

**DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**ILLÓLAJOK HATÁSA ÉLELMISZERIPARBAN ELŐFORDULÓ  
MIKROORGANIZMUSOK BIOFILMKÉPZÉSÉRE ÉS SEJT-SEJT  
KÖZÖTTI KOMMUNIKÁCIÓJÁRA**

**DOKTORI ÉRTEKEZÉS**

**KEREKES ERIKA BEÁTA**

**TÉMAVEZETŐK**

**DR. KRISCH JUDIT**

EGYETEMI DOCENS

**PROF. DR. VÁGVÖLGYI CSABA**

EGYETEMI TANÁR



**BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA**

**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM**

**TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR**

**MIKROBIOLÓGIAI TANSZÉK**

**SZEGED**

**2017**

## BEVEZETÉS

Az élelmiszerbiztonság napjainkban is fontos kérdéseket vet fel, és kihívás elé állítja a gyártókat. Az óvintézkedések ellenére fennáll annak a veszélye, hogy a háztartásokba kerülő termékek szennyezettek élelmiszerromlást okozó vagy patogén mikroorganizmusokkal. Ennek kiküszöbölése elsődleges cél a kutatók és az ipar számára egyaránt. A fogyasztók körében komoly ellenérzet alakult ki a mesterséges élelmiszer adalékanyagokkal szemben, ugyanakkor a rezisztens mikroorganizmus törzsek felbukkanása egyre komolyabb gondot okoz. Egyértelmű, hogy olyan antimikrobiális szereket kell találni, amelyek nem vezetnek rezisztencia kialakuláshoz, viszont hatékonyan gátolják a mikrobák szaporodását. Mindezek mellett a termék érzékszervi tulajdonságainak megtartása, illetve javítása is cél lehet.

Az élelmiszert szennyező baktériumok is gyakran hoznak létre biofilmeket az élelmiszerek, vagy az ipari berendezések felületén. A baktérium közösségnek a biofilmbe szerveződés fokozott védelmet jelent a kedvezőtlen körülményekkel szemben így lehetővé válik a tápanyagok jobb elérhetősége. A szabadon úszó (planktonikus) sejtekhez képest, ezek a közösségek fokozott ellenállást mutatnak fertőtlenítőszerekkel és antibiotikumokkal szemben. A biofilmet alkotó sejtek közötti kommunikációt a *quorum sensing* (QS) mechanizmus biztosítja. A QS, a virulencia-faktorok szintézise, az extracelluláris poliszacharidok termelése és a mikrobiális biofilm képzése mellett szabályozza a baktériumok patogenitását is, ezért a folyamat működésének pontos megértése és esetleges gátlása nagyon fontos.

Munkánk fő célja néhány kiválasztott növényi illóolaj és fő összetevőik biofilm-ellenes és anti-QS hatásának vizsgálata élelmiszerromlást okozó, illetve patogén mikroorganizmusok esetében. Céljaink közé tartozott a hatékony illóolajok valódi élelmiszerekben tartósítószerként történő tesztelése is.

## **CÉLKITŰZÉSEK**

1. Illóolajok és fő komponenseik élelmiszerrontó illetve kórokozó mikroorganizmusokra gyakorolt hatása: az antimikrobiális gátló hatás és a biofilmképzés gátlásának vizsgálata.
2. A QS mechanizmus jelmolekuláinak kimutatása élelmiszerekről izolált törzsekből. Illóolajok és fő komponenseik hatása a QS mechanizmusra.
3. Illóolajok felhasználhatóságának vizsgálata élelmiszerek (hús, gyümölcs, zöldség, gyümölcslé) mikrobiális romlásának megelőzésére.

## ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

**Felhasznált, élelmiszeriparban előforduló mikroorganizmusok:** *Bacillus subtilis*; *B. cereus* var *mycooides*; *Escherichia coli*; *Pseudomonas putida*; *P. fluorescens*; *Staphylococcus aureus*; *Listeria monocytogenes*; *Pichia anomala*; *Debaryomyces hansenii*; *Saccharomyces cerevisiae*

**Bioszenzor törzsek:** *Chromobacterium violaceum* 85WT és CV026; *Serratia marcescens*; *Rhizobium radiobacter* NTL4 (pZRL4); *Escherichia coli* JM 109 pSB401; *E. coli* JM 109 pSB535; *E. coli* JM 109 pSB1075.

