

TDK DOLGOZAT

Császár Dorottya

2020

Állatorvostudományi Egyetem
Élelmiszer-higiéniai Tanszék

Különböző típusú és származású mézek antimikrobás hatásának vizsgálata

Készítette: Császár Dorottya

Témavezetők:

Dr. Szakmár Katalin

ÁTE, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, Tudományos főmunkatárs

Dr. Tózsér Dóra

ÁTE, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, Tanszéki állatorvos

Budapest, 2020

Tartalom

1. Irodalmi áttekintés	5
1.1. Történeti bevezetés	5
1.2. A mézelő méh (<i>Apis mellifera</i>).....	6
1.3. A méz.....	7
1.3.1. Mézfajták Magyarországon.....	8
1.3.2. A méz összetétele.....	10
1.4. A méz szaporodásgátló hatását vizsgáló módszerek.....	12
1.4.1. Redoxpotenciál-mérés	12
1.4.2. Agarlyuk diffúziós módszer	13
1.4.3. Minimális gátló koncentráció (MIC) meghatározása.....	14
1.5. A méz szerepe a gyógyászatban	14
1.6. Baktériumok.....	16
1.6.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	16
1.6.1.1. Általános jellemzés	16
1.6.1.2. Humán-, és állategészségügyi jelentőség	16
1.6.1.3. A méz gátló hatása <i>Staphylococcus aureus</i> ellen.....	17
1.6.2. <i>Escherichia coli</i>	18
1.6.2.1. Általános jellemzés	18
1.6.2.2. Humán-, és állategészségügyi jelentőség	18
1.6.2.3. A méz gátló hatása <i>Escherichia coli</i> ellen.....	19
2. Célkitűzések	20
3. Anyag és módszer	21
3.1. Felhasznált táptalaj.....	21
3.2. Vizsgált mézminták.....	21
3.3. Redoxpotenciálmérés.....	22
3.4. A vizsgálat menete	23
4. Eredmények.....	24
4.1. Az <i>Escherichia coli</i> vizsgálat eredményei	25
4.2. A <i>Staphylococcus aureus</i> vizsgálat eredményei	28
5. Megbeszélés.....	31
5.1. Az <i>Escherichia coli</i> vizsgálat eredményeinek megbeszélése.....	31

5.2. A <i>Staphylococcus aureus</i> vizsgálat eredményeinek megbeszélése	32
5.3. Összegzés.....	32
6. Összefoglalás	35
7. Summary	36
8. Irodalomjegyzék.....	37
9. Köszönetnyilvánítás	41
10. Nyilatkozatok.....	42

1. Irodalmi áttekintés

1.1. Történeti bevezetés

A méz ősidők óta fontos szerepet tölt be az emberi táplálkozásban, szépségápolásban és a sebek gyógyításában. Számos régészeti lelet igazolja, hogy az ember és a méhek kapcsolata több ezer évre nyúlik vissza. Erre utal a spanyolországi Arana barlangban látható sziklarajz is, amely egy lépeszmélet gyűjtő leányt ábrázol (Hadi et al., 2016).

Az ókori Egyiptomból származó, Edwin Smith papyrus a sérülések kezeléséhez nyújtott útmutatást és említést tesz a méz jótékony hatásáról a sebek ellátásában. A legtöbb ókori egyiptomi gyógyhatású készítmény a bor és a tej mellett mézet tartalmazott. Hippokratész, ókori görög orvos, számos esetben javasolta a méz használatát, többek között hashajtásra, köhögés- és torokfájás csillapítására, sebek kezelésére (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013).

Nagyszámú ókori népi gyógyászati emlékekben lelhető fel útmutató a méz használatáról. A Perzsa tradicionális gyógyászat ekcéma, különböző gyulladások és sebek kezelésére előszeretettel alkalmazta (McLoone et al., 2016).

A magyarság történetében előkelő helyet foglalt el a méhészkedés, már a 11. századból származó oklevelek is arra utalnak, hogy a Kárpát-medencében letelepült magyarok foglalkoztak méhészettel. A feljegyzések mellett egyes falunévek mint a Méhkerék, Méhtelek, Fedémes is mutatják, hogy lakosságuk túlnyomórészt méhészkedéssel foglalkozott a régebbi időkben. A háztartásokban édesítőszerként, a népi gyógyászatban betegségek kezelésére alkalmazták. A 18-19. századi Magyarországon több, méhészettel foglalkozó szakirodalom látott napvilágot (Paládi-Kovács et al., 2001).

Magyarországon a méhészet tipikusan export-orientált ágazat, az éves termelés közelítőleg 80%-a kerül az Európai Unió piacára (Ammann, 2009). A Magyar Méhészeti Nemzeti Program adatai alapján 2018-ban 22.447 méhész, 1.236.665 méhcsalád volt az országban, az éves méz termelés 26.000.000 kg volt (*Magyar Méhészeti Nemzeti Program*, 2019).

A méz nem csak édesítőszerként, csemegeként kerül felhasználásra, gyógyhatása is ismert (Czipa, 2010). Jótékony tulajdonságainak köszönhetően napjainkban nem csak a hagyományos gyógyászat, hanem a modern orvostudomány is alkalmazza a gyógyító munka során. Egyik leggyakrabban vizsgált és egyben legfontosabb tulajdonsága az antimikrobás hatás (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013).

Az egészségügyi ellátással összefüggő, rezisztens baktérium törzsek által okozott fertőzések egyre gyakoribbak. Ennek következtében megnő a betegek kórházakban eltöltött napjainak száma, illetve a fertőzések okozta mortalitások számára is negatívan hat (Tseng et al., 2011). Éppen ezért napjainkban egyre nagyobb figyelem övezi a különböző antimikrobiális hatású anyagok vizsgálatát (Basualdo et al., 2007).

1.2. A mézelő méh (*Apis mellifera*)

A hártványászárnyúak (Hymenoptera) rendjébe tartozó méhfélék (Apidae) családban 580 fajról ismert, hogy közösségi életet él. Jellemző ez a közösségi élet az *Apis* nembe tartozó mézelő méhre (*Apis mellifera*) is, melynek 25 alfaja különíthető el. Európában őshonos, azonban egész Afrikában és az Arab-félszigeten is ez a faj tekinthető uralkodónak. Magyarországon főként a krajnai alfaja fordul elő (*Apis mellifera carnica*) (Szalainé Mátray, 2002).

A nyugati mézelő méh jól szervezett családi közösségben él, melyet három kaszt alkot: méhanya, munkásméhek, herék. A különböző kasztok feladatai eltérőek, mely feltétele a méhcsaládok harmonikus működésének. A kasztok létszáma is a szerepekhez igazodik. Egy méhcsaládban egyetlen méhanya él, feladata az utódok létrehozása. Legnagyobb létszámban a nőivarú munkásméhek vannak. Az élet továbbadásában nem vesznek részt, azonban a legtöbb feladat elvégzése rájuk hárul. Számuk 20.000-60.000 közöttire tehető. A herék száma jóval kevesebb, közelítőleg néhány száz, maximum néhány ezer él belőlük egy családban. Egyetlen feladatuk a párosodás. A méz készítése és az ehhez szükséges nektárgyűjtés a munkásméhek feladata. Az említett munkát 21 napos korukban kezdik meg, ezt megelőzően egyéb feladatokat látnak el a kaptáron belül. A nektárt a szívó-nyaló szájszerve segítségével felszívja, így az a szájníláson át a garatba, majd ezt követően a nyelőcsőbe jut. A potrohban a nyelőcső kiöblösödik, ez az úgynevezett mézhólyag, amely a nektár szállítására, tárolására szolgál. A mézhólyagot a tápcsatorna további szakaszától egy szelep választja el, melynek fontos feladata, hogy az élelem haladása egyirányú legyen (Ruff, 2007a).

A méhek életében a különböző mirigyek fontos szerepet játszanak a méz készítésében, lárvák etetésében, kommunikációban, lépek építésében, só-és vízháztartás szabályozásában. Az egyik legfontosabb szerepe a garatmirigynek van, amellyel csak a munkásméhek rendelkeznek. A háromnapos munkásméh már elegendő fehérjeforrásul szolgáló virágot vett magához, hogy beinduljon a garatmirigy váladék termelése, mellyel a lárvákat táplálja. Ez a váladék a méhpempő. A dajkáló tevékenységet kéthetes korukra befejezik (Ruff,

2007b). A garatmirigy különböző enzimeket is termel, melyek a nektár szénhidrát komponenseit bontják, így szerepük van a nektár mézzé érlelésében (Carr, 2016).

A gyűjtést végző munkásméhek a kaptárba visszatérve a mézhólyagjukban tárolt nektárt átadják a kaptárban dolgozó munkásméheknek, akik részt vesznek a nektár érlelésében. Ennek során a nektárt felszívják, rágóik között lüktető mozgásban tartják. Majd lenyelik a nektárcseppet és újra kipurcolják. Utóbbi művelet során keveredik hozzá a garatmirigy váladéka, annak enzimjeivel, melyek megkezdik a nektár szénhidrát komponenseinek bontását. Következő lépésként a híg nektárt lépsejtekbe helyezik. A sejtek nyitva vannak, így a nektár a levegővel érintkezve veszít nedvességéből. Az így kialakult félig érett nektárt újra felszívják, majd visszahelyezik a sejtekbe, vagy újabb sejtekbe kerül át. Biokémiai folyamatok lezajlását követően a nektár mézzé alakul, és ekkor az érett mézzel megtöltött sejteket a méhek lefedik viaszlapokkal, így megakadályozva, hogy a higroszkópos tulajdonságú méz nedvességet szívjon magába és visszahíguljon (Ruff, 2007c).

