hatására képződik az éteres olaj, így azt a fokhagymát értékelik többre, amely meleg éghajlaton termett. Azonban a hideget is jól tűri, főleg a tenyészidő kezdetén, a vegetáció középső szakaszától az érést megelőző időszakig pedig egyre magasabb hőmérséklet a kedvezőbb számára. Fényigénye alacsony, tápanyagigénye ezzel

szemben átlagon felüli. Vízigénye különösen a kihajtás szakaszában nagy, egyébként jól tűri a szárazságot, de a terméshozam nő az öntözés hatására. Talajigénye szélsőséges, a túl laza és túl kötött talajokat nem kedveli, inkább a középkötött mezősgéi talaj híve (Szabó, 2002; Sillner, 1990).

A fokhagyma termesztésénél figyelembe kell venni annak igényeit, de elmondható róla, hogy egyike az emberiség legrégebben termesztett növényeinek.

Eredete, elterjedése:

Mint kultúrnövény Európában már régóta ismert, valószínűleg a rómaiak terjesztették el, és igen gyorsan kedvelté is vált. Őshazája azonban Közép-Ázsia, ahol a kirgiziek fedezték fel, mint fűszernövényt, és innen terjedt el időszámításunk előtt több évezreddel keleti és déli irányba. Meghonosították Indiában, Kínában és a Közel-Keleten is, és nagy fokhagymakultúrák jöttek létre a Földközi-tenger partjain is, de mondhatni, hogy az összes földrész mérsékelt övi és szubtrópusi területein termesztik (<http://bozotmives.hu/2013>; Sillner, 1990). Amíg azonban Európában legfőképp húsok és kolbászaruk ízesítésére használják, addig a keleti országokban főleg nyersen fogyasztják (Danert et al., 1976). Hazánkban is nagy mennyiségben termesztene az őszi és tavaszi fajtákat, leginkább Makón és környékén, valamint Dusnok térségében, ahol nagyüzemi táblákon, és főleg családi művelésben termesztik (Balázs, 1994).

Elsősorban a mediterrán és ázsiai konyha kedveli, de világszerte használják általános fűszerként különböző pikáns ételekhez. Főleg húsokhoz, halakhoz, felfűjtakhoz, levesekhez illik, de a salátaszószokból, öntetekből sem hiányozhat jellegzetes aromája. Sőt, a pirítós kenyér legszükségesebb kelléke is (Iburg, 2007).

1.1.3. Babonák, hiedelmek a fokhagymáról

Régen az emberek többségének nem volt lehetősége orvosi segítséget kapni, így olyan gyógymódokat kerestek, amelyek mindenkinek minden körülmény között hozzáférhető volt (Sillner, 1990).

Már az ókori népek felismerték, hogy a fokhagymának gyógyító hatása van, így azt nem csak termesztették, fogyasztották, hanem gyógyszerként is használták, varázserőt tulajdonítottak neki. A vele tapasztaltakat fantáziájukkal keverték, ebből születtek a különböző legendák, hiedelmek. Az egyik érdekesség, hogy az

Egyiptomiak szent növényként tisztelték, és hittek abban, hogy megelőzi a betegségeket, növeli az állóképességet, és az erőt, így a piramisokat építő rabszolgáknak naponta adtak belőle. Egy egészséges rabszolga (férfi) 5 kg-nyi fokhagymát ért. A legenda szerint az egyik piramis építésekor fokhagyma hiány lépett fel, amely arra ösztökélte az egyiptomiakat, hogy a rabszolgák számát csökkentsék. Ennek eredménye a világ első feljegyzett sztrájkja volt. A középkori emberek szintén gyógyító és tisztító erőt tulajdonítottak a fokhagymának, ők amulettként hordták a gerezedet a nyakukban. Még ma is szokás, hogy fokhagymafonatokat erősítenek a bejáratú ajtók közelébe, vagy fokhagymafüzéreket akasztanak fel a konyhákban, hogy a gonosz lelkeket távol tartsák (<http://bozotmives.hu/2013>).

1.1.4. A fokhagyma kémiai összetétele, hatóanyagai, kedvező hatásai

Egészségre gyakorolt hatása:

A legendák, hiedelmek nem voltak alaptalanok, hiszen a mai orvostudomány elismeri, hogy a fokhagyma rendszeres fogyasztása csökkenti a magas vérnyomást, segít megelőzni az érrelmeszesedést, segíti az emésztőrendszer, fokozza az epe és a máj működését, illetve fertőtleníti a bélrendszert (<http://balintgazda.hu/2013>). Ezenkívül az erek rugalmassága növelhető vele, illetve az artéria falába lerakódó koleszterin mennyiséget is csökkenti a fokhagyma rendszeres fogyasztása. Szerepe van a méregtelenítésben, hiszen elősegíti az ólom kiürülését a szervezetből. A fogakat is védi, mivel az érrendszer tisztításával a hajszálerek jobban átjárhatóak, ami biztosítja a száj, íny, torok egészségét. Immunerősítő szerepe van, mely a komplex összetevőinek köszönhető. Oldja a váladékot, izzasztó hatással bír, görcsoldó, lázcsillapító szerepe van, rovarűző hatása mellett pedig jótékonyan hat a rovarok okozta csípésekre (Kővári, 2012; Bremness, 1998).

Fontos megjegyezni, hogy akár káros hatása is lehet a fokhagymának, ha azt hosszasan és mértéktelenül fogyasztjuk. Okozhat gyomor-és májpanaszokat, de még hányingert, rosszullétet is érzékeny embereknél, és akár túlságosan alacsony vérnyomást is. Helyileg alkalmazva pedig bőrelhalást eredményezhet, ezért csak a kezelendő felületre szabad felvinni (<http://naturportal.hu/2013>).

Kémiai összetétele, hatóanyagai:

Minden kedvező hatása hatóanyagaiból származik, a hagymák közül a fokhagymának a legmagasabb a nitrogén és foszfortartalma, de flavonoidokat, szteroidokat, foszolipideket, ciszteint, béta-citoszterint, A, B, C, E-vitamint, nikotinsavat, ásványi anyagokat is tartalmaz, mint a szelén, cink, mangán, kálium, kalcium, magnézium és vas (<http://webbeteg.hu/2013>; Sillner, 1990).

A már említett alkotórészekon kívül talán a legfontosabb részei a fokhagymának a kénvegyületek. Illatát és gyógyhatását a gerezdekben található körülbelül 100 kéntartalmú vegyületnek köszönheti. A fokhagyma alliint, alliinázt és más enzimeket tartalmaz, mint az argináz, mirozináz, peroxidáz, tirozináz és dezoxiribonukleáz. Az alliinnek és a belőle kialakuló allicinnek van a legnagyobb szerepe az antibakteriális hatás kialakulásában. Az alliinből (szagtalan) sejsérüléskor (zúzás, vágás, stb.) az alliináz hatására különböző vegyületek képződnek, mint például az allicin, amely csökkenti a vérben a lipidek, azaz a vérzsírok mennyiségét, továbbá erősen antibiotikus hatású. Keletkeznek még kéntartalmú vegyületek, diallil-szulfidok, amelyek a fokhagyma jellegzetes, erőteljes szagáért felelősek. Ha felhasználás során nem kívánjuk, hogy erős íze és illata legyen a fokhagymának, pucolás és aprítás előtt nedvesítsük be a kezünket, mert így hamarabb elillan a szaga, illetve jó módszer a párolás a fokhagyma erejének és szagának csökkentésére, emellett emészthetőbbé is válik (Iburg, 2007; Kovács, 2012).



2. ábra Alliin és allicin molekuláris szerkezete

A fokhagymában található még poliszulfidok, ajoén, metil-allil-triszulfid, vinil-ditiin, adenzin, és szkordininek. Ezek közül a legtöbb trombocita-aggregációt (vér alakos elemeinek összetapadását) gátló tulajdonsággal bír. Ezek a kénvegyületek bomlanak hő hatására, vagy ki sem alakulnak, ezért a fokhagymát nyersen fogyasztva érhető el a legnagyobb gyógyító hatása (Sillner, 1990).

A frissen tört fokhagyma hidrogén-szulfidot termel, akárcsak a rothadó tojás, mely kis mennyiségben sejtközi jelzőberendezésként védi a szívet, de nagy mennyiségben a szervezetben mérgezővé válik. Mivel a hidrogén-szulfid gyorsan párolog, a fokhagyma szárításakor elillan. A szárított fokhagyma megőrzi antioxidáns hatását, véd a szabad gyökök okozta károsodásoktól, de nem olyan mértékben, mint a nyers fokhagyma. Egy kísérlet során a kutatók frissen tört és szárított fokhagymát adtak laboratóriumi patkányoknak, és figyelték, hogy a szívük milyen eredménnyel gyógyul a szimulált szívinfarktusból. A nyers és a szárított fokhagyma is megvédte a szívet az oxigénhiány okozta károsodástól, de a friss hatása szignifikánsan erősebb volt az aorta véráramának visszaállításában. Erről számolt be egy egyesült államokbeli Kardiovaszkuláris Kutatóközpont egyik vezetője (<http://health.com/2013>).