### Felhasznált illóolajok és fő komponenseik

Illóolaj	Boróka	Citrom	Fahéj	Kakukkfű	Majoránna	Muskotályzsálya
Származás	<i>Juniperus communis</i>	<i>Citrus lemon</i>	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Origanum majorana</i>	<i>Salvia sclarea</i>
Komponens	$\alpha$ -pinén	limonén	transz-fahéjaldehid	timol	terpinén-4-ol	linalool

### DNS alapú technikák alkalmazása élelmiszerről izolált baktériumok meghatározására

- Genomi DNS tisztítás
- Agaróz gélelektroforézis
- Polimeráz láncreakció
- DNS szakaszok szekvenálása, szekvenciák elemzése
- Nukleotid szekvenciák analízise (BLAST)

### Illóolajok antimikrobiális és a biofilmképzést gátló hatásának vizsgálata

- Mikrohígításos módszer
- Biofilmképzés meghatározása kristályibolyás festéssel

### Mikroszkópos technikák

- Pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvételek

### **A QS folyamat vizsgálata**

- Élelmiszer eredetű izolátumok által termelt QS jelmolekulák jelenlétének kimutatása bioszenzor törzsekkel
- QS gátlás kimutatása papírkorong diffúziós módszerrel
- Pigmenttermelés gátlása folyadéktenyészetekben
- Összefüggés keresése a QS szabályozás és biofilmképzés között

### **Illóolajok hatása élelmiszereken**

- Szabványos élelmiszer vizsgálati módszerek
- Illóolajos páclevek és illóolajos gőztér hatásának vizsgálata
- Érzékszervi vizsgálatok

## EREDMÉNYEK

### 1. A tesztelt illóolajok és komponensek mindegyike rendelkezett jó antimikrobiális és biofilmképzést gátló hatással.

Élelmiszerekből izolált baktériumoknál 27 esetben végeztük el a fajszintű meghatározást. Az illóolajok és komponenseik hatását teszteltük laboratóriumi típus törzseken és a húsokról izolált *Pantoea agglomerans* opportunista patogén és a húsok romlását okozó *Kurthia gibsonii* baktériumok esetében is.

Általánosságban, a laboratóriumi törzsek és az izolátumok esetében a fahéj és kakukkfű illóolajok és ezek fő komponensei mutattak alacsony MIC (<1, illetve <2 mg/ml) értékeket. A citrom és boróka gyengébb antimikrobiális hatással rendelkeztek. Az egyik gyártási tételben a majoránna és kakukkfű összetétele megváltozott, a fő összetevők elő anyagainak felszaporodása következtében. Ezeknél az illóolajoknál az eredeti összetételű olajokhoz képest általában nőtt a MIC értéke.

A G-pozitív típus törzsek és az élelmiszer eredetű izolátumok biofilm képzését a leghatékonyabban a fahéj és fahéjaldehid gátolta, kevésbé hatásosnak pedig a citrom és a boróka, illetve a majoránna és a terpinén-4-ol bizonyultak. Kevert tenyészeteknél a *Listeria* + *E. coli* esetében a kontroll mintákban a *Listeria* hat nagyságrenddel túlnőtte az *E. coli*-t. Illóolajok hozzáadásával, gátoltuk a *Listeria* szaporodását, a sejtszámbeli eltérés csökkenni kezdett. A *Listeria* + *Staphylococcus* kevert közösség esetében a két baktérium erős biofilmet hozott létre, csak magas koncentrációjú olajok gátolták képződésüket. A megváltozott összetétel következtében a majoránna és kakukkfű illóolajok gyengébb anti-biofilm hatást mutattak.

Pásztázó elektronmikroszkópos felvételekkel igazoltuk a vizsgált illóolajok sejtfalat roncsoló hatását egyfajos és kevert biofilmek képzése esetében.

### 2. Kimutattuk QS jelmolekulák jelenlétét élelmiszerekről izolált törzsek esetében. Az illóolajok és fő komponenseik hatékony QS-gátlóknak bizonyultak.

Hosszú szénláncú AHL jelmolekulákat mutattunk ki csirkemellről, paprikáról, retekről és csomagolt salátáról izolált törzsek esetében, míg a kacsamellekről és egy, csírákeverékről izolált törzseknél inkább rövid szénláncú jelmolekulákat detektáltunk. Az izolátumok egyikénél sem tudtuk kimutatni az AI-2 jelenlétét.

A papírkorong diffúziós módszerrel a citrom és fő komponense kivételével mindegyik hatóanyag gátolta a *C. violaceum* QS rendszerét. Ezzel ellentétben a *S. marcescens* esetében csak a fahéj és muskotályzsálya gátolták a folyamatot. Folyadéktenyészetekhez hozzáadva, az olajok már µg/ml-es koncentrációkban is csökkentették a pigmenttermelést.