A méz elvétele megfelelő időpontban kell, hogy megtörténjen. A méhek gyűjtési aktivitását korlátozza, ha a rendelkezésükre álló tér megtelik mézzel, tehát, ha időben elvételre kerül a méz azzal fokozható a termelés. A méz elszedésének több módja ismeretes. Történhet lesepréssel, lefűvással, vegyszeres leűzéssel, szöktetőkkal. Ezt követi a méz lépekből történő kinyerése, mely a következő lépésekből áll: fedelezés, pergetés, a méz szűrése végül a kipergetett lépek visszaadása. A méhek az érett mézet tartalmazó sejteket viaszfedelekkkel lefedték. A fedelezés során ezek kerülnek eltávolításra, kézi vagy gépi fedelező eszközök segítségével. A pergetés egy alacsony fordulatszámú centrifugában történik, az úgy nevezett pergetőben. Pergetés után a méz szűrése következik. Végül, ha a pergetés a gyűjtési időszak alatt történik, akkor a kipergetett lépeket azonnal visszaadják a méheknek. Gyűjtési időszakon kívül a pergetett lépeket nem szabad napközben visszaadni, mert örömpülést, kutatás-rablást okozhat (Ruff, 2007d).

1.3. A méz

A méz alapanyaga nektár, illetve mézharmat lehet. A nektár a növények nektármirigyének a szekrétuma (Ammann, 2009). Összetételét tekintve egy vizes cukoroldat. Cukorkoncentrációja 4-60% között változik, függ az adott növény fajától, a terület földrajzi, és környezeti adottságaitól. A nektár fő cukor komponensei a szacharóz, fruktóz és a glükóz. Megkülönböztetünk olyan nektárokat amelyek szacharózban gazdagabbak, ilyenek a hosszú pártacsövű virágok nektárjai, illetve vannak olyan nektárok amelyekben a fruktóz található

meg nagyobb mennyiségben, ilyen nektárforrást nyújtanak a nyitott virágok (Kasparné Szél, 2006). Egyes vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a méhek előnyben részesítik azon nektárforrásokat, melyek magasabb szacharóz tartalommal rendelkeznek (Amtmann, 2009). A nektár aminosavösszetétele az adott növényfajtára jellemző (Kasparné Szél, 2006). Legnagyobb mennyiségben arginin, alanin, szerin, prolin, glicin, izoleucin és valin található meg benne. Megfigyelések alapján a beporzást végző rovarfajok szívesebben választják a nagyobb prolin tartalmú nektárokat, mivel a szervezetük jól tudja hasznosítani a repülés során. A különböző fajtamézek színvilágáért a nektárban jelenlévő flavonoidok, karotinoidok felelősek. A nektárban található illó komponensek a méhek számára nem csak vonzóak lehetnek, hanem értékes információt is hordozhatnak a virág állapotáról, például, hogy éppen frissen kinyílt vagy már öreg, fonnyadt (Amtmann, 2009).

A mézharmat egy olyan vizes oldat, amely legnagyobb mennyiségben fruktózt és szacharózt tartalmaz. Előállításában levéltetvek, levélbolhák és kabócák játszanak szerepet, melyek táplálkozásuk során nagy mennyiségű, szénhidrátokban gazdag növényi nedvet szívnak fel, majd a felesleg kiválasztásra kerül a környezetbe. A munkásméhek a mézharmatot erdős, fenyvesekben gazdag területeken gyűjtik (Amtmann, 2009).

A méz antimikrobás tulajdonságát különleges összetételének köszönheti. Magas a cukortartalma (>80%), ebből adódóan a vízakivitása alacsony ($a_w < 0,6$), mely a legtöbb mikroorganizmus számára nem nyújt optimális környezetet a szaporodáshoz. Jótékony hatásához hozzájárul még a savtartalma, a benne található hidrogén-peroxid illetve a különböző növényekből származó fenolsavak és flavonoidok is (Deák et al., 2006).

1.3.1. Mézfajták Magyarországon

Magyarország természeti adottságai kedveznek a jó minőségű fajtamézek előállításának. Az akácfa (*Robinia pseudoacacia*) alkotta erdők több mint egyötödét teszik ki Magyarországon erdőterületének, így az akácméznek kiemelt jelentősége van hazánkban (Czipa, 2010). Az akácméz íze és illata kellemes, világos, zöldsárga színű, sűrűn folyó, nehezen kristályosodó fajtaméz. Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar megyében nagy kiterjedésű akácok találhatók, kiváló feltételt teremtve a méhészkedésnek. A Nyírségben, Mezőföldön, Bakonyban és a Mecsekben is igen jó minőségű akácméz termelés folyik (Amtmann, 2009).

A Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) alapján az 1. számú táblázat összefoglalja az akácméz és a virágmézek legfontosabb érzékszervi követelményeit. (Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 2009)

1. táblázat: Akácméz és virágmézek érzékszervi követelményei

	Akácméz	Virágmézek
Küllem	Tükrös, színe a víztisztától a világossárgáig terjedhet, enyhén zöldes árnyalatú	Tükrös, színe a világossárgától sötétbarnáig terjedhet, az adott domináns fajtamézekre jellemző
Szag	Akácvirág illatára emlékeztető	Változó, a domináns fajtamézekre jellemző illatú
Íz	jellegzetes, édes, kevésbé aromás	édes, az intenzívebb ízanyagot tartalmazó virágmézekre jellemző zamatú
Állomány, állag	Nem, vagy csak nehezen kristályosodik	Kristályosodási hajlam jellemző a domináns fajtamézekre, gyors vagy lassú kristályosodás jellemzi

Igen ismert mézfajta hazánkban a hársméz, termelésének nagy hagyománya van Dél-Dunántúlon. Nektárforrásként a különböző *Tilia* fajok szolgálnak. Illata és íze a hársvirágra emlékeztet, színe sárgászöld, vagy sötétebb. Igen lassan kristályosodik (Amtmann, 2009).

A Hajdúságban napraforgóból (*Helianthus annuus*) is nagy mennyiségben termelnek mézet. Színe aranyárga, íze kesernyés-savanykás. Jellemző a napraforgómézekre a gyors kristályosodás, és a nagyméretű, durva kristályok keletkezése (Amtmann, 2009).

Dél-Dunántúlon és Nyugat-Dunántúlon repceből (*Brassica napus*) eredményesen folyik méztermelés. A repceméz nagyon édes, citromsárga színű, nagyon gyors kristályosodás jellemzi (Amtmann, 2009).

Az említett fajtamézek mellett Magyarországon többek között gesztenyeméz, mézharmat-méz, többféle gyümölcsméz, levendulaméz, somkóróméz termelése is zajlik (Amtmann, 2009). A fajtamézek mellett a hazánkban termelt vegyes virágmézek is jó beltartalmi értékekkel rendelkeznek (Czipa, 2010).

1.3.2. A méz összetétele

Cukortartalom: A méz szárazanyag-tartalmának legnagyobb részét a benne található szénhidrátok teszik ki. A szénhidráttartalmat a környezeti adottságok is befolyásolják, a gyűjtési terület flóra összetétele, illetve az adott régió éghajlati jellemzői (Anjos et al., 2015). Szénhidráttartalmát legnagyobb részt monoszacharidok teszik ki, ezek a fruktóz és a glükóz, de oligoszacharidok, és kisebb mennyiségben poliszacharidok is megtalálhatók a mézben (Amtmann, 2009). Gyengített teljes reflexiós Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópos (FTIR-ATR) vizsgálatok eredményei alapján a monoszacharidok közül a fruktóz van jelen nagyobb mennyiségben, átlagosan 36%-ban, míg a glükóz átlagértéke 26% (Anjos et al., 2015). Az oligoszacharidok közül a szacharóz a fő képviselő, melynek mennyiségét a mézben több tényező is befolyásolja, így a gyűjtött nektár eredete, a tárolás hossza, és az invertáz enzim mennyisége. Az invertáz enzim a méh garatmirigyében termelődik, és a méz érlelés kezdeti szakaszában kerül a mézbe. Hatására a szacharóz glükózra és fruktózra bomlik (Amtmann, 2009).

Savak és a pH: A méz átlagos pH értéke 3,9. A virágmézek pH-ja alacsonyabb míg a mézharmat mézek esetében magasabb pH értékek mérhetők. A leggyakoribb patogén mikroorganizmusok pH optimuma ennél magasabban van (Amtmann, 2009). A *Staphylococcus aureus* szaporodásához a 6,0-7,0 közötti pH optimális, ezzel megegyezik a toxin termelés pH optimuma. Az *Escherichia coli* optimális körülmények esetén pH 4,4-ig képes szaporodni (Laczay, 2018a).

A szerves sav tartalom 0,5% körüli értéket mutat (Amtmann, 2009). A szerves savak közül a glükonsav a legjelentősebb, amely enzimatis bontás során keletkezik glükózból glükóz-oxidáz enzim hatására. A folyamat során hidrogén-peroxid is keletkezik (Cianciosi et al., 2018).

