



ÉLELMISZER-ALKOTÓK KÉMIAJA

Kiskó Gabriella

■ SZIE ÉTK Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék | kisko.gabriella@etk.szic.hu

Természetes antimikrobás vegyületek alkalmazása az élelmiszer-biztonság és -minőség fokozására

A Szent István Egyetem Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszékének kutatási témái között az egyik jelentős terület a természetes antimikrobás vegyületek különböző célú alkalmazhatóságának vizsgálata. E tevékenységünk néhány eredményét mutatjuk be.

Az utóbbi évtizedekben a fogyasztók igényei és elvárásai megnöttek a magas tápértékű, kevésbé feldolgozott, természetes, friss termékek iránt. Ezért az élelmiszeripari szakembereknek új technológiákat kell kifejlesztenie az új fogyasztói elvárások kielégítésére amellet, hogy a mikrobiológiai alkalmasság követelménye is teljesül (a termékek továbbra is biztonságosak maradjanak). Így megkezdődtek a kutatások olyan alternatív, társadalomilag is elfogadható, természetes eredetű tartósítószerre iránt, melyek hatékonyan gátolják/pusztítják a romlást okozó mikroorganizmusok mellett az élelmiszerpatogén mikroorganizmusokat is. Az említett okokból egyre jobban növekedett az igény a természetes antimikrobás anyagok alkalmazására is.

Természetes antimikrobás anyagoknak tekinthetők azok a vegyületek, melyek szintézise természetes eredetű, és kis koncentrációban, gyakran szelektíven gátolják egy-egy mikroorganizmuscsoport élettevékenységét.

Az antimikrobás anyagok közé tartoznak a mikrobák által előállított vegyületek, valamint az állati és növényi eredetű, antimikrobás hatással rendelkező anyagok. Felhasználásuk sok esetben nehéz, hiszen hatásukat sok tényező befolyásolhatja, és még ha egy vegyület jó antimikrobás hatással rendelkezik is, nem biztos, hogy a laboratóriumi körülmények közötti aktivitása ipari körülmények között is érvényesül.

Hatásukat a kórokozók életfolyamatainak gátlásával fejtik ki, melynek eredményeként sejtpusztulást, cidikus hatást válthatnak ki (pl. sztreptomycin, lizozim); sztatikus hatással megszüntethetik a gátolni kívánt mikrobák szaporodását (pl. mikonozol, benzoesav); vagy a sejtek szétesését okozhatják, vagyis litikus hatást váltanak ki (pl. penicillin, plantaricin). Hatásmechanizmusukat tekintve sokfélék lehetnek, például megváltoztatják a sejtmem-

rán áteresztőképességét, ami a sejt pusztulásához, lízishez vezethet, vagy megváltoztathatják a citoplazma belső pH-értékét meggátolva a mikroba szaporodását és más anyagcsere-folyamatait.

Beszélhetünk szűk spektrumú antimikrobás anyagokról, melyek egy mikrobacsoport vagy egy adott kórokozó ellen hatékonyak, mint például a nizin, ami kifejezetten a Gram-pozitív baktériumok ellen hatásos. Széles hatásspektrummal rendelkeznek azok az anyagok, amik nagyobb csoportok ellen is bevethetők, mint a natamycin, ami mind az élesztő-, mind a penészgombák-
kal szemben hatékony.

Az antimikrobás anyagok működését sok tényező befolyásolhatja, például a tárolás módja és ideje, a hőmérsékleti és fényviszonyok, pH, részecskeméret, más anyagok jelenléte. Például illóolajok esetében kimutatták, hogy a magas zsír- és fehérjetartalom csökkenti a hatékonyságukat [1].

Több, akár különböző hatásmechanizmusú antimikrobás anyag együtt is alkalmazható, valamint más mikrobaellenes hatásokkal kombinálható. Ezen kombinációk alkalmazáskor az additív, valamint az egymást erősítő, szinergens hatás mellett akár antagonista hatás is felléphet. Hatásukat befolyásolják bizonyos élelmiszer-összetevők is, ezért alkalmazásukkor egyedileg vizsgálni kell ezeket a befolyásoló tényezőket. Élelmiszerekben történő felhasználáskor külön hangsúlyt kell fektetni az élelmiszer érzékszervi tulajdonságaira gyakorolt hatásokra is.