Összefüggést találtunk a *C. violaceum* biofilmképzése és QS gátlás között, ugyanis az illóolajok csökkentették a QS vezérelt pigmenttermelést és ezzel párhuzamosan a biofilmképzést is. A QS befolyásolhatta a biofilmeket kialakító sejtek letapadását is, ezt legjobban a fahéj és komponense által okozott változások támasztják alá.

### **3. Sikerült gátolni a *L. monocytogenes* biofilmek kialakulását csirkehúson. Illóolajok hozzáadásával növeltük a földieper, koktélpáradicsom és szőlőlé eltarthatóságát.**

Illóolajos pácolást követően, a kakukkfű és timol gátolták a *L. monocytogenes* biofilmek kialakulását csirkehús felületén, és kellemes, fűszeres ízt adtak, amely harmonizált a hús íz világával.

A citrom illóolajos gőztér növelte az eprek eltarthatóságát, 1-2 nappal később jelentkezett a romlás a kontroll mintákhoz képest.

Koktélpáradicsomok esetében a kontrollhoz képest 4-8 nappal később jelentkeztek a fertőzés. Ízüket tekintve, a jellegzetes íz mellett, enyhén fűszeres aromát tapasztaltunk, amelyet kellemesnek ítélték az érzékszervi bírálók.

A citrom illóolaj esetében magasabb, míg a fahéjénál alacsonyabb MIC értékeket figyelhetünk meg 100% szőlőlevelekben, mint malátás tápoldatban. Az enyhe hőkezelés minden esetben megnövelte az illóolajok hatékonyságát.

## ÖSSZEFOGLALÁS

1. Élelmiszerekről izolált törzsek esetében hetet fajszinten, húsz törzset nemzetség szintjén tudtunk meghatározni.
2. Kimutattuk, hogy a tesztelt illóolajok és komponensek jó antimikrobiális hatással rendelkeztek. A megváltozott összetétel következtében a majoránna és kakukkfű illóolajok antimikrobiális hatása csökkent.
3. Kimutattuk, hogy a tesztelt illóolajok és komponensek hatékonyan gátolták baktériumok és élesztőgombák biofilmképzését. A megváltozott összetételű majoránna és kakukkfű illóolajok gyengébb hatást mutatott ebben a tekintetben
4. Igazoltuk a vizsgált illóolajok roncsoló hatását biofilmek esetében.
5. Kimutattuk hosszú illetve rövid szénláncú *quorum sensing* jelmolekulák jelenlétét az élelmiszerekről izolált törzsek esetében.
6. A tesztelt illóolajok és fő komponenseik jó anti-*quorum sensing* hatással bírtak.
7. Összefüggést találtunk a biofilmképzés és QS gátlás között.
8. Gátoltuk a *Listeria monocytogenes* biofilmek kialakulását illóolajokkal és összetevőkkel pácolt csirkemellen. A kakukkfű és fő komponense, a timol, az antimikrobiális hatás mellett, fűszeres ízt is kölcsönöztek a húsoknak.
9. Illóolajos gőztér segítségével növeltük friss földieprek eltarthatóságát.
10. Kakukkfű illóolajos gőztér segítségével növeltük koktél paradicsomok eltarthatóságát.
11. Citrom és fahéj illóolajok segítségével növeltük szőlőlevelek eltarthatósági idejét.



## AZ ÉRTEKEZÉS ALAPJÁT KÉPEZŐ PUBLIKÁCIÓK

### Referált folyóiratban megjelent publikációk:

**Kerekes E.B.**, Deák É., Takó M., Tserennadmid R., Petkovits T., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Anti-biofilm forming and anti-quorum sensing activity of selected essential oils and their main components on food-related micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology* 115:(4) pp. 933-942.

**Impakt faktor: 2,386**

**E.B. Kerekes**, A. Vidács, J. Jenei Török, Cs. Gömöri, T. Petkovits, M. Chandrasekaran, S. Kadaikunnan, N. S Alharbi, Cs. Vágvölgyi, J. Krisch (2016) Anti-listerial effect of selected essential oils and thymol. *Acta Biologica Hungarica* 67:(3) pp. 333-343.

**Impakt faktor: 0,605**

### A dolgozat témájához kapcsolódó konferencia összefoglalók:

**Kerekes E.B.**, Virág M., Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2011) Effect of essential oils and their main components on biofilm forming ability of food-related microorganisms. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 58: p. 165.