Enzimek, fehérjék: A mézben található enzimek elsődlegesen a munkásméhek garatmirigyéből származnak, és a nektár besűrítésének folyamata során kerülnek a félig érett mézbe. Enzimek származhatnak kisebb részt a gyűjtött nektárból is. Legjelentősebb enzimek a glükóz-oxidáz, invertáz, diasztáz, kataláz (Amtmann, 2009). A glükóz-oxidáz enzim jelentős részben hozzájárul a méz antimikrobás hatásának kialakításához. Az enzim által katalizált folyamat során a glükózból glükonsav és hidrogén-peroxid keletkezik. A méz érése, besűrűsödése során az enzim működése lelassul, inaktíválódik, azonban a méz hígítása során visszanyeri aktivitását (McLoone et al., 2016). Hidrogén-peroxid az állati

szervezetekben is keletkezik. A neutrofil granulocyták egyes kórokozók elleni küzdelem során reaktív oxigén intermediereket képeznek, köztük hidrogén-peroxidot is. A keletkezett oxigén intermedierek a mikroorganizmusokra toxikus hatást fejtenek ki (Fonyó, 2011). A hidrogén-peroxid szabad hidroxilgyökök képzése révén károsítja a DNS-t, membránlipideket és egyéb sejtalkotókat. A citokróm rendszerrel rendelkező organizmusok kataláz enzimet termelnek, így védik sejtjeiket az anyagcsere folyamatok során termelődő hidrogén-peroxiddal szemben. Vannak bizonyos mikroorganizmusok, melyek nagyobb kataláz aktivitással rendelkeznek, ilyen például a *Staphylococcus aureus* (Gálfí et al., 2015a). Az invertáz és a diasztáz enzimek is a munkásméhek garatmirigyéből származnak. Az invertáz a szacharózt glükózzra és fruktózzra hasítja, a diasztáz a keményítő bontásáért felelős, melynek során egyszerű cukrok és dextrinek keletkeznek. A pollen eredetű kataláz enzim a mézben lévő hidrogén-peroxidot vízzé és oxigénné bontja, így csökkenti az antimikrobás hatást, ennek mértéke függ a nektár gyűjtésül szolgáló növény tulajdonságaitól (Amtmann, 2009).

A mézben a szabad aminosavak közül a legnagyobb mennyiségben prolin van jelen, emellett megtalálható még többek között alanin, fenilalanin, glutamin, glutaminsav, lizin. A prolin főként a méhektől származik (Amtmann, 2009).

Flavonoidok, fenolok: A flavonoidok növényi anyagcsere során keletkező kromon származékok. Ezek a vegyületek felelősek a levelek, virágok és a gyümölcsök kék, illetve vörös színárnyalataiért. Egyrészt vizuális ingerként szolgálnak a beporzást végző rovarok számára, másfelől részt vesznek a növényi sejteket ért stresszhatások kivédésében, az ultraibolya sugárzás elleni védekezésben (Szilvassy, 2014).

A szervezetben lezajló biokémiai folyamatok során szabad gyökök keletkeznek. Ezek igen reaktív molekulák, melyeknek külső atompályáján egy vagy több párosítatlan elektron található, mely magyarázza rövid életidejüket és nagy reaktivitásukat. Bizonyos mértékig előnyösek a szervezet számára, mivel szerepük van a védekező mechanizmusokban, azonban túlzott mértékben való keletkezésük, illetve a szervezet saját antioxidáns rendszerének kimerülése esetén károkat okoznak a szervezetben. Lipidperoxidáció révén károsodnak a lipidek, melynek következtében a sejtmembránok sérülnek, a sejtek integritásukat veszítik. A lipidek mellett a fehérjék, nukleinsavak is károsodnak. Az élő szervezetek saját antioxidáns mechanizmussal rendelkeznek, de számos antioxidáns hatású molekulát az állati szervezetek nem tudnak szintetizálni, ezért a táplálkozás során kell felvenniük. Ide tartoznak a flavonoidok is (Balogh, 2010).

A reaktív szabad gyökök által okozott oxidatív stressz különböző betegségek, elváltozások kialakulásához vezethet, megnő a daganatos, illetve a szív- és érrendszeri megbetegedések kockázata. A mézben található flavonoidok antioxidáns tulajdonságuknál fogva segítik a szervezetek oxidatív stressz elleni védekezését (Cianciosi et al., 2018).

A méz a flavonoidok mellett fenolos komponenseket is tartalmaz, leggyakrabban kávésavat, klorogénsavat. Szoros kapcsolatot találtak a különböző mézfajták flavonoid- és fenol tartalma, a gyűjtési terület földrajzi adottságai, illetve a flóra összetétele között. A vizsgálatok alapján ezek a flavonoid tartalmat erősebben befolyásolják, míg a fenoltartalmat csak kisebb mértékben (Cheung et al., 2019).

A különböző mézfajták színét a bennük lévő fenolos komponensek adják. Minél sötétebb árnyalata van a méznek annál magasabb koncentrációban tartalmazza ezeket az összetevőket, következésképpen erősebb antioxidáns hatással rendelkeznek (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013).

Ásványi anyagok, vitaminok: A méz ásványi anyagtartalma alacsony, nektáreredetűekben alig 0,1-0,2 % körül mozog. Mézharmat mézek esetében ez az érték valamivel magasabb, 1% körüli. A tényleges ásványi anyag mennyiséget azonban befolyásolja a nektárforrásul szolgáló növényzet tulajdonságai, illetve a kezelés és a tárolás is. A növények a talajból jutnak hozzá a különböző ásványi anyagokhoz, melyek majd a nektárban és a pollenben is megjelennek. Ezáltal a gyűjtési területen lévő talaj összetétele is hatással van a mézek ásványi anyag tartalmára. Mindebből következik, hogy a mézek a gyűjtési terület környezeti állapotáról is értékes információkat nyújthatnak. A mézben legnagyobb mennyiségben kálium, kalcium, nátrium, foszfor, magnézium, vas, réz és szilícium található, mindezek mellett különböző mikro- és nyomelemeket, illetve kis mennyiségben vitaminokat tartalmaz (Amtmann, 2009; Czipa, 2010).

1.4. A méz szaporodásgátló hatását vizsgáló módszerek

1.4.1. Redoxpotenciál-mérés

Az élőlényekben lejárló anyagcsere folyamatok során elektron-és hidrogénion átviteli reakciók zajlanak le. A redoxpotenciál a közeg elektronfelvételi, vagy leadási, oxidáló-redukáló képességének jellemzője (Laczay, 2018b). Következésképpen a redoxpotenciál mérés a biológiai rendszerekben lejárló oxidációs-redukációs folyamatokon alapul. A mikroorganizmusok szaporodása során csökken a tápközeg redoxpotenciálja. Ennek oka az oxigénfelhasználás, illetve a képződő redukáló anyagcseretermékek. A környezet

redoxpotenciáljának csökkenése egy meghatározott mikroba koncentráció felett jól detektálható, és a mérés során felvett redoxgörbe alakja jellemző az adott mikrobacsoportra (Erdősi, 2014; Reichart et al., 2007).

Azt az időpontot tekintjük detektációs időnek (TTD, Time To Detection) amikor a redoxpotenciál-változás sebességének abszolút értéke meghaladja a detektációs kritériumot (DC). A mikrobaszám meghatározásának időigénye az az idő mely ahhoz szükséges, hogy a kezdeti sejtszám 10^6 - 10^7 cfu/ml értéket elérjen. Ez alapján a TTD és a kiindulási mikroba koncentráció 10-es alapú logaritmusuk között szoros lineáris összefüggés van. A redox-görbe és a TTD ismeretében a módszerrel meghatározható a minta kezdeti sejtszáma. A TTD és a minta kiindulási sejtszáma közötti szoros lineáris összefüggést írja le a kalibrációs görbe (Erdősi, 2014; Szakmár et al., 2009).

Abban az esetben, ha a minta kiindulási sejtszáma ismert, a TTD értékek változásait a környezeti tényezők befolyásolják. Erre példa a médium manipulálása gátlóanyag hozzáadásával. A gátlóanyag jelenléte miatt a kezdeti sejtszám 10^6 - 10^7 cfu/ml-re történő felszaporodásához szükséges idő nő, következésképpen a TTD érték is megnő. Ezáltal a TTD mérések lehetővé teszik a különböző mikrobaszaporodást gátló anyagok hatásának vizsgálatát, illetve a módszerrel meghatározható a gátló anyag inaktiválási kinetikája (Szakmár et al., 2014).

1.4.2. Agarlyuk diffúziós módszer

Az agarlyuk diffúziós módszert növények vagy antimikrobás hatású oldatok aktivitásának értékelésére alkalmazzák széles körben. A vizsgálat során szilárd táplemezt megfelelő sűrűségű inokulummal beoltják. Steril parafa furattal 6-8 mm átmérőjű lyukakat készítenek a táplemezbe. A kívánt koncentrációjú antimikrobás hatású oldatot a lyukakba mérik, majd az agar lemezeket megfelelő körülmények között inkubálni kell. Az antimikrobás hatással rendelkező oldat a táptalajból származó vízben feloldódik és fokozatos koncentráció gradiens szerint eloszlik a lyuk környezetében a diffúzió törvényei szerint. Mindeközben a táptalajba oltott mikroorganizmus is szaporodik. Azokon a területeken, ahol a táptalajban megfelelő koncentrációban van jelen gátló anyag, ott a baktérium növekedése gátolt, a lyuk körül kialakul az úgynevezett gátlási zóna. A gátlási zóna mérete alapján a vizsgált mikroorganizmus érzékenysége meghatározható (Balouiri et al., 2016; Mándi, 2011).