Az antibakteriális és antifungális hatás felfedezése:

A fokhagyma erős baktérium- és gombaellenes hatását először Louis Pasteur írta le 1858-ban, bár öt megelőzve foglalkozott a fokhagymával egy német kémikus, Theodor Wertheim is, aki vizes fokhagyma desztillátummal kísérletezett. Cavallito alkohollal vonta ki az olajat a fokhagymából. Ennek az olajnak jelentős antibakteriális és gombaellenes hatása volt, tulajdonképpen egy új antibiotikumot fedezett fel. Később, 1920-ban a svájci Sandoz gyógyszergyár izolálta ezeket a vegyületeket, majd az 1970-es években a gázkromatográfia megjelenésétől egyre nagyobb felfedezéseket tettek a fokhagyma illékony anyagait illetően, de mindig újabb és újabb hatóanyagokat fedeztek fel, hiszen az allicinből előállított oxidációs, redukciós, kondenzációs termékek, a kénsav és a kénoxid rendkívül reakcióképesek (Sillner, 1990; <http://wikipedia.org/2013>).

1.2. A fokhagyma antibakteriális hatása

1.2.1. A fokhagyma antibakteriális hatásával kapcsolatos kutatások

A fokhagyma egyik legértékesebb tulajdonsága az antibakteriális hatása, mely azt jelenti, hogy a baktériumok ellen hat. Nemcsak bakteriosztatikus hatású, azaz gátolja a baktériumok szaporodását, hanem baktericid hatással is rendelkezik, ami annyit jelent, hogy baktériumölő. Ez utóbbit bizonyítja, hogy a Koch-féle *tbc*-bacilusokat az 1/1500 hígítású fokhagyma kivonat teljesen megöli (<http://bozotmives.hu/2013>). A bakteriosztatikus hatás lényege pedig, hogy míg a

fokhagyma gátolja a baktériumok szaporodását, addig a szervezet saját védekező reakcióit kiépíti a patogén (betegséget okozó) mikroorganizmusokkal szemben.

Történelmi szempontból a fokhagymát már évszázadok óta használják a különböző társadalmakban a fertőző betegségek leküzdésére. A korábbi korok hentesei és szakácsai rájöttek arra anélkül, hogy bármilyen ismeretük lett volna a baktériumokkal kapcsolatosan, hogy azok a húsok, amelyeket kezelnek fokhagymával, tovább tarthatók el, mint a kezeletlenek (Sillner, 1990).

Érdekes módon más kísérletek pedig azt bizonyították, hogy sem a nyers, sem a szárított fokhagyma, és egyéb fűszerek nem járultak hozzá a darált hús tartósításához. Egy tanulmány során (Krisch et al., 2010) megvizsgálták, hogyan hat az összes csíraszámra a fokhagyma sertés darált húsban, és nagy meglepetésre azt kapták, hogy nemcsak hogy nem csökkent, de még nőtt is az összes csíraszám. Megismételték a kísérletet oly módon, hogy konyhasót kevertek a fokhagymával, de azt tapasztalták, hogy a keverék nem befolyásolta lényegesen a darált hús csíraszámát, csak kismértékben növekedett a fokhagyma gátló hatása. Amikor több fűszernövény és só keverékét vizsgálták, szintén hasonló eredményt kaptak. Elmondható, hogy a fokhagyma és egyéb fűszerek nem segítik elő a darált hús eltarthatóságát, a csíraszám növekedésében befolyásoló tényező a kezdeti csíraszám volt. Ezek az eredmények egyeznek Uhart és munkatársai eredményeivel (2004), akik megállapították, hogy a fűszerek (fokhagyma, gyömbér), gátolták a *Salmonella Typhimurium* DT 104-et, amikor közvetlenül érintkeztek. Amikor azonban a fűszereket egy összetett ételkészítmény –rendszerhez adták, mint a darált hús, a gátló hatás jelentősen lecsökkent (Krisch et al., 2010)

Több tudományosan publikált cikkből egyértelművé válik, hogy a nyers fokhagyma lé hatásos a legtöbb szokványos patogén baktérium törzsszel szemben, gátolja a Gram-pozitív, a Gram-negatív és a saválló baktériumok növekedését, valamint toxin termelését. Hatásos a *Pseudomonas*, *Proteus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium*, és *Clostridium* baktérium törzsekkel szemben, amelyek közül néhány rezisztens a penicillin, streptomycin, doxyciklin és acefalexin nevű antibiotikumokra. A fokhagyma szintén gátolja a jótékony bélflórát is, de sokkal hatásosabb a potenciálisan káros enterobaktériumokkal szemben, ennek oka

valószínűleg az, hogy az enterobaktériumok az allicinre érzékenyek (Corzo-Martínez, 2007).

Többen is közzétették kutatásaikat a fokhagyma antibakteriális hatásával kapcsolatban. Egyes kutatók rámutattak arra, hogy a fokhagyma antimikrobiális tulajdonsága teljesen megszűnt, amikor az allicint eltávolították a fokhagymából. Mások azt bizonyították, hogy az allicin elsődleges célpontja az RNS. Az allicin gátolja az RNS-képzést és a lipidszintézist. Ha az RNS nem tud termelődni, vagy kevesebb a mennyisége, akkor komoly befolyás éri a fehérjeszintézist, vagyis ha az aminosavak és a fehérjék nem képesek termelődni, akkor az organizmus fejlődése és növekedése nem következik be, hiszen ezek a sejt felépítéséhez nélkülözhetetlenek. Rámutattak arra is, hogy a baktérium törzsek szerkezeti különbségei okozhatják az eltéréseket a fokhagyma antibakteriális hatásánál. Egy mg allicin antibiotikus hatása megegyezik 15 IU penicillin hatásával (Corzo-Martínez et al., 2007).

Az allicin mellett fő antibakteriális vegyületek még az allicin eredetű szerves kénvegyületek (in vivo), mint a DAS (diallil-szulfid), DADS (diallil-diszulfid) és ajoén, valamint más tioszulfínatok, amelyeket olajban áztatott fokhagymából izoláltak. Epidemiológiai vizsgálatok kimutatták, hogy a fokhagymából származó DAS és DADS véd a *Helicobacter pylori* fertőzésekkel szemben, így csökkenti a gyomorrák kockázatát, mivel a *H. pylori* részt vesz a gyomorrák kialakulásában.

Nemrégiben beszámoltak arról, hogy a szerves kénvegyületek mellett természetes kvercetin oxidációs termékek találhatók a vöröshagymában, melyek szintén antibakteriális hatást mutatnak a *H. pylori*-val és az MRSA (multidrog-rezisztens *S. aureus*)-val szemben (Corzo-Martínez et al., 2007).

Az utóbbi időben kijelentették, hogy a vöröshagyma és a fokhagyma kivonatok baktericid hatást fejtenek ki a *Streptococcus mutans* és *Streptococcus sobrinus*, a *Porphyromonas gingivalis* és *Prevotella intermedia* (Gram-pozitív baktérium) felé, amely baktériumok felelősek elsősorban a fogszuvasodásért, illetve a felnőtt periodontitisért. A vöröshagyma azonban, ellentétben a fokhagymával, nem hat a Gram-negatív baktériumokkal szemben (Corzo-Martínez et al., 2007).

1.2.2. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása különböző koncentrációkban

Egy tanulmány során (Durairaj et al., 2009) a fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatását vizsgálták 2 Gram-pozitív és 15 Gram-negatív baktérium izolátummal szemben, még hozzá a *Staphylococcus aureus*, a *Salmonella Typhi*, a *Pseudomonas aeruginosa*, az *Escherichia coli* és a *Proteus* fajokkal szemben. A kivonat készítéséhez egy indiai kisboltban vásárolt friss fokhagyma gumót használtak fel, amiből 75, 50, 25 és 10%-os koncentrációjú oldatokat állítottak elő hígítással, desztillált víz segítségével.

A kivonat különböző koncentrációinak antibakteriális hatását lyukdiffúziós módszer segítségével, a gátlási zónákkal, illetve a hígítási módszer által meghatározott legkisebb gátló koncentráció (MIC) értékekkel jellemezték. *Escherichia coli*-nál 100%-os koncentráció esetén 33 mm-es gátlási zónát kaptak, 50%-os koncentrációnál 16 mm-eset, 25%-osnál 10 mm-eset, és 10%-osnál pedig nem alakult ki gátlási zóna. *Bacillus subtilis* esetén 100 %-os koncentrációban 54 mm-es gátlási zónát, 50%-os koncentrációban 28 mm-eset, 25%-osnál 15 mm-eset, 10%-osnál szintén nem volt gátlási zóna.