Mikrobás eredetű antimikrobás anyagok alkalmazása

Az élelmiszeriparban gyakorta alkalmazott mikrobás eredetű antimikrobás anyagok a bakteriocinek. Legismertebb képviselőjük a nizin (a *Lactococcus lactis* által termelt bakteriocin). A nizin mellett sok más bakteriocinnel a legtöbb vegetatív Gram-pozitív baktériumot, köztük számos patogént gátol bizonyos mértékig, illetve az endospórákra is hatással van (gátolja a spóra csí-



rázását) [2]. A Gram-pozitív patogének közül elsősorban a *Listeria monocytogenes* érzékeny rá [3, 4].

A tejsavbaktériumok bakteriocintermelése és természetes tartósítószerként történő alkalmazása jól ismert [5]. A bakteriocinek alkalmazhatóságát az élelmiszer-biztonság növelésére különböző élelmiszer-mátrixokban számos alkalommal bizonyították. Az ipar számára azok a törzsek alkalmazhatók, melyek bakteriocintermelése változó (akár kedvezőtlen) körülmények között is stabil marad. A szakirodalomban gyakran beszámolnak a bakteriumtermelő törzsek élelmiszer-mátrixokban való alkalmazásakor a bakteriocintermelés csökkenéséről [6]. A jelenség megértéséhez *Pediococcus acidilactici* HA-6111-2 és *Lactobacillus plantarum* ST202Ch *L. monocytogenes*re és nem patogén *Listeria innocua*ra gyakorolt gátló hatását tanulmányoztuk laboratóriumi tenyészközegben, ellenőrzött stressz-körülmények között [7]. Elsőként a két vizsgált tejsavbaktérium antiliszteriás hatékonyságát teszteltük. Mindkét tejsavbaktérium hatékonyan gátolta a vizsgálatba bevont *Listeria* fajokat (*L. monocytogenes* 1486/1 törzs és *L. innocua* NCTC 11288 törzs). A bakteriocintermelő aktivitás kissé csökkent különböző hőmérsékletek és pH hatására. A *P. acidilactici* nem mutatott növekedést kis pH-értéken, azonban PA-1 bakteriocint képes volt termelni kisebb mennyiségben. Alkalikus (pH = 8,5) környezetben adaptációja volt megfigyelhető körülbelül 28 órás tenyésztést követően (1. ábra). Alacsony hőmérsékleten (10 °C) a *P. acidilactici* regenerálódni nem tudott, de kis mennyiségű bakteriocint képes volt termelni. A sejtek sérülése volt megfigyelhető 50 °C hőmérsékleten, azonban kis mennyiségű bakteriocin jelen volt 40 órán keresztül. A *Lb. plantarum* kis pH-érték mellett kismértékben szaporodott és képzett bakteriocint. A *Lb. plantarum* savas környezethez való adaptálódása aminok akkumulálásával történhet, mellyel kiegyenlíti a savas környezetet [8]. Lúgos kémhatás esetén az *Lb. plantarum* meghosszabbodott lag fázisa volt megfigyelhető, melynek következtében a nagyobb bakteriocinaktivitás később jelentkezett. Alacsony hőmérséklet mellett az *Lb. plantarum* sejtszáma kissé emelkedett 20 óra inkubálás után, de nem volt képes megfelelő mennyiségű bakteriocint termelni. A csökkent bakteriocintermelés azzal magyarázható, hogy hideg hatására megváltozik a sejtekben levő RNS és DNS másodlagos szerkezete, ami a transz-

láció hatékonyságát befolyásolja, ezáltal az *Lb. plantarum* nem volt képes a riboszomális szintetizált bakteriocin termelésére. Ezzel ellentétben az *Lb. plantarum* kevésbé volt érzékeny a hő-sokkra.

Az eredmények tehát azt mutatták, hogy a *P. acidilactici* és az *Lb. plantarum* mérsékelt antiliszteriás aktivitást mutat stressz-körülmények között, és antiliszteriás aktivitásuk függ a vizsgált stressz-körülményektől. A vizsgálatok alapján nyert eredmények fontos információt nyújtanak a húsipar számára, amikor lehetséges bioprotektív starter-kultúrák felhasználásról döntenek.