1.4.3. Minimális gátló koncentráció (MIC) meghatározása

A minimális gátló koncentráció (MIC) értékének meghatározásával jellemezhető az antimikrobás anyagok mikroorganizmusokra kifejtett hatása. A MIC mindig a vizsgált antimikrobás anyagra, adott vizsgálati körülményekre és a vizsgálatban felhasznált mikroorganizmusokra vonatkozik. A MIC érték azt mutatja meg, hogy melyik az a legkisebb koncentráció egy adott antimikrobás hatóanyag esetén, amely 18-24 órás in vitro inkubáció alatt képes a mikroorganizmusok növekedését gátolni (Gálfi et al., 2015b).

1.5. A méz szerepe a gyógyászatban

A méz antimikrobás és antioxidáns tulajdonságainak köszönhetően a 21. században is szerepet kap a gyógyítás területén. Különböző szervrendszerek megbetegedései, úgymint gyomor-bélrendszer, szív- és érrendszer, bizonyos bőrelváltozások, -fertőzések, sebek ellátása, gyógykezelése esetén a méz kiegészítő készítményként használható. Bőséges mennyiségű tudományos cikk és vizsgálat foglalkozik a méz jótékony hatásáról és felhasználásáról a sebkezelésben (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013).

A sebek olyan körül határolt sérülések, melyek külső hatásra keletkeznek. Következményként az adott területen elveszik a kültakaró védelmi szerepe, utat nyitva ezzel a kórokozók bejutásának a szervezetbe. Eredetük alapján mechanikai-, termikus-, kémiai-, és sugárzás okozta sebeket különböztetünk meg (Gaál, 2012).

Bizonyos sebek esetében nem alkalmazható elsődleges zárás, ilyenek a szennyezett, hat órán túli sebek, harapott sebek. Ilyenkor a másodlagos sebgyógyulás elősegítése a cél. A nyitott sebkezelések során számos készítmény vehető igénybe, többek között a méz alkalmazása is ezekben az esetekben merülhet fel. (O'Dwyer and Tatton, 2007).

Egy tanulmányban (Carnwath et al., 2014) 28 mézmintát és 1 cukoroldatot vizsgáltak. A mézminták között Manuka méz (sterilizált és nem sterilizált), illetve különböző, méhészekről és kereskedelmi egységekből vásárolt mézfajták voltak. Az összesen 29 mintából 18 volt mikroorganizmusokkal kontaminált, 15 esetben *Bacillus* spp., 1 esetben *Proteus* spp., 1 esetben *Enterobacteriaceae* spp., 1 esetben gomba okozta kontamináció. A 11, mikroorganizmusokkal nem szennyezett mintát vizsgálták tovább 10 baktérium izolátummal szemben, melyek a következők voltak: methicillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus equi*, *Streptococcus equi subsp. zooepidemicus*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, methicillin-rezisztens *Staphylococcus epidermidis* (MRSE),

Staphylococcus sciuri. A baktérium izolátumokból 9 lovak különböző sebeiből származott, 1 pedig, a *Pseudomonas aeruginosa* kutya eredetű volt. A 11 mintából 8 volt hatásos és gátolta a baktériumok növekedését. A vizsgálatban a skót hangaméz eredményei lettek a legjobbak, mind a 10 baktérium növekedését gátolta 2% és 6% koncentráció között. Az egyszerű cukoroldat esetében lettek a legrosszabbak az eredmények, 10 izolátumból 5 esetében nem tudta gátolni a baktériumok növekedését 45% vagy ennél alacsonyabb koncentrációban.

Egy másik tanulmányban (Grego et al., 2016) összesen 26 mézmintát vizsgáltak. A minták a következő mézfajtákból származtak: gesztenye-, pitypang-, mézharmat méz (fenyőméz), hárs-, vegyesvirág-, és rhododendron méz. Az eredményeket az orvosi manuka méz (Medihoney™) eredményeivel hasonlították össze. A mézminták antimikrobális hatását kutyák sebfertőzéseiből izolált baktériumtörzsekkel szemben vizsgálták: methicillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, széles spektrumú béta-laktamáz termelő *E. coli* (ESBL), *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*. A 26 mintából 8 volt mikroorganizmusokkal kontaminált, ebből 6 esetben *Bacillus* spp., 2 esetben coliformok voltak. A kontaminált mintákat kizárták a további vizsgálatokból, melyben így 18 méz minta vett részt. A vizsgált 18 minta antimikrobás hatását agarlyuk diffúziós módszerrel vizsgálták, illetve a magasabb antimikrobás hatást mutató mintáknál meghatározták a MIC (minimális gátló koncentráció) értékeket, ezt összesen 6 méz esetében végezték el. Az agarlyuk diffúziós vizsgálatok során a legnagyobb gátlási zónákat a hárs-, gesztenye-, és mézharmat méz esetében figyeltek meg. A *Staphylococcus aureus* esetében a legnagyobb gátlási zóna átmérőt (31 mm) a mézharmat méz (fenyőméz) esetében mérték, ez az érték az összehasonlításhoz szolgáló Manuka méz esetében 28 mm volt. A MIC értékek meghatározása alapján a vegyes virág-, gesztenye-, és mézharmat méznek volt a legjelentősebb antimikrobás hatása. Antibiotikum maradványokat egy vizsgált méz esetében sem mutattak ki. A vizsgálatok alapján a Manuka mézhez hasonlóan a mézharmat-, vegyes virág-, és gesztenyeméznek kifejezett antimikrobás hatást mutattak a Gram-pozitív baktériumokkal szemben, illetve az MRSA esetében is dokumentáltak jó eredményeket, mely fontos kórokozó a sebfertőzésekben. Az egyre növekvő tudományos vizsgálatok eredményeinek segítségével új terápiás stratégiák nyílhatnak a fertőzött sebek kezelésében.

1.6. Baktériumok

1.6.1. *Staphylococcus aureus*

1.6.1.1. Általános jellemzés

A *Staphylococcus aureus* Gram- pozitív, gömb alakú, aerob, fakultatív anaerob baktérium. Egészséges emberek légúti nyálkahártyáján és bőrfelszínén is megtalálható. Fakultatív patogén, így az ellenállóképesség csökkenése esetén helyi gyulladást, illetve szeptikémiát okozhat. A törzsek egy része hőálló enterotoxint termel, ez adja az élelmiszer-biztonsági jelentőségét. Az enterotoxin termelés az élelmiszerben történik, felvétele hányingerrel, hányással járó ételmérgezést okoz. Mivel az enterotoxin kis molekulatömegű peptid, így a konyhatechnológiában alkalmazott hőkezelési eljárásokkal nem inaktiválható. Cél a toxintermelés megelőzése. A *Staphylococcus aureus* mezofil baktérium, a szaporodás és a toxintermelés optimális hőmérséklete 35-37°C, azonban míg szaporodni 6°C hőmérsékletig képes, addig 10°C alatt toxint már nem termel. Szaporodás szempontjából a minimális pH érték 4,0 , a toxintermelés szempontjából ez az érték 4,5 (Laczay, 2018a).

1.6.1.2. Humán-, és állategészségügyi jelentőség

A *Staphylococcus aureus* számos virulencia faktorral rendelkezik, melyek hozzájárulnak az általa okozott változatos kórképek kialakulásához. Ilyen virulenciafaktorok az extracellularis enzimek, sejtfelszínhez kötött elemek, toxinok, szuperantigének. A sejtfelszínhez kötött elemek részt vesznek az adhézió kialakításában, a gazdaszervezet immunglobulin molekuláinak megkötésében, ezáltal a baktérium képes elrejtőzni az immunrendszer elől, illetve az immunglobulinok megkötésével elvonja azokat a védekező rendszertől. A törzsek által termelt extracellularis enzimek közé tartozik a koaguláz, hialuronidáz, fibrinolizin. A koaguláz enzim elősegíti a fibrinogén-fibrin átalakulást, ezáltal megalvasztja a plazmát, így a makrofágok mozgása gátolt lesz. A fibrinolizin és a hialuronidáz segítik a kórokozó szöveti terjedését. Toxinjai közé tartoznak a hemolizinek, leukocidinek, enterotoxin, dermatoxin. Az izolátumok 5-10%-ban található exfoliatív toxinok felelősek az úgynevezett forrázott bőr szindrómáért, melynek során a bőr rétegei elválnak egymástól. A *Staphylococcus aureus* humán egészségügyben betöltött szerepe sokrétű, okozhat bőr- és lágyrész fertőzéseket, tüdő-, szívbelhártya-, csontvelőgyulladást, ételmérgezést és toxikus shock szindrómát is (Pál, 2013).

Háziállatokban leginkább a bőr és nyálkahártyák sérülései következtében idéz elő gennyesedéssel járó helyi elváltozásokat, bőrgyulladást, tályogképződést, lábvég

gennyesedést, hallójáratgyulladást, illetve tőgygyulladást, méhgyulladást. A *Staphylococcus aureus* generalizált fertőzést is okozhat, ide tartozik többek között a juhok Morel-betegsége, melyet a *Staphylococcus aureus* subspecies *anaerobius* okoz (Varga et al., 2018a).

Az ételmérgezést okozó enterotoxin termelés főleg a humán törzsekre jellemző. Leggyakrabban a humán törzsekkel kontaminált tojástartalmú ételek a mérgezések fő forrásai, így a különböző cukrászsütemények, krémek, habok, főtt tészta. Az enterotoxin termelés kockázatát növeli, ha az elkészített tojástartalmú ételt hosszabb távon tárolják szobahőmérsékleten, hűtés nélkül (Laczay, 2018a).