A kivonat az összes vizsgált mikroorganizmust gátolta még a 25%-os koncentrációnál is, és az aktivitás a koncentráció függvényében lineárisan változott. 100% koncentrációban a maximális gátlási zóna egy Gram-pozitív baktériumnál, a *Bacillus subtilis*-nél, a minimális pedig egy Gram-negatív baktériumnál, a *Proteus mirabilis*-nél volt megfigyelhető, amiből arra lehet következtetni, hogy a kivonat széles spektrumú aktivitással rendelkezik mind a Gram-pozitív, mind a Gram-negatív baktériumokkal szemben. Az egyes baktériumok gátlási zónáinak méretkülönbségei valószínűleg a mikroorganizmusok eltérő lipid tartalmának, illetve az eltérő fokhagyma összetevőknek köszönhető, különösképp az allicinnek.

Felismerték, hogy még az antibiotikum-rezisztens baktériumok is érzékenyek voltak a fokhagyma kivonatokra, így a hígítatlan kivonat hatását összehasonlították a kereskedelmi forgalomban használt antibiotikumokéval. Az eredmények azt mutatták, hogy a legtöbb baktériummal szemben erősebb aktivitást mutatott a fokhagyma kivonat, mint az ellene használt antibiotikum. Ezzel bebizonyosodott, hogy a vizes fokhagyma kivonat gyógyászati értéke összehasonlítható a mai antibiotikumokéval.

Az antibakteriális aktivitás meghatározásához meghatározták a MIC értékeket, melyek Gram-pozitív baktériumok esetén 6-11 mg/ml, Gram-negatív baktériumoknál pedig 7-21 mg/ml tartományokba estek. A legérzékenyebb baktériumnak a *B. subtilis* bizonyult, de jelentős értékbeli eltérések voltak a fajok között, illetve a tudósok által meghatározott értékek között, melynek oka a fokhagymában lévő eltérő koncentrációjú hatóanyagok, illetve azok kölcsönhatása a táptalajjal. Viszont egységesen megállapítható, hogy a vizes fokhagyma kivonat erős bakteriosztatikus hatással rendelkezik több baktériummal szemben különböző koncentrációban (Durairaj et al., 2009).

1.2.3. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása különböző hőmérsékleteken és pH értékeken

Nemcsak különböző koncentrációban vizsgálták a fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatását, hanem különböző hőmérsékleten is (Durairaj et al., 2009). Az eredmények azt mutatták, hogy a kivonat szobahőmérsékleten 7 napig gátló hatást mutatott az *Escherichia coli*, a *Salmonella Typhi*, a *Bacillus subtilis* és a *Staphylococcus aureus* baktériumokkal szemben. A 4°C-os tárolásnál 30-60 nap után csökkent a gátló hatás, míg a -20 °C-os tárolásnál csak mérséklődött a gátló hatás mértéke. Más kutatók arról számoltak be, hogy a fokhagyma kivonat szobahőmérsékleten tárolva kisebb aktivitással bírt a *B. cereus*-szal szemben, mint -18 °C-on tárolva. Ismert tény, hogy a természetes anyagok antibakteriális hatásának csökkenését a melegítés hatására történő párolgás, és a bekövetkező fizikai-kémiai változások okozzák.

Ugyancsak megfigyelték a vizes kivonat antibakteriális hatását különböző pH értékeken, szobahőmérsékleten. A friss kivonat pH-ja 5,8 volt. A kísérletek bebizonyították, hogy a legnagyobb gátlási zónák az összes patogénnel szemben az eredeti pH-n volt megfigyelhető. A semleges pH-n egy közepes erősségű aktivitást figyeltek meg, míg pH=9 értéknél az *E. coli*, a *S. Typhi* és a *B. subtilis* baktériumokkal szemben gátló hatást véltek felfedezni. Vagyis az antibakteriális hatás csökken a pH érték növelésével (Durairaj et al., 2009)

1.2.4. A fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatása multidrog-rezisztens baktériumokkal szemben

Egy másik tanulmány során (Iwalokun et al., 2004) a vizes fokhagyma kivonat antibakteriális hatását 133 nigériai, multidrog-rezisztens Gram-pozitív és

Gram-negatív baktérium izolátummal szemben vizsgálták. Minden izolátum klinikai törzs volt, melyet betegektől vettek. A vizes extraktumot a helyi piacról beszerzett fokhagymából állították elő, és 4 °C-on tárolták.

A kivonat antibakteriális vizsgálatát lyukdiffúziós módszerrel végezték, és azt az eredményt kapták, hogy a kivonat növekedésgátlást produkált mind a Gram-pozitív mind a Gram-negatív baktériumokkal szemben. Előbbi esetben a zónák átmérői 20,2-22,7 mm közé, míg utóbbinál 19,8-24,5 mm közé estek.

A minimális gátló koncentrációk (MIC) Gram-pozitívak esetén 22,9-37,2 mg/ml közé estek, és 15,6-48,3 mg/ml közé a Gram-negatív baktériumoknál. A *P. aeruginosa* kivételével a MIC értékek 24 és 48 óra elteltével sem változtak szignifikánsan. Észrevették viszont, hogy ezen értékek megnőnek, ha a kivonat instabillá válik, vagy ha a bioaktív anyagok elpárolognak a fokhagyma kivonatból.

Megfigyelték azt is, hogy a kivonat antibakteriális hatása dózis-és időfüggő, majd azt ábrázolták diagramokon, melyekből megállapították, hogy a Gram-pozitív és a Gram-negatív baktériumok diagramjai eltérőek, amely az eltérő sejtfal vastagságokra vezethető vissza. A sejtfal lipid összetétele ugyanis befolyásolja a hidrofób és illékony bioaktív anyagok átjutását (Iwalokun et al., 2004).

1.3.A fokhagyma fungicid hatása

1.3.1. A fokhagyma rendkívüli hatása gombák ellen

A fokhagyma másik értékes tulajdonsága fungicid hatása, amely azt jelenti, hogy gombaellenes tulajdonsággal bír. A gombák okozta betegségeket mikózisnak nevezzük, amelyek kezelése különösen nehéz, hiszen kevés gombaellenes szer áll rendelkezésre. Ezért van igazán nagy szerepe a fokhagymának a szisztémás mikózisok (egész szerveket, szervrendszereket érintő) kezelésében, hiszen tartalmaz olyan hatóanyagokat, amelyekkel ez véghez vihető. Vannak olyan patogén élesztőgombák, melyekkel szemben a legtöbb kezelés eredménytelen, míg a fokhagyma nagyfokú hatékonyságot mutat ezzel szemben. Ilyen például a *Candida albicans*, mely szinte minden beteg szájában megtalálható (Sillner, 1990).

A fokhagyma és rokon fajok antifungális hatását 1936-ban állapította meg Schmidt és Marquardt, akik az epidermofita kultúrákat tanulmányozták. Laboratóriumi és élő szervezeten végzett vizsgálatok kimutatták a fokhagyma és

származékai nagyfokú hatékonyságát széles spektrumú gombákkal és élesztőkkel szemben, mint a *Candida*, *Trichophyton*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* és *Trichosporon*, valamint szinergikus hatást mutatott az amfotericin B-vel a laboratóriumi kísérleteknél, amely az egyik fő gombaellenes gyógyszer (Corzo-Martínez et al.2007).

1.3.2. A fokhagyma vizes kivonatának gombaellenes hatása *Candida* fajokkal szemben

Abban a tanulmányban, amelyben a fokhagyma vizes kivonatának antibakteriális hatását vizsgálták a nigériai multidrog-rezisztens baktériumokkal szemben, a nigériai *Candida* fajokkal elleni gombaellenes hatását is nézték (Iwalokun et al., 2004). A gombaellenes tevékenységet lyukdiffúziós módszerrel vizsgálták, melynek eredményeként $27,4 \pm 3,7$ mm-es gátlási zóna jelent meg, míg a kontroll mintánál, ahol flukonazol gombaellenes gyógyszert használtak, $29,8 \pm 2,6$ mm-es zóna volt látható.

A minimális gátló koncentráció (MIC) értéke $11,9 \pm 5,5$ mg/ml volt 24 óra elteltével, és $12,5 \pm 5,1$ mg/ml 48 óra elteltével. A minimális fungicid koncentráció, (MFC) 24 óra elteltével $14,9 \pm 7,0$ mg/ml, és 48 óra elteltével $15,5 \pm 6,4$ mg/ml volt.

Felismerték, hogy a kivonat gombaellenes hatása is dózis-és időfüggő.