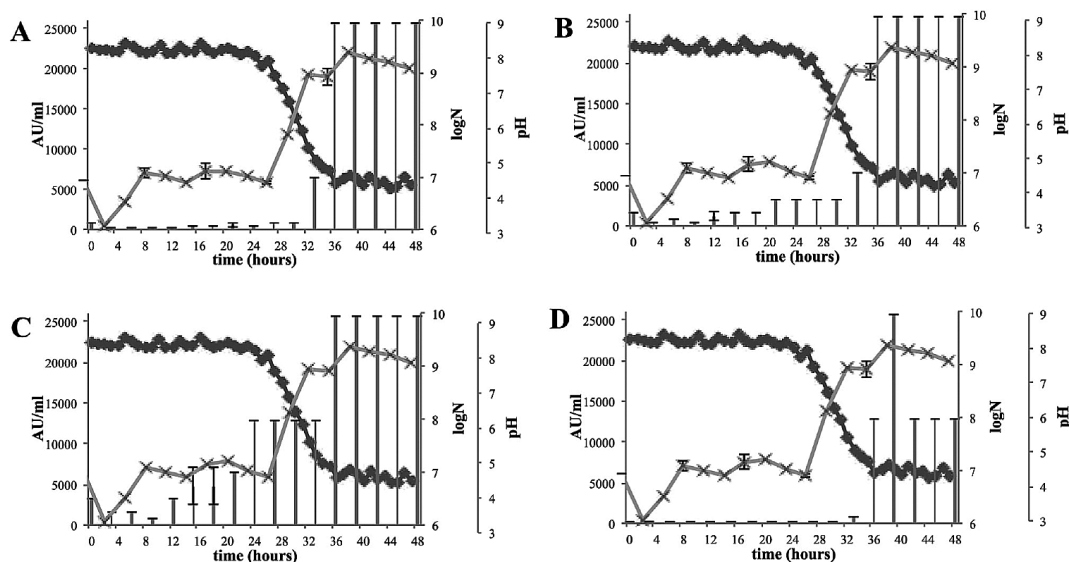
Növényi eredetű antimikrobás anyagok alkalmazása

Annak ellenére, hogy több mint 1300 növénynek van valamilyen potenciális antimikrobás hatóanyaga [9], e komponensek élelmiszeripari alkalmazása még nincs eléggé kiaknázva.

A növényi eredetű antimikrobás anyagok között az egyik leggyakrabban vizsgált csoport az illóolajok, melyek illékony vegyületek, leginkább terpének és azok oxidált származékainak keverékei. Kínában már a régmúltban hasznosították gyógyító hatásukat különböző járványok kitörésekor. Az egyiptomiak a holtak bebalzsamozása során, ha nem is tudatosan, de kihasználták baktériumölő és konzerváló hatásukat [10, 11]. Az 1880-as években Charles Chamberland fahéjból, szegfűszegből és szurokfűből kivont illóolajok hatását vizsgálta *Bacillus anthracis*, a lépfene kórokozójával szemben [12].

Ma már jól ismert, hogy ezek a növényi kivonatok antimikrobás tulajdonságokkal rendelkeznek [13, 14]. Az illóolajok természetes tartósítószerként történő alkalmazását nagymértékben gátolja a hatékony antimikrobás koncentrációtartományban fellépő erős organoleptikus hatásuk. Antimikrobás hatásuk lényege, hogy megváltoztatják a membránok szerkezeti és funkcionális tulajdonságait [9], például megváltoztatják a mikrobasejtek membránjának permeabilitását, befolyásolják anyagcsere-folyamataikat, így az ionháztartás felborul, a sejtben található ionok, ATP, nukleinsavak és aminosavak kiáramlanak, és kiürülnek a sejt ATP-készletei [15, 16]. Alacsony koncentrációban az illóolaj aktív komponensei az energiatermeléssel kapcsolatos folyama-

1. ábra. A *P. acidilactici* által termelt semlegesített sejtmentes felülúszó antiliszteriás aktivitása MRS tápközegben (pH=8,5) 30 °C-on, a *Listeria* spp. indikátor-törzsekkel (*L. monocytogenes* 1486/1 (A), *L. monocytogenes* 1604/2 (B), *L. monocytogenes* 971 (C), *L. innocua* NCTC 11288 (D)) szemben [7]





tokhoz köthető enzimeket gátolják, míg magasabb koncentrációban kicsapják a fehérjét. Ezen túl képesek a mikroorganizmusok életfolyamatait befolyásolni. Penészgombák esetében a leggyakrabban a konídiumok és a spórák csírázóképeségét befolyásolják [11], vagy gátolják a csírázáshoz szükséges aminosavak szintézisét [17]. Baktériumok esetében a Gram-pozitív baktériumok érzékenyebbek az illóolajok antimikrobás hatásával szemben, mint a Gram-negatívok, mert a Gram-negatívok sejtfalának külső membránján az illóolajok aktív komponensei nehezebben jutnak át [18].

Az illóolajok sajnálatos jellemzője, hogy laboratóriumi körülmények között gyakran sokkal nagyobb mikrobagátlást mutatnak, mint valódi élelmiszerekben [19]. A kutatások célja ezért sok esetben annak az illóolaj-koncentrációnak a meghatározása, amely élelmiszer-biztonsági szempontból megfelelő antimikrobás hatású, viszont nem változtatja meg az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságait a fogyasztó számára elfogadhatatlan módon.