**Kerekes E.B.**, Grózer Zs., Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2012) Illóolajok és fő komponenseik hatása az élelmiszer-romlást okozó *Pichia anomala* élesztő biofilmképző képességére - Effect of essential oils and their main components on biofilm forming ability of the food spoilage yeast *Pichia anomala*. *Mikológiai Közlemények-Clusiana* 51:(1) pp. 138-139.

**Kerekes E.B.**, Takó M., Krisch J., Vágvölgyi Cs. (2012) Effect of essential oils and their main components on biofilm forming ability of the food spoilage yeast *Pichia anomala*. In: Gácsér A, Pfeiffer I, Vágvölgyi C, Nagy K (szerk.) *Biology of pathogenic fungi: 3rd Central European Summer Course on Mycology*. p. 45.

**Kerekes E. B.**, Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Illóolajok és komponenseik hatása a sejt-sejt kommunikációra (quorum sensing) és élelmiszerromlást okozó baktériumok biofilm képzésére. In: Bacskainé Bódi Éva, Fekete István, Kovács Béla (szerk.). *Fiatal kutatók az egészséges élelmiszerért: Tudományos ülés*. pp. 122-128.

**Kerekes E.B.**, Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Effect of cinnamon and thyme essential oils and their major components on the formation of bacterial and yeast biofilms. In: Dalmadi I, Engelhardt T, Bogó-Tóth Zs, Baranyai L, Bús-Pap J, Mohácsi-Farkas Cs (szerk.) *Food Science Conference 2013 - With research for the success of Darányi Program: Book of proceedings*. pp. 418-421.

**Kerekes E.B.**, Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Effect of four essential oils and their main components on bacterial and yeast biofilm formation. In: Škrbić B (szerk.) *15th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregion Conference on Environment and Health with satellite*

event LACREMED Conference "Sustainable agricultural production: restoration of agricultural soil quality by remediation": Book of Abstracts. p. 109.

**Kerekes E.B.**, Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Effect of four essential oils and their main components on bacterial and yeast biofilm formation. In: Škrbić B (szerk.) Proceedings.15th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregion Conference on Environment and Health with satellite event LACREMED Conference "Sustainable agricultural production: restoration of agricultural soil quality by remediation". pp. 251-254.

**Kerekes E.B.**, Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Effect of essential oils and their main components on the formation of *Listeria monocytogenes* biofilms. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 60:(S). pp. 158-159.

**Kerekes E.B.** (2013) Illóolajok hatása bakterialis és élesztő biofilmképzésre és kapcsolat a quorum sensing (QS) mechanizmussal. In: Kredics L, Hamari Z, Kocsubé S, Manczinger B, Pfeiffer I, Takó M, Vágvölgyi C (szerk.) XXXI. OTDK Biológia szekció – Program és Összefoglalók. p. 300.

Krisch J., **Kerekes E.B.**, Deák É., Vidács A., Vágvölgyi Cs. (2013) Anti-biofilm forming and disinfectant effect of selected essential oils against mono- and mixed-culture bacterial biofilms. In: FEMS 2013 5th Congress of European Microbiologists. Paper 1077. p. 1.

**Kerekes E.B.**, Gömöri C., Nacsa-Farkas E., Vágvölgyi C., Krisch J. (2014) Antifungal activity of selected essential oils on food-spoilage *Aspergillus* species. In: A Magyar Mikrobiológiai Társaság 2014. évi Nagygyűlése és EU FP7 PROMISE Regional Meeting: Absztraktfüzet. p. 29.

A. Vidács, Cs. Vágvölgyi, **E.B. Kerekes**, J. Krisch. (2015) Inhibition of bacterial attachment and biofilm formation on food industry surfaces using essential oils. In: Baser K Hüsnü Can, Demirci, Fatih, Iscan, Gökalp (szerk.) Natural volatiles & essential oils: 46th International Symposium on Essential Oils. p. 143.

**E.B. Kerekes**, M. Iacob, J. Papp, V. Kósa, Cs. Vágvölgyi, J. Krisch. (2015) Cinnamon and thyme essential oils and their major components as anti-quorum sensing and anti-biofilm forming agents. In: Baser K Hüsnü Can, Demirci, Fatih, Iscan, Gökalp (szerk.) Natural volatiles & essential oils: 46th International Symposium on Essential Oils. p. 47.