Azt lehet mondani, hogy annál a koncentrációnál, amelynél a kivonat a növekedést gátolta, ott a fokhagyma gombaölő hatása mutatkozott meg, így a MIC és MFC értékek összehasonlíthatóak. 48 óra inkubálás után az MIC értékek megnöttek, mely arra enged következtetni, hogy a bioaktív anyagok elpárologtak a fokhagymából, vagy bekövetkezett a kivonat instabilitása. A *Candida* sejtfal eukarióta jellege és az ergoszterol meglétének lehetősége befolyásolja hatás jellegét. (Iwalokun, 2004)

1.3.3. A fokhagyma, a vöröshagyma és a póréhagyma gombaellenes hatásának összehasonlítása

Egy másik tanulmányban (Irkin és Korukluoglu, 2007) az *Allium* nemzetség három tagjának, a fokhagymának, a vöröshagymának (*Allium cepa*), és a póréhagymának (*Allium porrum*) az *Aspergillus niger*rel szembeni gombaellenes tevékenységét hasonlították össze. Mivel egy nemzetségbe tartoznak, hasonló tartalommal bírnak mind ízüket, színüket, biokémiai, fitokémiai, gyógyhatású

tulajdonságaikat nézve, mégis különbségek fedezhetők fel az antifungális tulajdonságaikban.

Az *Aspergillus* fajok a leggyakoribb gombafajok, amelyek képesek mikotoxinokat termelni élelmiszerekben és takarmányokban egyaránt. A mikotoxinok a fonalas gombák másodlagos anyagcseretermékei. A gombák az élelmiszerek romlását, annak mennyiségi és minőségi értékének csökkenését okozzák.

A vizsgálat célja a három növény vizes, etil-alkoholos és acetonos kivonatából a MIC és MFC értékek meghatározása volt az *Aspergillus niger*rel szemben. A kísérlethez az *Aspergillus* törzset egy törökországi sajtból izolálták. A gombaellenes tevékenység meghatározásához korongdiffúziós módszert használtak

A MIC és MFC értékeket hígítási módszerrel határozták meg. 15 nap után már nem volt látható a növekedés, az ehhez tartozó legkisebb koncentrációkat tekintették MIC értékeknek, majd meghatározták az MFC értékeket, ahol nem történt növekedés. A fokhagyma vizes kivonatának MIC értéke 325 mg/ml, MFC értéke szintén ennyi volt, míg a hozzájuk tartozó gátlási zónák átmérője 15.5 ± 0.9 mm volt, az etanolos kivonat MIC-e 425 mg/ml, az MFC-je 450 mg/ml volt, a hozzájuk tartozó gátlási zónák átmérője pedig 15 ± 1.0 mm, illetve 16.8 ± 0.8 mm. Az acetonos kivonat MIC-e 800 mg/ml, MFC-je 875 mg/ml, a gátlási zónák pedig 13.7 ± 1.6 mm, illetve 16.5 ± 0.5 mm.

A leghatásosabb gátló anyagnak az *Aspergillus niger*rel szemben a vöröshagyma etanolos kivonatát (275 mg/ml MFC), a fokhagyma vizes kivonatát (325 mg/ml MFC), és a póréhagyma szintén a vizes kivonatát (900 mg/ml) vélték. A fokhagyma bizonyult a leghatásosabbnak ezzel a gombával szemben, azt követte a vöröshagyma és a póréhagyma. A MIC és MFC értékeket nézve a vöröshagyma etil-alkoholos kivonatának volt a legnagyobb gátló hatása. A fokhagyma és a vöröshagyma etanolos, illetve a fokhagyma és a póréhagyma vizes kivonatai szintén nagy gátló aktivitást mutattak. A vöröshagyma és a póréhagyma acetonos extraktumai semmilyen aktivitást nem jeleztek az *Aspergillus niger*rel szemben. (Irkin és Korukluoglu, 2007)

Számos szerző leírta, hogy az allicin, a tioszulfátok és egyéb vegyületek, mint az ajoene, amely az allicin egyik változata, okozzák a gátlást a legtöbb gombával szemben. Ez a vegyület az allicinnál is erősebb gombaellenes hatású, a gombák sejtfalát károsítja. Az allicin más bomlástermékei, mint a diallil-triszulfid (DATS), DADS, DAS szintén erősebb gombaellenes anyag, mint az allicin. Az egyik antifungális vegyületet, a fistulosint (oktadecil-3-hidroxi-indol) egy walesi vöröshagymából (*A. fistulosum*) izolálták, amely nagy aktivitást mutatott a *Fusarium oxysporum*mal szemben, gátolta a fehérje elsődleges szintézisét (Corzo-Martínez et. al.,2007).

A kénvegyületek mellett sokféle gombaellenes fehérjét és peptidet izoláltak számos *Allium* fajból, ilyen az allicepi, egy újfajta gombaellenes peptid, amit vöröshagyma gumójából izoláltak. De vannak bizonyos szteroid szaponinok, mint például az eruboside-B, melyet a fokhagyma gumójából izoláltak, mely szintén gombaellenes hatást mutatott a *Candida albicans*-szal szemben.

Ugyancsak vizsgálták a vöröshagyma és a fokhagyma illóolajok fungicid hatását néhány gombával szemben. A zöld és sárga hagymák kevésbé gátolták alacsonyabb koncentrációban az *A. nigert*, mint a vöröshagyma és a fokhagyma illóolajok. A fokhagyma és a vöröshagyma hatóanyagai elpusztítják a gomba sejtjeit, csökkentik az oxigén felvételét, illetve a sejtnövekedést, gátolják a lipid, a fehérje és a nukleinsavak szintéziseit, megváltoztatják a sejtmembrán lipid rétegét, és gátolják a gomba sejtfalának szintézisét (Corzo-Martínez et. al.,2007).

Tsao és Yin (2001) azt állapította meg, hogy a kínai póréahagyma olaj MIC értéke 32 mg/l, míg a fokhagyma olajé 20 mg/l az *Aspergillus niger*rel szemben.

Az eredmények azt mutatják, hogy az *Allium* kivonatok képesek gátolni a penészgombák növekedését, de a gátlás hatékonysága függ attól, hogy az extraktumot milyen oldószerrel nyerik ki, illetve hogy mely növényi részt használják fel, hiszen az alkilcsoportok és a kénvegyületek relatív százalékos aránya változó a különböző növényi részekben. Attól függetlenül, hogy az *Allium* növények jó fungicid szerek, erős szaguk miatt korlátozott a felhasználásuk (Irkin és Korukluoglu, 2007)

1.4. Fokhagyma készítmények

Ma már léteznek készítmények azok számára, akik idegenkednek a fokhagyma átható illatától és ízétől, amelyek a fokhagyma jótékony hatásait magukba zárják. Ezeknek a preparátumoknak számtalan előnyük és hátrányuk van egyaránt. Az egyik előny ezekkel a készítményekkel kapcsolatban az, hogy standardizálni lehet őket. Vagyis az így előállított fokhagyma készítmény mindig azonos minőségű és mennyiségű anyagokat tartalmaz. A jellegzetes fokhagymaszagot okozó vegyületek, mint a kéntartalmú allicin, ezekben a termékekben is megtalálható, de a bélben oldódó kapszula vagy egyéb készítmény segítségével elkerülhetővé tették a szájban képződő kellemetlen lehetőséget. Mivel a vékonybélben oldódik fel, így a bőrön keresztül történő verejtékezés során sem tapasztalható semmilyen szagelváltozás. Ezt több kísérlet során be is bizonyították a tudósok.

Az, hogy a forgalomba hozott fokhagyma-preparátumok mennyi hasznos vegyületet tartalmaznak, attól függ, hogy a feldolgozás mennyire volt kíméletes. A fokhagymaolaj illóolaj, mely levegő vagy víz hatására párologni képes, így akkor lehet a leghatásosabb gyógyszerformát előállítani, ha zsíros olajban oldják fel ezt az illóolajat, és kapszulába helyezik.

A készítmények hátránya lehet, hogy talán nem olyan hatásosak, mint a friss fokhagyma, vagy az áruk magasabb, mint a nyers fokhagymáé, de tartalmazhatnak olyan segédanyagokat is, melyek allergének (Sillner, 1990).

A fokhagyma készítmények kaphatók kapszula, draszté, olaj, krém, por, tablettá, granulátum és még számos formában, beleértve a kombinált termékeket is, amelyekben a fokhagymán kívül más gyógynövény hatóanyagait is tartalmazza.

1.5. A kísérletekben használt mikroorganizmusok jellemzése

1.5.1. Baktériumok:

Escherichia coli:

Gram-negatív baktérium, rendszertanilag az Enterobacteriaceae család tagja. Theodor von Escherich izolálta székletből az 1900-as években. Az ember, a melegvérű állatok és a kétélűek bélcsatornájának normál lakója, nagy mennyiségben fordul elő az emberi székletben, emiatt a fekális szennyeződés fő okozója.

Kimutatása különböző differenciáló táptalajokon a laktóz erjesztés alapján történik. Az *E. coli* törzsek többsége ártalmatlan, de van néhány törzs, mely patogén, és hasmenéses megbetegedést okoz. Ilyen törzsek: EPEC (enteropatogén *E.coli*), EIEC (enteroinvazív *E.coli*), ETEC (enterotoxigén *E.coli*), EHEC (enterohemorrágiás *E.coli*). Ezeken túlmenően néhány további törzs (szerotípus) szintén hasmenéses megbetegedést képes okozni, amelyek megtapadási képességük miatt váltják ki ezt a tünetet. A bélcsatorna megbetegedésén kívül újszülöttekben, csecsemőkben agyhártyagyulladást, felnőttekben húgyúti fertőzéseket okozhat néhány törzs (Deák, 2006).