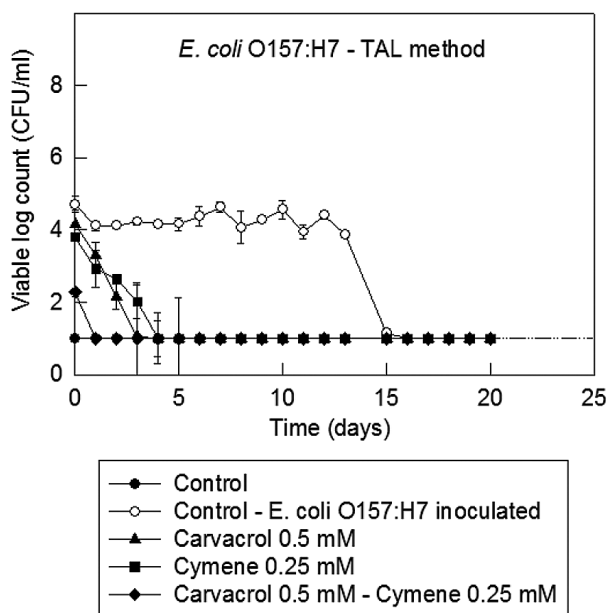
Az INCO-COPERNICUS (EU IC 15 CT97-1000 „Plantchem”) projekt keretében illóolajok nagy hidrosztatikus nyomáskezeléssel (HHP) kombinált felhasználhatóságát vizsgáltuk növényi élelmiszer-alapanyagok tartósítására [20]. A hagyományos hőkezelés tartósítás során gyakran számos nemkívánatos változás figyelhető meg az élelmiszerekben, például a szín, íz és állomány gyengülése, ami elkerülhető az alternatív kíméletesebb feldolgozási technológiák alkalmazásával. A HHP-kezelés (100–500 MPa, általában 5–20 percig) növelheti a gyümölcs- és zöldséglevelek eltartóságát azáltal, hogy csökkenti a baktériumok számát és az enzimaktivitást. Néhány kórokozó mikroorganizmus (beleértve a *L. monocytogenes* és különböző *Salmonella* szerotípusokat) vizsgálata azt mutatta, hogy viszonylag érzékenyek a 400 MPa-os HHP-kezelésre [21]. A vizsgálatok arra is rávilágítottak, hogy a hatás eredményességét befolyásolhatja az élelmiszer mátrix jellege. Az UHT tejben 20 °C-on végzett nyomáskezelés nagyobb védelmet nyújtott az *Escherichia coli* O157: H7 és a *L. monocytogenes* számára a HHP-kezelés során, mint a baromfi-húsban végzett kezelés. Mivel az illóolajok gyakran erősen befolyásolják az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságait a mikrobák ellen hatékony koncentrációban, ezért célszerű más kezelésekkel való kombinációjuk a koncentráció csökkentésére. A projekt keretében illóolajok HHP-kezeléssel történő kombinációinak hatékonyságát vizsgáltuk biztonságos és kiváló minőségű friss termékek előállításához szükséges feldolgozási paraméterek megállapítására, az egészségvédő vegyületek, a természetes íz- és színanyagok megőrzése mellett. A kísérletekben frissen préselt paradicsomlevet kezeltünk HHP-vel (200 vagy 400 MPa nyomás 5, 10 vagy 20 perc) illetve oregánó-, kakukkfű- vagy kapormag-olajokkal (0,1%; 0,5%; 0,05%), valamint kombinációban alkalmaztuk a nyomáskezelést és az olajokat. A paradicsomlevelek 15 °C-os, 4 napos tárolása során a domináns romlási mikrobiótát tejsavbaktériumok alkották. Oregánó- és kakukkfűolajok 0,1%-os koncentrációban való alkalmazása legalább 2-szeres hosszúságú eltartósítást eredményezett, míg az olajok 0,5%-os koncentrációban egyedül vagy 400 MPa-os, 5–20 perces nyomáskezeléssel kombinációban alkalmazva legalább 2 hétig stabil termékeket eredményeztek. Közepes dózisú nagy hidrosztatikus nyomás (100 MPa, 10 perc) alkalmazása 3 nappal tolta el a romlást, míg hatását jelentősen növelte a 0,1% kakukkfűolajjal való kombinált kezelés, ami az eltartósítást 3 hétre növelte. Eredményeink azt mutatták, hogy az illóolajok nagy hidrosztatikus nyomáskezeléssel történő kombinációja lehetővé teszi az olajkoncentráció csökkentését és/vagy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés erősségét (nyomás vagy kezelési idő

csökkenés) paradicsomlé pasztörözés kezelésére. Azonban az illóolajok tartósítószerként való hasznosításának megítélése eseti elbírálást igényel.