**Kerekes E.B.**, Chandrasekaran M., Kadaikunnan S., Alharbi N., Vágvölgyi C., Krisch J. (2015) Anti-biofilm forming effect of essential oils on *Listeria monocytogenes* in mono- and mixed cultures. In: 6th Congress of European Microbiologists (FEMS 2015). Paper FEMS-1013.

**Kerekes E.B.**, Chandrasekaran M., Kadaikunnan S., Alharbi N. S., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2015) Essential oils as natural preservatives: inhibition of bacterial biofilm formation and quorum sensing. In: (Department of Public Health Faculty of Medicine University of Szeged) (szerk.) 17th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Program and Abstracts. p. 23.

**Kerekes E.B.**, Vidács A., Vágvölgyi C., Krisch J. (2015) Mixed culture biofilms: inhibition with essential oils and their main components. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 62:(S2) p. 163.

**Kerekes E.B.**, Vidács A., Török Jenei J., Gömöri C., Takó M., Chandrasekaran M., Kadaikunnan S., Alharbi N.S., Krisch J., Vágvölgyi C. (2015) Essential oils against bacterial biofilm formation and quorum sensing of food-borne pathogens and spoilage microorganisms. In: Méndez-Vilas A (szerk.) *The Battle Against Microbial Pathogens: Basic Science, Technological Advances and Educational Programs*. Badajoz: Formatex Research Center pp. 429-437. (Microbiology Book Series; 5.) Volume 1.

**Kerekes E.B.** (2015) Effect of essential oils and their main components on biofilm formation and quorum sensing of food-related microorganisms. *Acta Biologica Szegediensis* 59:(1) Dissertation summaries. p. 94.

**Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2015) Élelmiszerek eltarthatósági idejének növelése illóolajok, mint természetes hatóanyagok felhasználásával. In: Gelencsér Éva, Horváth Zoltánné (szerk.) *Aktualitások a táplálkozástudományi kutatásokban* című V. PhD Konferencia összefoglalói. p. 35.

Vidács A., **Kerekes E.B.**, Krisch J., Vágvölgyi C. (2015) Antibacterial effect of essential oil combinations. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 62:(S2). p. 239.

Berta M., Molnár I., Kecskeméti A., **Kerekes E.B.**, Nacsa-Farkas E., Kocsubé S., Bencsik O., Rakk D., Szekeres A., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Effect of cinnamon and clove essential oil vapors on walnut kernels. In: Škrbić B (szerk.) *18th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Book of abstracts*. p. 83.

**Kerekes E.B.**, Kósa V., Vidács A., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Effect of selected essential oils and their componentst on *Debaryomyces hansenii* biofilm formation. In: Gábor Keszthelyi-Szabó, Cecília Hodúr, Judit Krisch (szerk.) *International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research (ICoSTAF'16): Book of Abstracts*. p. 28.

**Kerekes E.B.**, Kósa V., Vidács A., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Effect of selected essential oils and their componentst on *Debaryomyces hansenii* biofilm formation. In: *International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research (ICoSTAF'16): Proceedings*. p. 5.

**Kerekes E.B.**, Vidács A., Gömöri Cs., Takó M., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Essential oils as new alternatives for food preservation. In: Mrša V, Teparić R, Kifer D (szerk.) *Power of Microbes in Industry and Environment 2016: Programme and abstracts*. p. 44.

## Egyéb publikációk:

Cs. Gömöri, E. Nacsa-Farkas, **E.B. Kerekes**, S. Kocsubé, Cs. Vágvölgyi, J. Krisch. (2013) Evaluation of five essential oils for the control of food-spoilage and mycotoxin producing fungi. *Acta Biologica Szegediensis* 57:(2) pp. 113-116.

Kotogán A., **Kerekes E.B.**, Papp T., Vágvölgyi Cs., Takó M. (2013) Wheat bran as substrate for production of lipase enzymes by *Mucoromycotina* fungi. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 60:(S) pp. 160-161.

Nacsa-Farkas E., Pauliuc I., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2013) Antifungal potential of birthwort and sweet clover extracts. In: Škrbić B (szerk.) 15th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregion Conference on Environment and Health with satellite event LACREMED Conference "Sustainable agricultural production: restoration of agricultural soil quality by remediation": Book of Abstracts. p. 72.

Takó M., Kotogán A., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Papp T. (2013) Catalysis of synthetic reactions in non-aqueous conditions by lipase enzymes from *Mucoromycotina* fungi. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 60:(S). pp. 246-247.