1.6.1.3. A méz gátló hatása *Staphylococcus aureus* ellen

Egy vizsgálat során (Basualdo et al., 2007) 15 mézminta antimikrobás hatását vizsgálták, különböző, bőrsebekből izolált baktériumokkal szemben, köztük *Staphylococcus aureus* mikróbával szemben. A 15 mintából 5 kereskedelmi egységből, 10 pedig helyi méhészetekből származott. Az antimikrobás hatást agarlyuk diffúziós módszerrel vizsgálták, melynek során a gátlási zóna átmérőjét mérték tolmérő segítségével. 15 mintából 14 gátolta a *Staphylococcus aureus* növekedését, a gátlási zóna átlagos átmérője $17,1 \pm 0,1$ mm volt a méhészetekből származó minták esetében. A kereskedelmi egységekből származó mintáknál a gátlási zóna átlagos átmérője $13,2 \pm 0,1$ mm volt.

Egy másik tanulmányban (H et al., 2017) a szerzők Algéria különböző területeiről származó mézmintákat használtak fel vizsgálataikhoz. A mézmintákból kivonták extrakcióval a bennük található polifenolokat, a további vizsgálatokat ezekkel a hatóanyagokkal végezték. A polifenolok a növények nektárjából származnak. A különböző helyről származó mézek polifenol tartalma eltérő, melynek oka az eltérő környezeti adottságokban rejlik. A szerzők a polifenolok antimikrobás hatását vizsgálták Methicillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA) izolátummal szemben, mely egy 27 éves férfi betegől származott. Megállapították a gátlási zónák átmérőjét és a minimális gátló koncentráció értékét. Az MRSA érzékeny volt a különböző polifenolos kivonatokkal szemben. A legnagyobb gátlási zóna átmérőt a Földközi-tenger partvidékén elterülő Jijel területéről származó méz esetében mérték (40 mm).

1.6.2. *Escherichia coli*

1.6.2.1. Általános jellemzés

Az *Escherichia coli* Gram-negatív baktérium, az Enterobacteriaceae család tagja. Csillós, ritkán csilló nélküli pálcák. Egészséges ember és melegvérű állatok bélcsatornájában is megtalálható, a bélflóra természetes összetevője, ezért tekinthető a fekális szennyeződés indikátorának. A törzsek többnyire ártalmatlanok, szaprofiták, egyesek azonban fakultatív patogének. Ezek négy fő csoportját különböztetjük meg, melyek a következők: Enteropatogén *E. coli* (EPEC), Enteroinvazív *E. coli* (EIEC), Enterotoxikus *E. coli* (ETEC), illetve a verotoxin termelő Enterohaemorrhagias *E. coli* (EHEC) törzsek. Az *Escherichia coli* mezofil baktérium, a szaporodás hőmérséklet optimuma 37°C körül van. Optimális környezeti feltételek mellett pH4,4-ig képes szaporodni. A szaporodáshoz szükséges minimális vízaktivitás igény $a_w=0,95$. A verotoxint termelő törzsek savtűrőképessége és hővel szembeni rezisztenciája nagyobb, mint az egyéb *Escherichia coli* törzseké (Laczay, 2018a).

1.6.2.2. Humán-, és állategészségügyi jelentőség

Az EPEC törzsek főleg csecsemőknél okoznak hasmenéses tüneteket, óvodás kor elérése után már ritkán fordul elő. Az EHEC törzsek véres hasmenést okoznak, néha azonban halálos kimenetelű hemolitikus urémiás szindróma (HUS) alakulhat ki. A felnőtt szarvasmarhák bélcsatornájában gyakran megtalálhatók az EHEC törzsek, az állatok tünetmentesen hordozzák. Az emberek a bélsárral szennyezett, nem kellően hőkezelt élelmiszer elfogyasztásával fertőződhetnek. Az ETEC törzsek fő előfordulási helye a fejlődő országok, turisták esetében leggyakrabban ez áll az úgy nevezett „utazók hasmenése” mögött. Az EIEC törzsek, hasonlóan az EHEC törzsekhez véres hasmenést okoznak (Pál, 2013).

Háziállatokban az enterotoxinokat termelő *Escherichia coli* törzsek újszülött borjakban, malacokban, és választott malacokban okoz hasmenéses tüneteket. Előfordulhat, hogy a kórokozó bejut a véráramba és lázzal járó szeptikémiás állapotot, endotoxémiát okoz, mely elhulláshoz vezethet. A sertések ödéma betegségét verotoxint termelő *Escherichia coli* törzsek idézik elő, melynek során a vérérfalak károsodnak és az elhullás gyorsan bekövetkezik. Az *Escherichia coli* baktériumok a madarak bélcsatornájának is természetes lakói, többségükben szaprofiták, kisebb részük fakultatív patogén szerepet tölt be. A madarak horizontálisan és vertikálisan is fertőződhetnek. Szájon át történő felvételkor hasmenés, illetve az esetek nagy részében szeptikémia alakul ki. A baktériumok

bőrsérüléseken keresztül is bejuthatnak, főleg házityúk húshibridekben leggyakrabban a has alján és a combok belső felületén a bőr alatti kötőszövetben elhalásos gócot, felette a bőrgyulladását okozzák (Varga et al., 2018b).

1.6.2.3. A méz gátló hatása *Escherichia coli* ellen

Egy tanulmányban (Moussa et al., 2012) négy, különböző fajtájú algériai méz in vitro antimikrobás aktivitását vizsgálták *Escherichia coli* és *Pseudomonas aeruginosa* mikroorganizmusokkal szemben. A méz minták Algéria nyugati vidékéről származtak. Az antimikrobális aktivitást korongdiffúziós és agarlyuk diffúziós módszerrel, illetve MIC értékek meghatározásával végezték. A gátlási zónák mérete alapján az alábbi csoportosítást alkalmazták: nem érzékeny a mikroorganizmus, ha a gátlási zóna átmérője kevesebb, mint 8mm, érzékeny, ha a gátlási zóna átmérője 8-14 mm között van, nagyon érzékeny 15-19 mm közötti zóna átmérő esetén, 20 mm-nél nagyobb zóna átmérő esetén pedig extrém érzékeny. *Escherichia coli* esetében három méz mintával történő vizsgálat során 20 mm-nél nagyobb gátlási zóna volt mérhető, ezek értéke 31-37 mm között változott. A vizsgálatban felhasznált *Escherichia coli* törzsek antibiotikum érzékenységét is vizsgálták: rezisztens volt benzilpenicillinre, ampicillinre, oxacillinre, érzékeny volt gentamicinre, erythromicinre, tobramicinre.

2. Célkitűzések

Napjainkban egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek a fogyasztók körében a különböző természetes eredetű élelmiszerek, mint amilyen a méz is, ennek következtében egyre több tudományos kutatás foglalkozik a méz különböző szempontok szerinti vizsgálatával.

A hazánkban termelt akácméz hungaricumnak számít, nagy mennyiségben exportált termék. Azonban a piacon hazánknak komoly versenytársai vannak, főleg olyan országokkal szemben, ahol tömegtermelés folyik, és az így kialakult alacsony árak mellett nem versenyképes a magyar méz. Időszerű, hogy jobban megismerjük a hazai mézek tulajdonságait, közöttük az antimikrobás hatásukat, mely a mézek minőségéről is információt nyújthat.

Kutatásunk célja, hogy különböző típusú és származású mézminták vizsgálatával meghatározzuk a szaporodásgátló hatásukat két élelmiszer-higiéniai szempontból jelentős fajra: *Escherichia coli* (Gram-negatív enterobaktérium) és *Staphylococcus aureus* (Gram-pozitív, érzékeny baktérium). Ezt, több, fogyasztható koncentrációban, négy hőmérsékleten vizsgáljuk.

Kísérletünkhöz akác-és vegyes virág mézekből több minta áll rendelkezésünkre melyek származási helyüket tekintve különböznek egymástól. Így kutatásunk információt nyújthat arról, hogy a különböző tájegységekről származó minták antimikrobás hatása között milyen eltérések mutatkoznak.

3. Anyag és módszer

3.1. Felhasznált táptalaj

Vizsgálataink során LAB004 (LabM) tripton-szója táptalajt használtunk melynek összetétele az 2. táblázatban látható. A gyártó által javasolt mennyiség felét alkalmaztuk, mivel így kisebb a táptalaj redox-puffer kapacitása, ezáltal könnyebb a redoxpotenciál-változás detektálása.

2. táblázat: A feles tripton-szója leves összetétele 1 literre vonatkoztatva

Összetevő	Mennyiség (g/l)
Tripton	8,5
Szója pepton	1,5
Nátrium-klorid	2,5
Dikálium-hidrogén-foszfát	1,25
Dextróz	1,25

3.2. Vizsgált mézminták

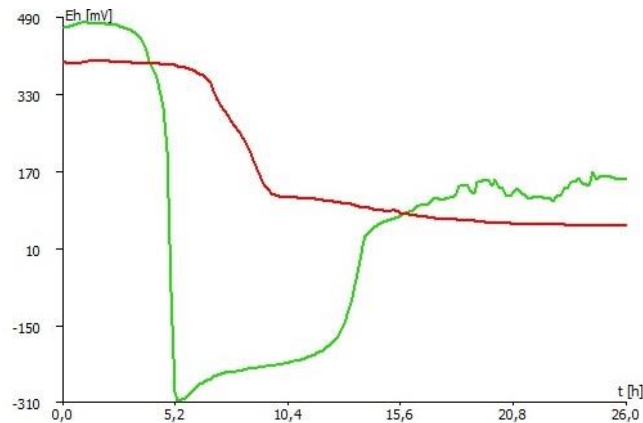
Kutatásunk során összesen 15 különböző mézfajtát vizsgáltunk, melyek adatai a 3. táblázatban láthatók. A mintákat tartalmazó edényzeteket átvételüket követően sorszámmal láttuk el, majd adataikat Excel táblázatban rögzítettük.