Egy másik kutatás során (Marie Curie QLK1-CT-2000-51126) illóolajok hatékony aktív komponenseit, karvakrolt és p-cimént használtunk pasztörözetlen almálé biztonságának növelésére [22]. A kutatás hátterét az adta, hogy az enterohaemorrhagiás *Escherichia coli* O157:H7-tel fertőzött, pasztörözetlen almálé fogyasztását követően – elsősorban az USA-ban – számos járvány alakult ki, melyekben a megbetegedéseken túl halálesetek is előfordultak [23, 24]. Annak ellenére, hogy a pasztörözés könnyedén inaktiválja a kórokozót, néhány fogyasztó nem feldolgozott, friss, kezeletlen élelmiszereket igényel, amelyekben nincs vitamintartalom-vesztés és ízváltozás. Ezért alternatív módszerek alkalmazása szükséges a pasztörözés helyettesítésére és a minimálisan feldolgozott gyümölcslevelek biztonságának növelésére. Ilyen lehetőséget kínál a fenolos karvakrolt és p-cimént tartósítószerként való alkalmazása nyers gyümölcslevelekben. A vizsgálatok célja az volt, hogy értékeljük a kis koncentrációban (0,25–1,25 mM) termékhez adagolt karvakrolt és p-cimént *E. coli* O157:H7 inaktíváló hatását mind egyedileg, mind kombinációban pasztörözetlen almálében. A termékbe oltott (10^4 TKE/ml) *E. coli* O157: H7 19 napig túlélt 25 °C-on és 4 °C-on tárolt termékekben. Ezzel szemben az 1,25 mM karvakrolt vagy p-cimént tartalmazó mintákban a patogén mikroba száma a detektálási határ alá csökkent 1-2 napon belül mindkét tárolási hőmérsékleten. A karvakrol hatásos koncentrációja még tovább csökkenthető volt 0,5 mM koncentrációra, ha azt 0,25 mM-os ciménnel kombináltuk (2. ábra, 1. táblázat). A fenolos vegyületek biocid hatásúak voltak mind a romlást okozó élesztőgombák, mind az *E. coli* O157:H7 ellen, ezáltal megnövelve a pasztörözetlen almálé eltartósítási idejét és biztonságát, különösen hideg hőmérsékleten történő tárolás során. Az eredmények azt mutatták, hogy a karvakrolt és a p-cimént potenciálisan felhasználhatók az eltartósítási idő növelésére és az élelmiszer-biztonság javítására pasztörözetlen hűtött gyümölcslevelekben.

Az illóolajok és bioaktív vegyületeik antimikrobás hatásuk mellett növelhetik bizonyos antibiotikumok antimikrobás aktivi-

2. ábra. *E. coli* O157:H7 túlélése 0,5 mM karvakrolt és/vagy 0,25 mM p-cimént jelenlétében 4 °C-on tárolt almálében [22]





Antimikrobás kezelés	Tárolási idő (nap)																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
kontroll, nincs antimikrobás anyag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kontroll, inokulált <i>E. coli</i> O157:H7-tel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
karvakrol, 0,5 mM	+	+	+	+	+	+	+	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cimén, 0,25 mM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	+	-	-	-	-	-	-	-
karvakrol (0,5 mM) + cimén (0,25mM)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. táblázat. Az *E. coli* jelenlét/hiány próba eredményei 4 °C-on tárolt almaleben [22]

tását, alkalmazásuk jó lehetőséget teremt a multirezisztens kórokozók elleni, valamint a biofilmek elleni küzdelemben is.