Serratia marcescens:

Az *E. coli*hoz hasonlóan szintén Gram-negatív baktérium. Az ember, illetve az állat vastagbél normál flórájának tagja, mely talajban és vízben egyaránt megtalálható. Legtöbbször a kórházi fertőzésekben fordul elő, pl. az intravénás és húgyúti katéterezés következtében. A *Serratia*ák csillós pálcák, amelyeknek igen nagy az oxigénigényük. Humán patogenetikai szempontból a *S. marcescens* rendkívül jelentős, piros színű (prodigiozin) pigmentet termel) (Ádám, 2006).

Bacillus subtilis:

Gram-pozitív baktérium. A *B. subtilis* sejtjei csillósak, endospórái vékony falúak, és a sejtben centrális elhelyezkedésűek. Jellemzője, hogy enzimeket termel, kolóniái kerek, vagy szabálytalan formájúak. A *B. subtilis* fajjal számos országban végeztek biológiai védekezési vizsgálatokat, főleg talajeredetű kórokozó gombák ellen. Megállapították, hogy széles hatásspektrummal rendelkező antibiotikumot termel (Vajna, 1987).

Bacillus cereus:

Szintén Gram-pozitív baktérium. Közöséges talajlakó baktérium, mely spórái élelmiszerekben és adalékanyagokban, kis számban rendszeresen előfordulnak. Megtalálható fűszerekben, cereáliákban, szárítmányokban és tejtermékekben (túléli a pasztörözést), illetve keményítőtartalmú termékekben is (pl. rizsben). Az 1950-es évek óta nagy figyelmet fordítanak rá, mint élelmiszer-mérgező tényező. Feltételelesen kórokozó, 10^5 sejt vagy spóra/g már fertőzést okoz. Kétféle tünet jellemző megbetegedéskor, vagy hányásos, vagy hasmenéses típusú.

Előbbi esetben a betegséget a *B. cereus* által termelt hánytató hatású toxin váltja ki, mely az élelmiszerben megtalálható, míg a hasmenéses megbetegedéskor láz és hasgörcs a kísérő tünetek. Leggyakrabban ezt tésztafélék, húsételek, illetve mártások okozzák (Deák, 2006).

1.5.2. Élesztők:

S. cerevisiae:

Erősen erjesztő élesztő, klasszikus élesztőként ismert. Egy időben összeolvasztották számos *Saccharomyces*-szel, ezután pedig leválasztottak belőle önálló fajokat. A legtöbb ipari törzs, a sör-bor-szesz- és sütőélesztő mind a *S. cerevisiae*-hez tartozik. Viszont az élelmiszerekben is ez okozza leggyakrabban a romlást. A mikrobiológiai romlás könnyen felismerhető, hiszen gázképzéssel, zavarossággal, hártya, üledék képződésével, idegen íz, illetve illat kialakulásával járhat (Deák, 2006). Gyakran géntechnológiai kísérletek alapjául szolgál, hiszen ez a legegyszerűbb egysejtű eukarióta rendszer (Ádám, 2006).

Pichia anomala:

Korábbi neve *Hansenula anomala*. A gyengén erjesztő élesztők közé sorolható, de attól függetlenül, hogy gyengén erjeszt, sokoldalú élettani tulajdonságai miatt gyakori élelmiszerekben, és azok romlását is okozza. Aerob anyagcseréjű élesztő, mely gyakran fejleszt hífákat, és ezekből a folyadék felszínén hártyaréteg képződik. A mustban az erjedés kezdetén akkor található meg, ha az etanol tartalom 1-2% (Deák, 2006).

1.5.3. Fonálas gombák:

Aspergillus niger:

Az *Ascomycotina* osztályba tartozó, egyik leggyakoribb penészgomba, melynél a konídiumos fejcskék feketék, barnásfeketék, esetleg bíborosan feketék, formájuk gömbölyű és viszonylag nagyok. A konídiofórumok simák, színtelenek, de lehet a felső részük sárgásbarna is. A vezikulumok gömbölyűek, és az egész felületüket fiailodok növik be sugarasan, két sorban állva. A konídiumok felülete többnyire érdes, és barnásfekete sávok találhatók rajta. Vannak olyan törzsek, amelyeken rózsaszínes barna, szürke, vagy fekete szklerócumok keletkeznek. Előfordul talajokban, komposztban, zöldségek, gyümölcsök, és romlott étel

felszínén, de akár beltéri környezetben is. Az *A. niger*, mint a legtöbb penészgomba faj, toxint termel a konkurens fajok távol tartásának céljából. Használják a biotechnológiai iparban, mivel segítségével cukorból citromsav és karbonsav állítható elő. Ezek a szerves savak az élelmiszeriparban rendkívül nagy jelentőséggel bíró adalékanyagok. (Fassatiová, 1984; <http://enfo.agt.bme.hu> /2013).

Penicillium:

Szintén az *Ascomycotina* osztályba tartozó gomba. A *Penicillium* nemzetség fajilag igen gazdag, és az egész világon elterjedt a talajokban, illetve szerves szubsztrátumokban, ahol penész-szerű zöldes növedéket képez. Néhány ide tartozó fajnak előnyös jelentősége van az antibiotikum-termelésben, vagy akár a sajtfélék, szalámi-félék érésében működnek közre. Több vizsgálat azt mutatja, hogy a gombáknak számottevő szerepük lehet a természetben a patogén gombák populációinak korlátozásában. Hátrányosak a termékek rothadási folyamataiban, a mikotoxinok képzésében, illetve akár allergiás reakciót is kiválthatnak embereknél. Jellemző a nemzetségre a konidiofórum ecetszerű felépítése. A *Penicillium* fajainak határozásakor gyakran előfordulnak kisebb-nagyobb változékonyságok, amit a különböző feltételek közötti tenyésztés, és a törzsek öregedése okozhat, gyakran mutáció is előfordulhat. A határozáshoz célszerű friss izolátumokat használni. Általában maláta agaron tenyésztjük őket, de a telepszín, a váladék, a barázdáltság, a hátoldal színeződése a táptalajtól függően eltérő lehet (Fassatiová, 1984; Vajna, 1987).

Rhizopus sp.:

A *Zygomycotina* osztályba tartozó, gyors növekedésű, kozmopolita penészgomba, mely tönkretetheti a rossz minőségű lágy gyümölcsöket, vetőmagvakat, sérült mezőgazdasági termékeket. Emellett a napraforgó tányérrothadását is okozhatja. A *Rhizopus* fajok toxinokat képesek termelni, illetve fumársavat, melyet gyógyszerként is, és élelmiszeriparban is használnak. (Vajna, 1987)

2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

2.1. A vizsgálatok helye

A méréseimet a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Élelmiszer-mérnöki Intézetének laboratóriumában végeztük.

2.2. Vizsgálati anyagok

A kísérlethez felhasznált friss fokhagymát és fokhagyma készítményeket kereskedelmi úton szereztük be. A csomagoláson feltüntetett tárolási módot figyelembe vettük felhasználás közben.

Felhasznált anyagok:

1. Friss fokhagyma a helyi piacról
2. Kotányi fokhagyma granulátum (Lásd: Mellékletek 1. fotó)
 Nettó tömeg: 28 g
 Forgalmazza: Kotányi Hungária Kft.
3. Lakhsmy örölt fokhagymapor (Lásd: Mellékletek 2. fotó)
 Nettó tömeg: 40 g
 Kiszerezte: Toldi Fűszer és Delicates Bt.
4. Kwai fokhagyma drázsé (Lásd: Mellékletek 3. fotó)
 Hatóanyagok: 100 mg szárított fokhagyma (*Allii sativi bulbi* sicc.) őrlemény 1,3 % alliin tartalommal, ami megfelel 0,6 % allicinnek/drazsé.
 Magyarországi forgalmazó: Coordwell Kft.

A vizsgálatok során negatív kontrollként steril desztillált vizet, pozitív kontrollként baktériumok esetén 0,1 %-os sztreptomicint, gombák esetén pedig propikonazol gombaölő szert használtunk.

2.3. Vizsgálat során felhasznált törzsek, és azok fenntartása:

Baktériumok: Gram-negatívak: *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*

Gram-pozitívak: *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*

Élesztők: *Saccharomyces cerevisiae*

Pichia anomala

Fonals gombák: *Aspergillus niger*

Penicillium sp.

Rhizopus sp.

A törzsek a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karának laboratóriumából származnak, ahol ferde agaron +4 °C-on tárolják őket.

2.4. Alkalmazott tápoldatok, táptalajok:

A tápoldatok és táptalajok között a különbség az, hogy a tápoldatokhoz nem mérünk ki agar-agart.