Gömöri Cs., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Kocsubé S., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2014) Evaluation of five essential oils for the control of food-spoilage and mycotoxin producing fungi. In: Gábor Keszthelyi-Szabó, Cecilia Hodúr, Judit Krisch (szerk.) ICoSTAF'14: International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research. p. 24.

Krisch J., Bencsik O., Keller E., **Kerekes E.B.**, Szekeres A., Vágvölgyi Cs. (2014) Antibacterial and anti-biofilm forming capacity of ophiobolin-A produced by Bipolaris species. In: Méndez-Vilas A (szerk.) III International Conference on Antimicrobial Research - ICAR2014: Book of Abstracts. p. 46.

Nacsa-Farkas E., Kerekes E., **Kerekes E.B.**, Krisch J., Roxana P., Vlad D.C., Ivan P., Vágvölgyi C. (2014) Antifungal effect of selected European herbs against *Candida albicans* and emerging pathogenic non-*albicans* *Candida* species. *Acta Biologica Szegediensis* 58:(1). pp. 61-64.

Gömöri C., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi C., Krisch J. (2015) Evaluation of cinnamon and marjoram essential oils for the control of mycotoxigenic fusarium species. In: 6th Congress of European Microbiologists (FEMS 2015). Paper FEMS-3058.

Gömöri Cs., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2015) Reduction of growth and mycotoxin production of food-spoilage and mycotoxin producing fungi using essential oils. In: (Department of Public Health Faculty of Medicine University of Szeged) (szerk.) 17th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Program and Abstracts. p. 48

Gömöri Cs., **Kerekes E.B.**, Farkas-Nacsa E., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2015) Mikotoxin termelő gombák fejlődésének és toxin termelésének csökkentése természetes hatóanyagokkal.

In: Gelencsér Éva, Horváth Zoltánné (szerk.) Aktualitások a táplálkozástudományi kutatásokban című V. PhD Konferencia összefoglalói. p. 34.

Kotogán A., **Kerekes E.B.**, Babos G., Krisch J., Papp T., Chandrasekaran M., Kadaikunnan S., Alharbi N.S., Vágvölgyi C., Takó M. (2015) Bioconversion of oilseed residues by *Rhizomucor miehei* for production of phenolic antioxidants. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 62:(S2). pp. 167-168.

Nacsa-Farkas E., Kerekes E., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2015) Antibacterial effect of *Allium ursinum* leaf extracts before and after flowering. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 62:(Suppl 1). pp. 67-68.

Gömöri Cs., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Bencsik O., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Effect of cinnamon essential oil against aflatoxin production of *Aspergillus parasiticus*. In: Gábor Keszthelyi-Szabó, Cecília Hodúr, Judit Krisch (szerk.) International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research (ICoSTAF'16): Book of Abstracts. p. 24.

Gömöri Cs., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Vidács A., Bencsik O., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2016) Effect of cinnamon essential oil against aflatoxin production of *Aspergillus parasiticus*. In: International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research (ICoSTAF'16): Proceedings. p. 5

Takó M., Zambrano C., Kotogán A., **Kerekes E.B.**, Krisch J., Papp T., Vágvölgyi Cs. (2016) Antimicrobial effect of antioxidative extracts obtained after solid-state bioprocessing of oilseed residues using the zygomycete *Rhizomucor miehei*. In: Mrša V, Teparić R, Kifer D (szerk.) Power of Microbes in Industry and Environment: Programme and abstracts. p. 66.

Gömöri Cs., Nacsa-Farkas E., **Kerekes E.B.**, Vidács A., Barna Zs., Róka E., Mészáros Basics B., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2017) Water risk assesment - Legionella control in Hungary - results and experiences in our days. In: (Department of Public Health Faculty of Medicine University of Szeged) (szerk.) 19th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Program and abstracts. p. 18.

**Kerekes E.B.**, Vidács A., Takó M., Hargitai F., Komáromi L., Vágvölgyi Cs., Krisch J. (2017) Bacterial communication (quorum sensing) – impact on environment and health. In: [Department of Public Health Faculty of Medicine University of Szeged] (szerk.) 19th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Program and abstracts. p. 20.

Zambrano C., Kotogán A., **Kerekes E.B.**, Vágvölgyi Cs., Krisch J., Takó M. (2017) Effect of carbohydrate hydrolyzing enzyme treatment on the antioxidant and antimicrobial activity of fruit pomace extracts. In: (Department of Public Health Faculty of Medicine University of Szeged) (szerk.) 19th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health: Program and abstracts. p. 34.

**Összesített impakt faktor: 2,991**