Az antibiotikumokkal szembeni rezisztencia napjainkra világméretű problémává nőtte ki magát. Vizsgálataink célja az *Nigella sativa*- (fekete kömény) mag illóolaj- és bioaktív vegyületeinek (timokinon, karvakrol és p-cimén) *L. monocytogenes* elleni antimikrobás és rezisztencia-módosító hatásának vizsgálata volt [25]. A kísérletekben az *N. sativa*-mag illóolajának, valamint bioaktív komponenseinek antimikrobás aktivitását, antimikrobás rezisztencia-modulátor hatását, antimikrobás efflux- és membránintegritás-gátlását tápleves mikrohígításos módszerrel, valamint etidium-bromid- (EtBr) akkumulációval és LIVE/DEAD BacLight™ módszerrel vizsgáltuk. Az antimikrobás rezisztencia lehetséges modulátoraként *N. sativa*-illóolajat és hatóanyagait alkalmaztuk 1/2 minimális gátló koncentráció (MIC) értéken antibiotikumokkal (eritromicinnel, ciprofloxacinnal), EtBr-dal (gyakori effluxpumpa-szubsztrát) kombinálva kilenc *L. monocytogenes* törzsön. Az eredmények alapján a *L. monocytogenes* jelentős érzékenységet mutatott mind a *N. sativa* illóolajával, mind timokinonnal és karvakrollal szemben. A kapott adatok azt mutatták, hogy az EtBr és a ciprofloxacinnal kombinálva jelentős csökkenése volt megfigyelhető, ha *N. sativa*-illóolajjal, illetve bioaktív komponenseivel vagy rezerpinnel (jól ismert effluxpumpa-inhibitor) kombinációban teszteltük az összes vizsgált *L. monocytogenes* törzs esetében. Az egyes vegyületek jelenlétében a membránintegritás szétesett, és az EtBr-felhalmozódás megemelkedett, ami összemérhető volt a pozitív kontroll, a rezerpin hatásával. Következésképpen a bioaktív komponenseken túl a *N. sativa*-illóolaj is képes potenciálisan kontrollálni az antibiotikumrezisztenciát *L. monocytogenes*-ben.

A baktériumok előnyben részesítik a planktonikus, folyadékban lebegő életmódhoz képest az úgynevezett biofilmeket (mikrobás eredetű polimer mátrixba ágyazott mikrobabevonatok), melyek védelmet nyújtanak a mikroorganizmusok számára a káros környezeti feltételekkel szemben, lehetővé teszik a tápanyagokhoz való jobb hozzáférést és növelik a genetikai sokféleséget. A planktonikus sejtekhez képest a biofilmsejtek fokozott ellenállást mutatnak a fertőtlenítőszerrel és az antibiotikumokkal szemben. A biofilmképződés az élelmiszeriparban fontos kérdés,

mivel az élelmiszerek patogénekkal és romlást okozó mikroorganizmusokkal történő potenciális szennyezés forrásai lehetnek. Kísérleteinkben *N. sativa*-illóolaj hatását vizsgáltuk *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923 és MRSA 272123) biofilm képződésére. A biofilmképzés mikrotiterlemezben történt laboratóriumi tápközegben. Az eredmények alapján megállapítható volt, hogy a *N. sativa*-illóolaj, valamint a timokinon és a karvakrol esetenként jelentősen képesek csökkenteni a *S. aureus* (ATCC és MRSA) biofilmjének fejlődését [26].

Állati eredetű antimikrobás anyagok

Az állati szervezet is képes mikrobaölő hatású anyagok előállítására, például a tej aktív biokomponensei a laktoferrin, a laktoglobulin és a laktoperoxidáz; a tojásban található az ovoglobulin, a konalbumin, a lizozim stb. A kitozán (β-1,4-N-acetilglükózamin polimer, a kitin lúgos deacetilezése útján állítják elő kagylólókból) gátló és biocid hatását számos szakirodalom támasztja alá [27]. Hatékonysága sok tényezőtől függ, például az alkalmazott kitozán típusától, a tesztelés körülményeitől (pH, hőmérséklet) és a célszervezettől. Számos romlást okozó élesztő érzékenynek bizonyult a kitozánnal szemben, azonban például a *Torulaspóra delbrueckii* rezisztenciát mutatott [28]. *In vitro* vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a baktériumok növekedésének inaktiválásához vagy gátlásához szükséges kitozánkoncentráció legalább egy nagyságrenddel nagyobb, mint a gombák esetén. A Gram-negatív baktériumok általában ellenállóbbak a kitozánnal szemben, mint a Gram-pozitívak [28, 29, 30, 31].