3. táblázat: A vizsgálatokban felhasznált mézek adatai

Mintaszám	Fajta	Származás (megye)
1	Hársméz	Zala
2	Akácmez	Zala
3	Fenyőmez	Hargita (Erdély, Románia)
4	Almaméz	Szabolcs-Szatmár-Bereg
5	Akácmez	Szabolcs-Szatmár-Bereg
6	Akácmez	Borsod-Abaúj-Zemplén
7	Repceméz	Bácska (Szerbia)
8	Napraforgóméz	Bácska (Szerbia)
9	Akácmez	Bácska (Szerbia)
10	Vegyes virágméz	Szabolcs-Szatmár-Bereg
11	Vegyes virágméz	Nógrád
12	Vegyes virágméz	Pest
13	Vegyes virágméz	Budapest
14	Vegyes virágméz	Tolna
15	Akácmez	Békés

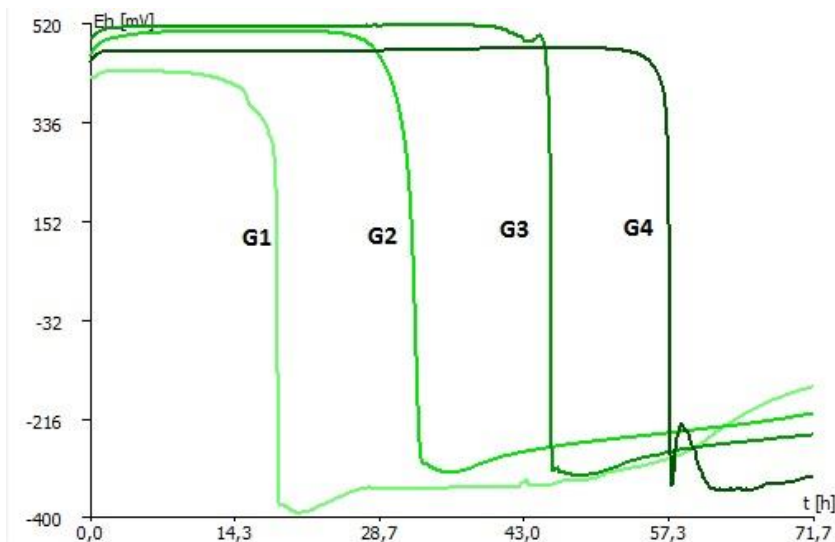
3.3. Redoxpotenciálmérés

A mérési eljárás elvi alapja, hogy a mikroorganizmusok szaporodása során csökken a tápközeg redoxpotenciálja. Ennek oka az oxigénfelhasználás, illetve redukáló anyagcseretermékek keletkezése. A környezet redoxpotenciáljának csökkenése egy meghatározott mikroba koncentráció felett jól detektálható, és a mérés során felvett redox-görbe alakja jellemző az adott mikrobacsoportra (Erdősi, 2014; Reichart et al., 2007). Az 1. ábrán látható az *Escherichia coli* (zöld színnel jelölve) és a *Staphylococcus aureus* (piros színnel jelölve) jellegzetes redox-görbéje.



1. ábra: *Escherichia coli* és *Staphylococcus aureus* redox-görbéje. *Escherichia coli* zöld, *Staphylococcus aureus* piros színnel jelölve

A 2. ábra az *Escherichia coli* példáján szemlélteti, hogy gátló anyag jelenlétében a detektációs idő (TTD) hossza megnő, ez volt a szaporodásgátló hatás értékelésének alapja. Az ábrán 0% (G1), 6% (G2), 8% (G3), 10% (G4) gátló anyagot tartalmazó mérőcellákban felvett redox-görbék láthatók.



2. ábra: *Escherichia coli* redox-görbéi 0% (G1), 6%(G2), 8%(G3), és 10%(G4) gátló anyag koncentrációk esetén.

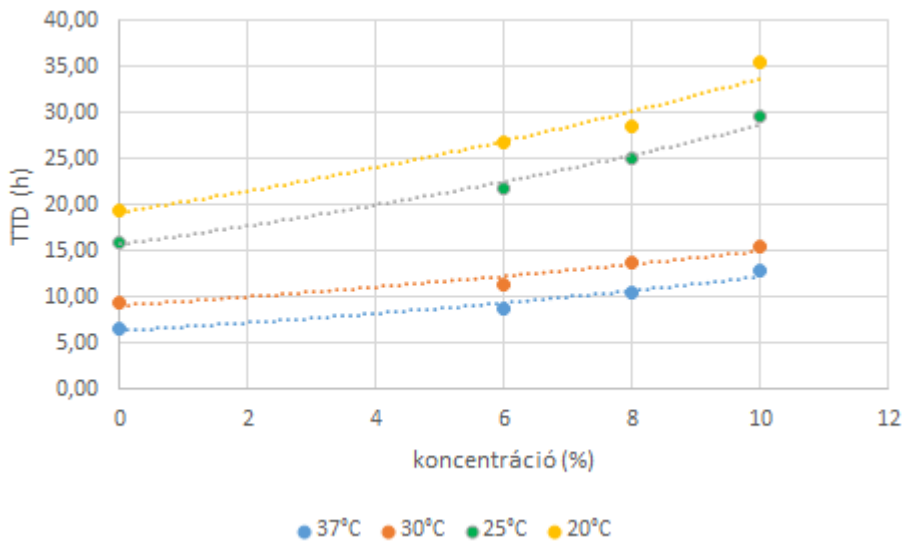
3.4. A vizsgálat menete

100ml oldatot készítettünk 0, 6, 8 és 10 gramm mézből, feles koncentrációjú tripton-szója levessel. Fecskendőszűrővel 10 ml-t sterilre szűrtünk centrifugacsövekbe (4 „sorozat”, 4 hőmérsékletre). *Escherichia coli* (NCAIM B01748), későbbi alkalommal *Staphylococcus aureus* (ATCC 49444), 24 órás ferdeagar tenyészetéről egy kacsnyi (10 μ l) mikrobát szuszpendáltunk 9 ml peptonvízben, majd ennek 2. hígításából 0,1 ml-t pipettáztunk mindegyik csöbe. A mérőcellákban a redox-potenciál mérése a Microtester készülékkel és szoftverrel, Schott Blueline elektródákkal történt 37, 30, 25 és 20°C-on (+/- 1°C). Az elektródákat minden használat előtt 96%-os alkoholban 30 percig, használat után hypoban szintén 30 percen át fertőtlenítettük, majd bő csapvízzel öblítettük, hogy az elektródák felületén mikroba és gátlóanyag ne legyen jelen, mely a mérések eredményét befolyásolná. Alkalmanként 3% hidrogén-peroxid oldattal kezeltük az elektródákat 5 percen át. A mérés az összes csatornán megjelenő TTD-ig, vagy, ennek hiányában, 72 óráig futott.

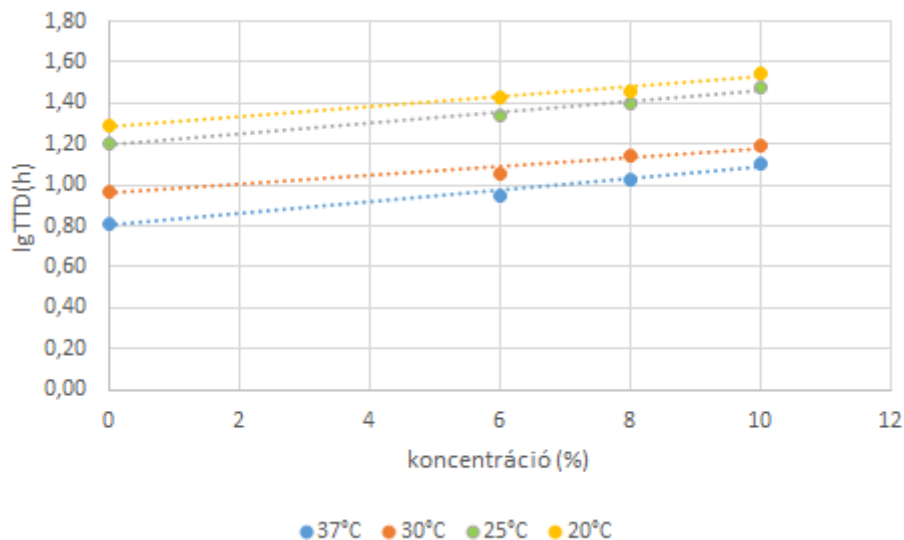
Az adatok feldolgozását Microsoft Office Excel és Statgraphic Centurion 18 program alkalmazásával végeztük.

4. Eredmények

Vizsgálatainkhoz legnagyobb mintaszámban akácméz (5db) és vegyes virágméz (5db) használtunk. A 3. ábrán a 13. számú vegyes virágméz *Escherichia coli* elleni szaporodásgátló hatásának mérési eredményei láthatók. Az ábrán a koncentráció függvényében ábrázoltuk a detektációs idők (TTD) megjelenését 4 különböző hőmérsékleten. A TTD értékek \lg TTD-re történő transzformációjával lineáris görbét kapunk, mely a 4. ábrán kerül bemutatásra.