TGE baktériumokhoz: 1000 ml-re

Glükóz	10 g
Pepton	5 g
Élesztőkivonat	2,5 g
(agar-agar)	25 g

LB (E. coli-hoz): 1000 ml-re

Kazein pepton	10 g
NaCl	10 g
Élesztőkivonat	5 g
(agar-agar)	25 g

Malátás táptalaj: élesztőkhöz és fonalsokhoz: 1000 ml-re

Glükóz	10 g
Malátakivonat	10 g
Élesztőkivonat	5 g
(agar-agar)	30 g

2.5. Vizsgálati módszerek

2.5.1. Kivonat készítés:

A friss fokhagymát összenyomtuk lelángolt alufólia segítségével, kimértünk belőle 1 g-ot és elkevertük 10 ml steril desztillált vízzel. A porrá zúzott fokhagyma drázsából, a fokhagyma granulátumból és az őrölt fokhagymaporból szintén 1 g-ot vettünk ki, és hozzáadtunk 10 ml steril desztillált vizet. Fél óráig hagytuk állni a kivonatokat, közben többször felkevertük Vortex kémcsőrázó segítségével. Ezután szűrőpapíron átszűrtük, majd steril szűrő segítségével sterilre szűrtjük a kivonatokat. Frissen készített kivonatokat használtunk a tesztekben.

2.5.2. Agardiffúziós tesztek:

A tesztekhez előkészítettük a táptalajokat és a mikroorganizmusokat. A baktériumokat és élesztőket a kísérlet megkezdése előtt 24 órával ferde agarról tápoldatba oltottuk, a gombákat 72 órával a kísérlet kezdete előtt ferde agarról ferde agarra vittük át, hogy friss tenyészeteket használhassunk. A fonalas gombák spóráit steril desztillált vízzel lemostuk a ferde agarról a kísérlet kezdetekor, és 5 ml-re egészítettük ki steril desztillált vízzel.

A spóra-és sejtszuspenziókból 100-100 µl-t a csészékre vittünk, majd beszárítottuk. Száradás után mindegyik csészére három lyukat fűrtünk a 9 mm-es dugófűróval. A lyukakba pipettáztunk 100-100 µl kivonatot, majd a csészéket megfelelő hőmérsékleten inkubáltuk (Bacillusok, élesztők és gombák: 30 °C, a többi baktérium: 37 °C). Negatív és pozitív kontrollt is készítettünk, a negatív kontrollba 100 µl steril desztillált vizet adtunk, a pozitív kontrollba 100 µl antibiotikumot a vagy 100 µl fungicid szert adtunk.

2.5.3. Túlélési tesztek:

Azokkal a baktériumokkal és gombákkal végeztük, amelyek nagy érzékenységet mutattak a lyukdiffúziós teszteknel. A kísérlet kezdete előtt 24 órával ferde agarról ferde agarra oltottuk át a mikroorganizmusokat, majd a kísérlet kezdetekor a megfelelő tápoldatba vittünk át annyi mikroorganizmust, hogy 10^4 cfu/ml sejtsűrűségű szuszpenziót kapjunk. Ezt Bürker-kamrás sejtszámlálással ellenőriztük. Kivettünk belőle 0,1 ml-t steril eppendorf csőbe, és hozzáadtunk 0,9 ml nyers fokhagyma vagy fokhagyma granulátum kivonatot. A kivonat hozzáadása után 0, 30, 60, és 90 perc elteltével mintát vettünk, háromlépcsős tizedelési hígítási sort

készítettünk, és mindegyik hígításból táptalajra szélesztettünk, hogy megállapítsuk az élő sejtszámot. Készítettünk kontroll változatot, mely 0,9 ml steril vízből és 0,1 ml mikroorganizmust tartalmazó szuszpenzióból áll.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

3.1. Agardiffúziós tesztek eredményei és értékelése:

A spóra- és sejtszuszpenziók szélesztésekor összefüggő mikroorganizmus pázsit keletkezett, melyet a fokhagyma kivonat befolyásol. Az értékelés a megmért gátlási zónák nagysága alapján történt, ami azt mutatta, hogy az agarba diffundált nyers fokhagyma, illetve fokhagyma készítmény kivonata a vizsgált mikroorganizmusra milyen hatást gyakorolt. Érzékeny a mikroorganizmus, ha a gátlási zóna átmérője 20 mm-nél nagyobb, mérsékelten érzékeny, ha 11-20 mm közötti az átmérő, és nem érzékeny, ha 11 mm-nél kisebb. A 2. és a 3. táblázat az átlagolt gátlási zónák átmérőit foglalja össze baktériumok, illetve élesztők és fonalas gombák esetén mm-ben kifejezve. A táblázatok a pozitív kontroll minta értékeit is tartalmazzák.

2. táblázat A nyers fokhagyma és fokhagyma készítmények kivonatai által létrejött gátlási zónák nagysága mm-ben kifejezve baktériumokkal szemben

	<i>E. coli</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus cereus</i>
Nyers fokhagyma	9,00±1,1	26,83±2,32	15,00±0,00	18,17±1,17
Fokhagyma granulátum	9,00±0,00	9,00±0,00	15,50±1,05	24,50±0,84
Fokhagyma por	16,00±2,00	22,17±2,48	25,00±0,63	18,00±1,26
Fokhagyma drazsé	9,00±0,00	20,67±1,37	15,50±1,87	11,17±0,75
Kontroll minta	22,33±0,00	15,83±0,00	19,50±0,00	20,83±0,00

3. táblázat A nyers fokhagyma és fokhagyma készítmények kivonatai által létrejött gátlási zónák nagysága mm-ben kifejezve élesztőkkel és fonalas gombákkal szemben

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Pichia anomala</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>
Nyers fokhagyma	20,83±3,19	24,00±2,19	39,00±1,41	31,00±1,41	35,00±4,86
Fokhagyma granulátum	24,00±0,63	30,00±1,10	41,00±1,41	22,00±2,83	n.a.
Fokhagyma por	33,33±1,37	33,17±2,14	26,00±1,41	13,00±2,83	n.a.
Fokhagyma drazsé	20,17±3,06	23,67±1,21	35,00±0,00	30,00±0,00	n.a.
Kontroll minta	9,00±0,00	9,00±0,00	47,00±0,00	52,00±0,00	29,00±0,00

n.a.: nincs adat, mert a gombák az agar teljes felületét, még a lyukakat is benőtték

A táblázatokból látható, hogy a nyers fokhagymán kívül a fokhagyma készítmények is gátolták mind a baktériumokat, mind a gombákat egyaránt. A számadatok alapján legérzékenyebb mikroorganizmusnak az *Aspergillus niger* mondható a fokhagymával és fokhagyma készítményekkel szemben, mely a maximális gátlási zónát mutatta a granulátum esetén, míg legkevésbé érzékenynek az *E. coli* bizonyult.

A leginkább antifungális tulajdonságúnak a nyers fokhagyma könyvelhető el, hiszen a *Rhizopus* vele szemben érzékeny volt, míg a fokhagyma készítményekkel szemben teljesen ellenálló.

A fokhagyma készítmények közel azonos antibakteriális és antifungális tulajdonsággal bírnak, de észrevehető, hogy a Gram-negatív baktériumok a granulátummal szemben ellenállóbbak. A Gram-pozitív baktériumok esetén az átlagolt gátlási zónák nagysága szűkebb tartományú (11,17-25 mm), mint a Gram-negatív baktériumok esetén (9-26,83 mm).

Irodalmi adatok és saját méréseim összevetve, a 4. táblázat a magyar, az indiai és a nigériai nyers fokhagyma Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumokra gyakorolt hatását szemlélteti.

4. táblázat A nyers fokhagyma okozta gátlási zónák nagysága Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumokkal szemben

	Magyar	Indiai	Nigériai
Gram-pozitív baktériumok	15-18,17 mm	6-11 mm	20,2-22,7 mm
Gram-negatív baktériumok	9-26,83 mm	7-21 mm	19,8-24,5 mm

A Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumok közötti különbségek a sejtfal szerkezet eltéréséből, míg a különböző országokból származó fokhagymák közötti különbségek az eltérő környezeti viszonyokból származó eltérő összetételből származhatnak.

A kontroll minta értékeit nézve látszik, hogy az élesztőkre, a *Saccharomyces cerevisiae*-re és a *Pichia anomala*-ra a használt gombaellenes szer kevésbé hatott, hiszen a mikroorganizmus benőtte az agar felületét, ezeknél a fokhagyma por bizonyult a leginkább mikroba- ellenes tulajdonságúnak, ahogyan a *Bacillus subtilis* baktériummal szemben is.

A *Serratia marcescens* és a *Rhizopus* esetében a nyers fokhagyma erősebb antimikrobiális tulajdonságot mutatott, mint a használt antibiotikum illetve fungicid.

Az *E. coli*, az *A. niger* és a *Penicillium sp.* törzseknél a kontroll minta gátlási zónáinak nagysága felülmúlta a nyers fokhagyma, illetve a készítmények által okozott gátlási zónák nagyságát.