A korábban említett kutatási projekt (Marie Curie QLK1-CT-2000-51126) keretében másik célunk az volt, hogy a kitozán mint újszerű tartósítószer alkalmazhatóságát (mind a romlást okozó, mind a patogén baktériumok ellen) vizsgáljuk pasztörizált almale kezeléskor [32]. A vizsgálatokban pasztörizált almale-mintákat oltottunk be *E. coli* O157: H7 vagy *Salmonella* Typhimurium baktériumokkal (challenge teszt), kezeltünk különböző koncentrációjú kitozánnal, és 25 °C-on, valamint 4 °C-on tároltuk őket. A tárolás során a romlást okozók számának nyomonkövetése mellett az inokulált patogének túlélését is ellenőriztük. A romlást okozók vizsgálatakor a legnagyobb számban előforduló



fajokat izoláltuk és azonosítottuk. A kitozán (0,05–0,1%) legfeljebb 12 napig késleltette 25 °C-on az élesztők által okozott romlást, de a hatás fajspecifikus volt: míg a *Kloeckera apiculata* és a *Metschnikowia pulcherrima* inaktíválódott, a *Saccharomyces cerevisiae* és a *Pichia spp.* lassan szaporodott. A challenge-tesztek során 25 °C-os tároláskor az élesztőgombaszám 4 napig 3–5 logTKE/ml-lel alacsonyabb volt, mint a kontrollban, de az *E. coli* O157: H7 túlélése 1 napról 2 napra meghosszabbodott; valamint 4 °C-os tárolás mellett a kitozán 2–3 logTKE/ml-lel csökkentette az élesztőgombák számát 10 napig, de a kórokozó túlélését 3 napról 5 napra növelte. A *S. Typhimurium* túlélését a kitozán nem befolyásolta egyik hőmérsékleten sem. A kitozán hozzáadása az almához késleltette az élesztők szaporodást, de fokozta az *E. coli* O157:H7 túlélését. Amint ez a tanulmány is mutatja, a kutatások során óvatosan kell eljárni, amikor új szereket alkalmazunk vegyes mikroflórát tartalmazó élelmiszerekben annak érdekében, hogy azok esetleges szelektív hatása – amit a kitozán alkalmazása esetében is láthattunk – ne hozzon létre új közegészségügyi veszélyt.

Összefoglalva, a kutatási eredmények alátámasztják a természetes antimikrobás szerek alkalmazása során az egyedi kezelések hatásainak (pl. élelmiszermatrix, kezelési, tárolási körülmények hatása) alapos, mélyreható vizsgálatának szükségességét. ●●●

IRODALOM

- [1] Burt S.: Int. J. Food Microbiol. (2004) 94, 3, 1, 223–253.
- [2] Komitopoulou, E., Boziaris, I. S., Davies, E.A., Delves-Broughton, E. A. and Adams, M. R.: Int. J. Food Sci. Technol. (1999) 34, 81–85.
- [3] Ferreira, M. A. S. S., Lund, B. M.: Lett. Appl. Microbiol. (1996) 22, 433–438.
- [4] Ukuku, D. O. and Shelef, L. A.: Sensitivity of six strains of *Listeria monocytogenes* to nisin. J. Food Prot. (1997) 60, 867–869.
- [5] Balciunas, E. M., Castillo Martínez, F. A., Todorov, S. D., Franco, B. D. G. D. M., Conventi, A., Oliveira, R. P. D. S.: Food Cont. (2013) 32, 134–142.
- [6] Kouakou, P., Ghaffi, H., Dortu, C., Evrard, P. and Thonart, P.: Int. J. Food Sci. Technol. (2010) 45, 937–943.
- [7] Engelhardt, T., Albano, H., Kiskó, G., Mohácsi-Farkas, Cs., Teixeira, P.: Food Microbiol. (2015) 48, 109–115.
- [8] Champomier-Vergés, M.-C., Zagorec, M., Fadda, S.: in: Mozzi, F., Raya, R. R., Vignolo, G. M. (eds.): Biotechnology of Lactic Acid Bacteria Novel Applications, Blackwell Publishing, Ames (2010) 57–72.