3. ábra: 13. számú vegyes virágméz eredményei *Escherichia coli* esetében. Detektációs idők (TTD) a koncentráció függvényében ábrázolva 4 hőmérsékleten



4. ábra: 13. számú vegyes virágméz eredményei *Escherichia coli* esetében. A koncentráció függvényében a detektációs idők tízes alapú logaritmus (lgTTD)

Kovariancia analízissel megvizsgáltuk a lgTTD és a koncentráció (%) összefüggést. Ennek során azt találtuk, hogy az egyenesek meredekségében a 4 vizsgált hőmérsékleten nincs szignifikáns különbség, a meredekségek párhuzamosak a különböző hőmérsékleteken. A 4. táblázatban 8 különböző méz minta számított és táblázatos F-értékei láthatók. Amíg a számított F-érték kisebb, mint a táblázatos F-érték, addig teljesül a nullhipotézis, mely szerint az egyenesek meredeksége párhuzamos a vizsgált hőmérsékleteken.

4. táblázat: Kovariancia analízissel számított F-értékek összehasonlítása a táblázatos F-értékekkel 8 darab mézmintánál

Mintaszám	Mézfajta	Vizsgált mikroba	Számított érték	F- Táblázatos érték
1.	hárszék	<i>E. coli</i>	0,25	4,1
1..	hárszék	<i>S. aureus</i>	0,05	4,4
2..	akácméz	<i>S. aureus</i>	1,37	4,4
5.	akácméz	<i>E. coli</i>	1,05	4,1
6.	akácméz	<i>E. coli</i>	0,44	4,1
7.	repceméz	<i>E. coli</i>	0,22	4,1
10.	vegyes virágméz	<i>E. coli</i>	0,22	4,1
13.	vegyes virágméz	<i>E. coli</i>	0,76	4,1

Mivel a 4 vizsgált hőmérsékleten az egyenesek meredekségében nincs szignifikáns különbség, így a továbbiakban csak a 20°C hőmérsékleten kapott eredmények kerülnek ismertetésre.

4.1. Az *Escherichia coli* vizsgálat eredményei

Az akácmézekkel végzett vizsgálatok eredményei az 5. táblázatban láthatók, melyben a 20°C hőmérsékleten a 0, 6, 8, 10%-os koncentrációk mellett mért detektációs idők (TTD) kerülnek bemutatásra, illetve, hogy hány-szorosára nőtt a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes (0 %-os) oldatokhoz viszonyítva (TTD/TTD₀).

5. táblázat: Detektációs idők (TTD) különböző koncentrációjú akácméz minták mellett *Escherichia coli* esetében

mézminták / koncentráció	TTD (óra)			
	0 %	6 %	8 %	10%
2.	23	28,33	33,33	37,17
		[1,23]	[1,45]	[1,62]
5.	16,83	21,33	21,83	24,33
		[1,27]	[1,30]	[1,45]
6.	11,17	11,83	11,83	12,83
		[1,06]	[1,06]	[1,15]
9.	19,17	21	21	22
		[1,10]	[1,10]	[1,15]
15.	13,17	14,17	14,50	15,83
		[1,08]	[1,10]	[1,20]

Megjegyzés: szögletes zárójelben látható, hogy a különböző koncentrációk mellett hányszorosára nőtt a TTD a mézmentes értékhez (TTD₀) képest

Az alábbiak során a vegyes virágmézekkel végzett vizsgálatok eredményei kerülnek bemutatásra. A 6. táblázatban 20°C hőmérsékleten a 0, 6, 8, 10%-os koncentrációk mellett mért detektációs idők (TTD) láthatók, illetve, hogy hányszorosára nőtt a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes (0 %-os) oldatokhoz viszonyítva (TTD/TTD₀).

6. táblázat: Detektációs idők (TTD) különböző koncentrációjú vegyes virágméz minták mellett *Escherichia coli* esetében

mézminták / koncentráció	TTD (óra) [TTD/TTD ₀]			
	0 %	6 %	8 %	10%
10.	17,33	21,33	29,83	31,17
		[1,23]	[1,72]	[1,80]
11.	17,83	29,83	45,00	56,83
		[1,67]	[2,52]	[3,19]
12.	15	17,83	18,67	20,83
		[1,19]	[1,24]	[1,39]
13.	19,50	26,83	28,50	35,50
		[1,38]	[1,46]	[1,89]
14.	19,50	31,67	24,67	25,17
		[1,62]	[1,27]	[1,29]

Megjegyzés: szögletes zárójelben látható, hogy a különböző koncentrációk mellett hányszorosára nőtt a TTD a mézmentes értékhez (TTD₀) képest

Vizsgálataink során több változós regressziós analízissel modelleztük a detektációs idő logaritmusának változását a mézkoncentráció és a hőmérséklet függvényében az akác-, és vegyes virágmézek esetében. Az egyenletben a függő változó a TTD érték tízes alapú logaritmus, a független változók a hőmérséklet és a koncentráció. Az egyenletben szereplő együtthatók közül a hőmérséklet előjele negatív, mivel, ha a környezet hőmérséklete csökken akkor ennek következtében a TTD nő a hőmérsékleti optimumtól történő távolodás miatt. Az egyenletben szereplő együtthatók közül a koncentráció előjele pozitív, mivel a koncentráció növekedését a TTD értékének növekedése kíséri. A felállított egyenlet mindig egy adott mézmintára és egy adott mikrobára vonatkozik. Az *Escherichia coli* esetében végzett vizsgálatok eredményei alapján készített egyenletek a következő táblázatokban láthatók. A 7. táblázatban 3 akácméz minta, a 8. táblázatban 4 vegyes virágméz minta esetében felvett egyenletek és determinációs együtthatók (R²) szerepelnek.

7. táblázat: A detektációs idő logaritmusának változása koncentráció és hőmérséklet függvényében több változós regressziós analízissel *Escherichia coli* esetében akácméz mintáknál

Akácméz minta	Egyenlet	R ²
2.	$\lg TTD(h) = 1,707 - 0,0206 * T(^{\circ}C) + 0,0059 * C (\%)$	0,8257
5.	$\lg TTD(h) = 1,9362 - 0,0342 * T(^{\circ}C) + 0,0120 * C (\%)$	0,9819
6.	$\lg TTD(h) = 1,9267 - 0,0369 * T(^{\circ}C) + 0,0072 * C (\%)$	0,9753

8. táblázat: A detektációs idő logaritmusának változása koncentráció és hőmérséklet függvényében több változós regressziós analízissel *Escherichia coli* esetében vegyes virágméz mintáknál

Vegyes virágméz minta	Egyenlet	R ²
10.	$\lg TTD (h) = 1,8724 - 0,0326 * T (^\circ C) + 0,0263 * C (\%)$	0,9403
12.	$\lg TTD (h) = 1,7615 - 0,0257 * T (^\circ C) + 0,0060 * C (\%)$	0,9787
13.	$\lg TTD (h) = 1,8718 - 0,0290 * T (^\circ C) + 0,0252 * C (\%)$	0,9477
14.	$\lg TTD (h) = 1,5698 - 0,0179 * T (^\circ C) + 0,0264 * C (\%)$	0,8774

Az akác-és vegyes virágmézeken kívül további 5 különböző mézfajta szaporodásgátló hatását vizsgáltuk az *Escherichia coli* baktériummal szemben. A 9. táblázatban a hárs-, fenyő-, és az almaméz esetében 20°C hőmérsékleten a 0, 6, 8, 10%-os koncentráció mellett mért detektációs idők (TTD) láthatók. A táblázatban továbbá látható, hogy hányszorosára nőtt a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes (0 %-os) oldatokhoz viszonyítva (TTD/TTD₀).

9. táblázat: Detektációs idők (TTD) különböző koncentrációjú mézoldatok mellett *Escherichia coli* esetében

méz minta / koncentráció	TTD (óra) [TTD/TTD ₀]			
	0 %	6 %	8 %	10 %
hársméz	18,67	19,33	21,33	28,83
		[1,04]	[1,14]	[1,54]
fenyőméz	18,33	19,17	19,67	20,67
		[1,05]	[1,07]	[1,13]
almaméz	20,33	21,67	19,83	20,5
		[1,07]	[0,98]	[1,01]

Megjegyzés: szögletes zárójelben látható, hogy a különböző koncentrációk mellett hányszorosára nőtt a TTD a mézmentes értékhez (TTD₀) képest

4.2. A *Staphylococcus aureus* vizsgálat eredményei

Az akácmézekkel végzett vizsgálatok eredményei a 10. táblázatban láthatók, melyben a 20°C hőmérsékleten a 0, 6, 8, 10%-os koncentrációk mellett mért detektációs idők (TTD) kerülnek bemutatásra. Továbbá látható, hogy hányszorosára nőtt a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes (0 %-os) oldatokhoz viszonyítva (TTD/TTD₀).