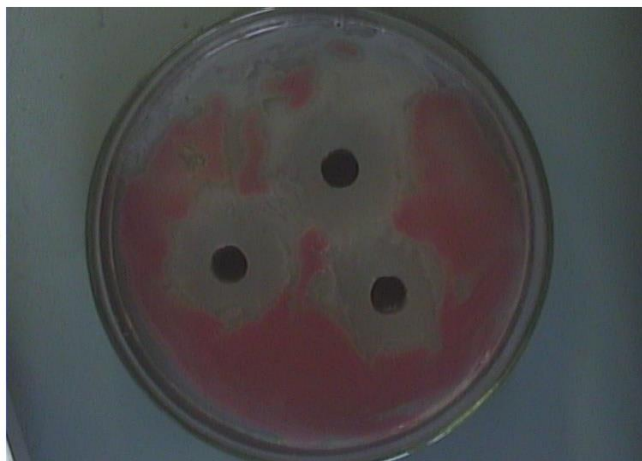
A fokhagyma granulátum a vizsgált mikroorganizmusok közül egyetlen mikroorganizmusnál, a *Bacillus cereus*nál mutatott nagyobb baktériumellenes hatást a többi fokhagyma készítménnyel, illetve az antibiotikummal szemben.

Gombák esetén előfordult, hogy a gátlási zónák megmérését az átmérők nagysága miatt nem lehetett megvalósítani, így a kísérletet 1 lyukkal meg kellett ismételni. A 3. ábra a *Penicillium* érzékenységet mutatja nyers fokhagymával szemben.



3. ábra A *Penicillium sp.* nyers fokhagymával szembeni érzékenysége

A nyers fokhagyma kivonat *Serratia marcescens* baktériumnál nemcsak annak növekedését gátolja, hanem a színeképződését is. Ezt mutatja a 4. ábra, ahol a gátlási zóna szélén megjelenő telepek fehérek. Itt valószínűleg a gátlóanyag koncentráció már túl alacsony a növekedés gátláshoz, de elég a színeképzés gátlásához.



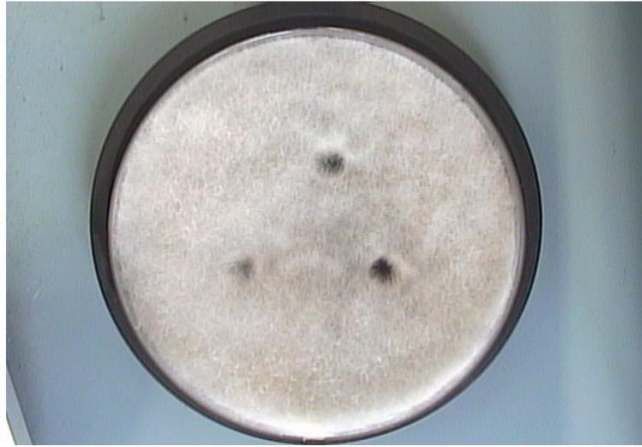
4. ábra *S. marcescens* nyers fokhagymával szembeni érzékenysége, színeképződésének gátlása

Az *Aspergillus niger*, melynek neve a fekete konídiumaira utal, jellegzetes színét mutatja a 5. ábra, melynél a gátlási zóna a fokhagyma por hatására alakult ki.



5. ábra *A. niger* fokhagyma porral szembeni érzékenysége

A 6. ábrán jól látszik, hogy a fokhagyma pornak nincsen antifungális hatása a *Rhizopus sp.*-vel szemben, még a lyukakat is benőtte az organizmus.

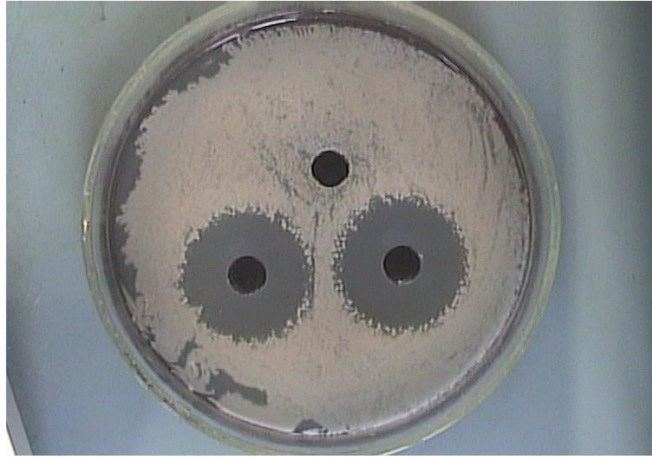


6. ábra *Rhizopus sp.* ellenállóképessége a fokhagyma porral szemben

A következő néhány ábra a kontroll mintákat szemlélteti.



7. ábra *Rhizopus sp.* pozitív és negatív kontroll

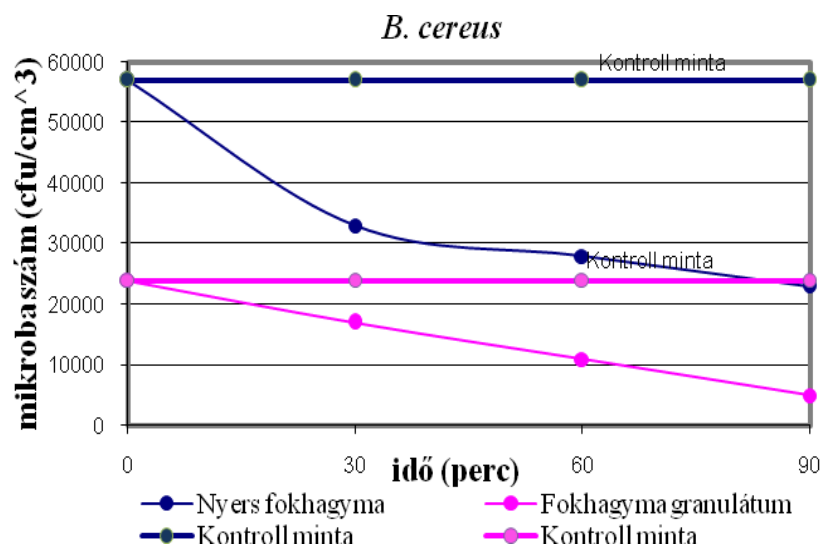


8. ábra *B. cereus* pozitív és negatív kontroll



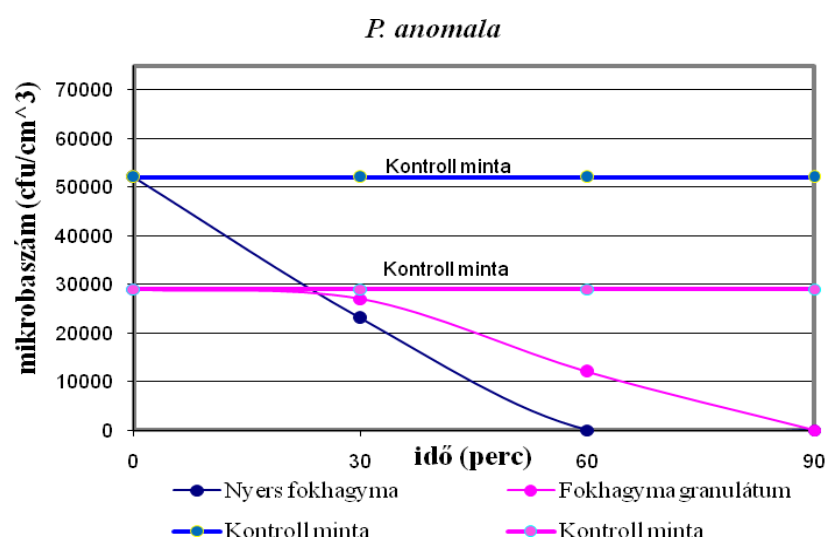
9. ábra *E. coli* pozitív és negatív kontroll

3.2. A túlélési tesztek eredményeinek értékelése:



10. ábra *B. cereus* túlélési görbéi

A túlélési görbét megkapjuk, ha a túlélési valószínűségeket a követési idő függvényében ábrázoljuk. A 10. ábra a *B. cereus* túlélési görbéit mutatja nyers fokhagyma és fokhagyma granulátum vizsgálatakor. A túlélési görbékről leolvasható, hogy a sejtszám jelentősen csökkent 30 perc elteltével, majd tovább csökkent az idő előrehaladtával, de 90 perc nem volt elég a teljes sejtpusztításához. A fokhagyma granulátum esetében is csökkent az idő függvényében a kezdeti sejtszám, de nem következett be teljes pusztulás.



11. ábra A *Pichia anomala* túlélési görbéi

A 11. ábra a *P. anomala* túlélési görbéit szemlélteti szintén nyers fokhagyma, és fokhagyma granulátum hatására. A sejtek pusztulása nagymértékű volt már 30 perc elteltével is, és 60 perc elég volt a teljes sejtpusztuláshoz. A fokhagyma granulátumnál a 30. perc végéig a sejtszám csak kisebb mértékben csökkent, de a 60. perc végére jelentős mértékű pusztulás volt megfigyelhető, olyannyira, hogy a 90. perc végére teljes sejtpusztulás következett be.