- [9] Roller, S., (ed): Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd., 2003.
- [10] Bauer, K., Garbe, D., Surburg, H.: Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses. Wiley-VCH, Weinheim, 2001, 293.
- [11] Tserennadmid R.: Illóolajok és kombinációik hatása élelmiszerromlást okozó mikroorganizmusokra, Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, 2010.
- [12] Gillich N., Krüzelyi D.: Élet és Tudomány (2014) 51–52, 1622–1624.
- [13] Farag, D. S., Daw, Z. Y., Hewedi, E. M. & El-Baroly, M. E.: J. Food Prot. (1989) 52, 665–667.
- [14] ICMSF: Spices, dry soups and oriental flavourings. in: Microorganisms in foods. 6. Microbial ecology of food commodities. International Commission on Microbiological Specifications for Foods, Blackie Academic & Professional, London, 1998, 274–312.
- [15] Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Matilla-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M., von Wright, A.: J. Agric. Food Chem. (1998) 46, 3590–3595.
- [16] Bakkali, F., Averbek S., Averbek D., Idaomar M.: Food Chem. Toxic. (2008) 46, (2), 446–75.
- [17] Davidson, P. M. Sofos, J. N. and Branen, A. L.: Antimicrobials in food, Third edition published by Taylor & Francis Group, 2005.
- [18] Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., Gelman, A.: J. Food Prot. (2003) 66, 410–417.
- [19] Nychas, G. J. E., Tassou, C. C.: Preservatives: traditional preservatives – oils and spices. In Encyclopedia of Food Microbiology, Robinson, R., Batt, C. and Patel, P. (eds), Academic Press, London, 2000, 1717–1722.
- [20] Mohácsi-Farkas, Cs., Kiskó G., Mészáros, L., Farkas, J.: Acta Alim. (2002) 31, 243–252.
- [21] Patterson, M. E., Quinn, M., Simpson, R. & Gilmour, A.: J. Fd Prot. (1995) 58, 524–529.
- [22] Kiskó G. and Roller, S.: BMC Microbiology (2005) 5:36.
- [23] CDC: J Am Med Assoc (1997) 277, 781–787.
- [24] Uljas HE, Ingham S.C.: Appl. Environ. Microbiol. (1999) 6, 1924–1929.
- [25] Mouwakeh, A., Telbisz, Á., Spengler, G., Mohácsi-Farkas, Cs., Kiskó, G.: in Vivo (2018) 32, 737–743.
- [26] Mouwakeh, A., Kincses, A., Nové, M., Mosolygó, T., Mohácsi-Farkas, Cs., Kiskó, G., Spengler, G.: Phyto. Res. (2018) közlés alatt
- [27] Shahidi, E., Arachchi, J. K. M. and Jeon, Y. Trends in Food Sci. Technol. (1999) 10, 37–51.
- [28] Roller, S. Chitosan: new food preservative or laboratory curiosity? In Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods ed. Roller, S., Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd. 2003, 158–175.
- [29] Rhoades, J. and Roller, S.: Appl. Environ. Microbiol. (2000) 66, 80–86.
- [30] Helander, I. M., Nurmiaho-Lassila, E.-L., Ahvenainen, R., Rhoades, J. and Roller, S.: Int. J. Food Microbiol. (2001) 71, 235–244.
- [31] Strand, S. P., Vandvik, M. S., Varum, K. M. and Østgaard, K.: Biomacromol. (2001) 2, 126–133.
- [32] Kiskó G., Sharp, R. and Roller, S.: J. Appl. Microbiol. (2005) 98, 872–880.

PÁLYÁZAT középiskolásoknak

Az ENSZ 2019-et a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította. Ez alkalomból a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) nyilvános pályázatot hirdet középiskolásoknak

A periódusos rendszer és a XXI. század vagy az Elemi tudás (érdekes, hasznos elemek)

témakörben. 2–5 ezer karakter terjedelemben várjuk fiataljainktól, hogy számukra milyen élményeket, használható ismereteket, tudást jelent, nyújt a kémiai elemek periódusos rendszere. Az írást illusztráció (videóanyag, animáció stb.) is kísérheti.

A pályázatokat szakmai zsűri bírálja el. Az első három helyezett 15–15 ezer Ft díjazásban részesül. A legjobb munkákat a Magyar Kémikusok Lapja közli.

A pályázatokat az MKE Titkárságára, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre kell benyújtani elektronikusan csatolt file-ban,

periodosospaly_név file-névvvel 2019. február 15-ig.

Eredményhirdetés a 2019. évi Küldöttközgyűlésen, 2019 májusában.



FELHÍVÁS középiskolai tanároknak, egyetemi oktatóknak

Az ENSZ 2019-et a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította. Ez alkalomból a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) nyilvános pályázatot hirdet középiskolai/egyetemi előadás megírására a

Gondolatok a periódusos rendszer tanításáról a XXI. században

témakörben, beleértve néhány elem/elemcsoport tanításának kérdését is. Az előadás terjedelme 1–4 folyóiratoldal lehet (egy teleírt oldalon szóközökkel 7000 karakter fér el, ábrák nélkül). A történeti előzményeket kérjük minimálisra szorítani.

Az előadásokat szakmai zsűri bírálja el. Az első három helyezett 50–50 ezer Ft díjazásban és 2 éves MKE-tagságban részesül. A legjobb munkákat a Magyar Kémikusok Lapja közli.

Az írásokat az MKE Titkárságára, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre kell benyújtani elektronikusan csatolt file-ban,

periodososelo_név file-névvvel 2019. február 15-ig.

Eredményhirdetés a 2019. évi Küldöttközgyűlésen, 2019 májusában.