A két ábra jól szemlélteti a nyers fokhagyma és a fokhagyma granulátum baktericid és fungicid tulajdonságát. Jól kivehető, hogy a nyers fokhagyma nagyobb mértékben csökkentette a sejtszámot mindkét esetben, mint a fokhagyma granulátum. Ezenkívül jól látszik a különbség a mikroorganizmusok között is, hiszen a kezdeti sejtszámok hasonlóak voltak a baktérium és az élesztő esetén, mégis csak az élesztőnél volt elég 90 perc a teljes sejtszám elpusztításához.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat célja a nyers fokhagyma és a fokhagyma készítmények antimikrobiális hatásának összehasonlítása volt. Köztudott ugyanis, hogy a nyers fokhagyma nemcsak élelmiszer, hanem gyógyszer is, jelentős baktérium- és gombaellenes tulajdonsággal bír. Célunk volt megállapítani, hogy lehet-e helyettesíteni a nyers fokhagymát különböző készítményekkel. A készítményeket azok számára készítik, akik a friss fokhagymát annak illata, vagy íze miatt nem szívesen fogyasztják, de egészségügyi szempontból szükségük van rá.

A kísérlet során nyers fokhagymát, fokhagyma granulátumot, fokhagyma port és fokhagyma drazsét teszteltünk 9-féle mikroorganizmusra.

Az antimikrobiális hatás nagyságára a gátlási zónák nagyságából következtettünk, és nagy meglepetésre megállapítottuk, hogy a fokhagyma készítmények antimikrobiális hatása majdnem olyan nagyságú, mint a nyers fokhagymáé, bár volt olyan mikroorganizmus, a *Rhizopus sp.*, mely csak a nyers fokhagymára volt érzékeny. Az összes gátlási zóna nagyságát átlagolva a következő eredményt kaptuk:

fokhagyma drazsé (18,35mm) < fokhagyma granulátum (19,44mm) < fokhagyma por (20,74mm) < nyers fokhagyma (24,31mm)

A legjobb antimikrobiális hatással a nyers fokhagyma rendelkezett, amely semmilyen más anyagot nem tartalmaz. A következő a szárított fokhagyma, majd az egyéb anyagokat is tartalmazó granulátum és drazsé következik.

Különbséget találtunk a Gram-pozitív és a Gram-negatív baktériumokra való hatás között. Irodalmi adatokkal összevetve ez a különbség általános, és a baktérium sejtfal eltérő szerkezetével függhet össze. A Gram-negatív baktériumok esetén a gátlási zónák nagysága minden esetben sokkal szélesebb tartományba esett, mint a Gram-pozitív baktériumoknál.

Mivel a kísérleteim során az *Aspergillus niger* bizonyult a legérzékenyebbnek a fokhagymával és fokhagyma készítményekkel szemben, összevetettük az irodalmi adatokkal, méghozzá a törökországi fokhagymáéval, ahol jelentősen kisebb méretű gátlási zónák keletkeztek a vizes kivonat esetén, melynek oka lehet a fokhagyma eltérő származása.

A gátlási zóna nagyságát tehát több tényező is befolyásolja. Függ a fokhagyma származásától és összetevőitől, a mikroorganizmus tulajdonságától, illetve, hogy az extraktumot milyen oldószerrel vonták ki.

A túlélési tesztekéből megállapítható, hogy a fokhagyma nemcsak csökkenti a sejtszámot, hanem el is pusztítja a mikroorganizmusokat.

Az a feltételezés, hogy a friss fokhagymában az illékony hatóanyag koncentráció nagyobb mértékben megtalálható, mint a szárított fokhagymában, csak részben igaz, hiszen a kísérletek azt bizonyítják, hogy a fokhagyma friss állapotában sem mutatott nagyobb mértékű gátlást, mint szárított állapotban összetett élelmiszerben. A méréseim alapján pedig a nyers fokhagyma csak kismértékben bizonyult erősebb antimikrobiális anyagnak, mint a fokhagyma készítmények. Ez azt bizonyítja, hogy a szárított fokhagymában, a fokhagyma készítményekben megmarad a hatóanyagok egy része.

Összegezve a dolgozatom egyértelműen látszik, hogy a nyers fokhagyma a leginkább antimikrobiális tulajdonságú, de meglepő módon a fokhagyma készítmények is hasonlóan jó baktérium- és gombaellenes hatással bírnak, vagyis részben megőrzik a friss fokhagyma tulajdonságait. A fokhagyma készítményeknek számos előnyük, de hátrányuk is van a nyers fokhagymával szemben. Előnyük, hogy mindig ugyanannyi, és ugyanolyan minőségű anyagokat tartalmaznak, és nem az időjárástól vagy egyéb környezeti, termelési körülménytől függ, mint a friss fokhagymánál. Pontosán lehet adagolni őket, és nem okoznak kellemetlen fokhagymaszagot a bőrön vagy a szájüregben. Hátrányuk viszont, hogy a legtöbb készítmény drága, egyéb anyagokat is tartalmaznak, nincsen olyan ízük, aromájuk, és nem készíthetők belőlük finom ételek. Javaslatom, hogy aki teheti, fogyasszon friss fokhagymát minden nap, ha nem, akkor fogyasszon fokhagyma készítményeket, mert ezzel tesz az egészségéért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ádám Éva (szerk.) (2006): Mikrobiológia: gyógyszerész-és fogorvostanhallgatóknak, Semmelweis Kiadó, Budapest, 157, 393
- Anne Iburg (2007): Kis fűszerlexikon, M-érték Kft., Budapest, 24-27
- Balázs Sándor (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve, Mezőgazda kiadó, Budapest, 618
- Corzo-Martínez, M., Corzo, N., and Villiamiel, M. (2007): Biological properties of onion and garlic. *Trend sin Food Science & Technology* 18: 609-625
- Deák Tibor (szerk.) (2006): Élelmiszer-mikrobiológia, Mezőgazda kiadó, Budapest, 97-98, 123-124, 214, 277
- Durairaj, S., Srinivasan, S., and Lakshmanaperumalsamy, P. (2009): *In vitro* antibacterial activity and stability of garlic extract at different pH and temperature. *Electronic Journal of Biology* 5: 5-10
- Irkin, R., and Korukluoglu, M. (2007): Control of *Aspergillus niger* with garlic, onion and leek extracts. *African Journal of Biotechnology* 6: 384-387
- Iwalokun, B.A., Ogunledun, A., Ogbolu, D.A., Bamiro., S.B., and Jimi-Omojola J. (2004): *In vitro* antimicrobial properties of aqueous garlic extract against multidrug-resistant bacteria and *Candida* species from Nigeria. *Journal of medicinal food, J Med Food* 7: 327-333
- Kővári Sarolta (szerk) (2012): Fűszerek Kézikönyve, Alexandra Kiadó, Pécs, 18-21
- Krisch, J., Pardi, Zs., Tserennadmid, R., Papp, T., and Vágvölgyi, Cs. (2010): Antimicrobial effects of commercial herbs, spices and essential oils in minced pork. *Acta Biologica Szegediensis* 54: 131-134
- Leo Sillner (1990): Fokhagyma a gyógyító csoda, Medicina könyvkiadó, Budapest, 20-21, 30, 32-36, 39-43, 49-51, 62-65
- Lesley Bremness (1998): Fűszer-és gyógynövények, Panemax Kft., Budapest, 143
- Olga Fassatiová (1984): Penészek és fonalgombák, Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 156-157, 107-110
- Prof. Dr. Siegfried Danert (1976): Urania növényvilág, Magasabb rendű növények II., Gondolat Kiadó, Budapest, 341
- Szabó István (2002): A hagymafélék termesztése, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 47-49

Vajna László (szerk.) (1987): Növénypatogén gombák, Mezőgazdasági kiadó, Budapest,(21, 69), 278-279, (222,285)

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/10416>(Szerző: Szilágyi M. Mihály)
(2013.10.19.)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Fokhagyma> (2013.10.09.)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Fum%C3%A1rsav> (2013.10.11.)

<http://naturportal.hu/gyogynovenyek/fokhagyma> (2013.10.10.)

<http://www.balintgazda.hu/minden-heten-szuret/aprilis/fokhagyma.html>
(2013.10.10.)

<http://www.bozotmives.hu/article/Fokhagyma> (2013.10.09.)

<http://www.hazipatika.com/gyogynovenytar/fokhagyma/72> (2013.10.10.)

<http://www.health.com/health/article/0,,20428283,00.html> (2013.10.19.)

MELLÉKLETEK

1. kép A vizsgálatok során felhasznált Kotányi fokhagyma granulátum



2. kép A vizsgálatok során felhasznált Lakhsmy őrölt fokhagymapor



3. kép A vizsgálatok során felhasznált Kwai fokhagyma draszté