10. táblázat: Detektációs idők (TTD) különböző koncentrációjú akácméz minták mellett *Staphylococcus aureus* esetében

mézminták / koncentráció	TTD (óra) [TTD/TTD ₀]			
	0 %	6 %	8 %	10%
2.	24,83	28,67 [1,15]	31,33 [1,26]	43,17 [1,74]
5.	38,33	73,5 [1,92]	82,5 [2,15]	88,5 [2,31]
9.	23	24,83 [1,08]	26,5 [1,15]	35,67 [1,55]
15.	16	17 [1,06]	17,83 [1,11]	19,5 [1,22]

Megjegyzés: szögletes zárójelben látható, hogy a különböző koncentrációk mellett hányszorosára nőtt a TTD a mézmentes értékhez (TTD₀) képest

A vegyes virágmézekkel végzett vizsgálatok során nagymértékű gátló hatást tapasztaltunk, 72 óra alatti teljes szaporodásgátlás is megfigyelhető volt. A 11. számú minta esetében a mérés során felvett redox-görbe alakja alapján Enterobacteriaceae családba tartozó mikroorganizmus nőhetett túl a *Staphylococcus aureus* baktériumot.

A *Staphylococcus aureus* vizsgálatai során is több változós regressziós analízissel modelleztük a detektációs idő logaritmusának változását a mézkoncentráció és a hőmérséklet függvényében 3 akácméz-, és 2 vegyes virágméz minta esetében. A többi minta esetében a teljes gátlódás, illetve kontamináció miatti kevés adat nem tette lehetővé az egyenletek készítését. A 11. táblázatban az akácmézek, a 12. táblázatban a vegyes virágmézek esetében felvett egyenletek és determinációs együtthatók (R²) szerepelnek.

11. táblázat: A detektációs idő logaritmusának változása koncentráció és hőmérséklet függvényében több változós regressziós analízissel *Staphylococcus aureus* esetében akácméz mintáknál

Akácméz minta	Egyenlet	R ²
2.	$\lg TTD(h) = 2,4907 - 0,0480 * T(^{\circ}C) + 0,0202 * C (\%)$	0,9379
5.	$\lg TTD(h) = 1,7266 - 0,0226 * T(^{\circ}C) + 0,0409 * C (\%)$	0,8091
6.	$\lg TTD(h) = 2,3929 - 0,04649 * T(^{\circ}C) + 0,0241 * C (\%)$	0,8752

12. táblázat: A detektációs idő logaritmusának változása koncentráció és hőmérséklet függvényében több változós regressziós analízissel *Staphylococcus aureus* esetében vegyes virágméz mintáknál

Vegyes virágméz minta	Egyenlet	R ²
10.	$\lg TTD (h) = 2,3765 - 0,0503 * T (^\circ C) + 0,0714 * C (\%)$	0,9174
12.	$\lg TTD (h) = 2,3232 - 0,0497 * T (^\circ C) + 0,0184 * C (\%)$	0,9389

A következő, 13. táblázatban, a hárs-, és fenyő-, és almaméz esetében 20°C hőmérsékleten a 0, 6, 8, 10%-os koncentráció mellett mért detektációs idők (TTD) láthatók. A táblázatban továbbá látható, hogy hányszorosára nőtt a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes (0 %-os) oldatokhoz viszonyítva (TTD/TTD₀).

13. táblázat: Detektációs idők (TTD) különböző koncentrációjú mézoldatok mellett *Staphylococcus aureus* esetében

méz minta / koncentráció	TTD (óra) [TTD/TTD ₀]			
	0 %	6 %	8 %	10 %
hársméz	17,17	20,83 [1,21]	22,33 [1,30]	31,17 [1,82]
fenyőméz	24,5	20,67 [0,84]	24 [0,98]	22,33 [0,91]
almaméz	18,5	17,33 [0,94]	12,67 [0,68]	16,83 [0,91]

Megjegyzés: szögletes zárójelben látható, hogy a különböző koncentrációk mellett hányszorosára nőtt a TTD a mézmentes értékhez (TTD₀) képest

5. Megbeszélés

Méréseink során a kiindulási mikroba koncentráció nagyságrendileg 10^4 cfu/g volt. Eddigi vizsgálatok alapján a TTD megjelenésekor a mikrobaszám nagyságrendileg 10^6 cfu/g. Tehát a detektációs idő ebben az esetben a kiindulási mikrobaszám két nagyságrenddel történő növekedéséhez szükséges időt jelenti.

5.1. Az *Escherichia coli* vizsgálat eredményeinek megbeszélése

Vizsgálataink során 5 akácmézből 5, vegyes virágmézeknél 5 mintából 4 esetében mértünk gátló hatást a mézkoncentrációk függvényében.

Az akácméz mintáknál a legnagyobb mértékű gátló hatást a 2. számú, Zala megyéből származó minta esetében mértünk. A 2. számú minta esetében a TTD megjelenéséhez szükséges idő, 10%-os koncentráció mellett, a mézmentes érték ($TTD_0 = 23$ óra) 1,62-szerese. A legkisebb mértékben a 6. és 9. számú minta gátolta az *Escherichia coli* szaporodását 20°C hőmérsékleten. A 6. számú minta esetében 10%-os koncentráció mellett a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes érték ($TTD_0 = 11,17$ óra) 1,15-szöröse. A 9. számú minta esetében ez az érték szintén 1,15-szörös, itt a mézmentes oldatnál a $TTD = 19,17$ óra. A 6. számú minta az ország Észak-Keleti régiójából, Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből származott, a 9. számú a határon túlról a szerbiai Bácska megyéből.

A vegyes virágméz minták esetében a legnagyobb mértékű gátló hatást a 13. számú minta esetében mértünk. A 13. számú minta esetében a TTD megjelenéséhez szükséges idő, 10%-os koncentráció mellett, a mézmentes érték ($TTD_0 = 19,50$ óra) 1,82-szerese. A legkisebb mértékben a 12. számú minta gátolta az *Escherichia coli* szaporodását 20°C hőmérsékleten. A 12. számú minta esetében a TTD megjelenéséhez szükséges idő a mézmentes érték ($TTD_0 = 15$ óra) 1,39-szerese. A 13. számú minta Budapestről, a 12. számú minta Pest megyéből származott.

A vizsgálatunkban a vegyes virágmézek nagyobb mértékű szaporodásgátló hatást fejtettek ki az *Escherichia coli* baktérium ellen, szemben az akácmézekkel.

Az akác-, és vegyes virágmézek mellett vizsgált 5 különböző mézfajta közül a hársméz szaporodásgátló hatása volt a legnagyobb mértékű, míg a fenyőméz esetében volt a legkisebb mértékű a gátló hatás. Az almaméz esetében ismételt mérések során sem mértünk megfelelő értékeket.

5.2. A *Staphylococcus aureus* vizsgálat eredményeinek megbeszélése

Vizsgálataink során az 5 akácméz minta közül 4 esetében tapasztaltunk gátló hatást a mézkoncentrációk függvényében. A legnagyobb mértékű gátló hatást az 5. számú mintánál mértük. Az 5. számú minta esetében a TTD megjelenéséhez szükséges idő, 10%-os koncentráció mellett, a mézmentes érték ($TTD_0 = 38,33$ óra) 2,31-szerese. A legkisebb mértékben a 15. számú minta gátolta a *Staphylococcus aureus* szaporodását. A 15. számú minta esetében a TTD megjelenéséhez szükséges idő, 10%-os koncentráció mellett, a mézmentes érték ($TTD_0 = 16$ óra) 1,22-szerese. Az 5. számú minta az ország keleti részéről, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyéből, a 15. számú minta Békés megyéből származott.

A vegyes virágméz minták esetében 20°C hőmérsékleten a minták nagy részénél 72 óránál bekövetkezett teljes szaporodásgátlást tapasztaltunk. A 11. számú minta esetében a mérés során felvett redox-görbe alakja alapján Enterobacteriaceae családba tartozó mikroba nőhetett túl a *Staphylococcus aureus* baktériumot.

A fenyő-, és almaméz ismételt mérései során sem mértünk megfelelő értékeket a *Staphylococcus aureus* mikróbával szembeni gátló hatás meghatározásához.

Összehasonlítva az *Escherichia coli* esetében mért értékekkel a vizsgálataink során a *Staphylococcus aureus* bizonyult érzékenyebbnek a különböző mézfajták szaporodásgátló hatásával szemben, mely összhangban van egy tanulmányban (Taormina et al., 2001) a szerzők vizsgálatával, ahol *Staphylococcus aureus* nagyobb fokú érzékenységet tapasztaltak az egyéb vizsgált baktériumokkal szemben, melynek lehetséges oka a méz hidrogén-peroxid tartalma.

5.3. Összegzés

A vizsgálatunkban részt vevő mézfajták közül az akác- és vegyes virágmézek jelentős szaporodásgátló hatással rendelkeznek, továbbá a kutatásunkban részt vett hársmez is hatékony gátló hatással rendelkezett mind az *Escherichia coli* mind a *Staphylococcus aureus* mikróbával szemben. Az általunk vizsgált két baktériumnál a vegyes virágmézek esetében mértünk nagyobb mértékű gátló hatást. Ez alapján felmerülő további kérdések, hogy a vegyes virágmézekkel végzett vizsgálatok során tapasztalt erőteljesebb gátló hatás hátterében ezeknek a mézeknek a változatos összetétele milyen szerepet játszik. A méhek különböző nektárforrások felhasználásával készítik a vegyes virágmézeket, így összetételük az évszakoknak, tájegységeknek megfelelően változhat. Ezért további kutatások végzése javasolt a vegyes virágmézekkel.

Egy vizsgálatban (Grego et al., 2016) agarlyuk diffúziós módszert alkalmaztak különböző mézek, köztük fenyőméz (amely a mézharmat mézek közé tartozik) antimikrobás hatásának vizsgálatához. *Staphylococcus aureus* esetében a legnagyobb gátlási zóna átmérőt (31 mm) a fenyőméz esetében mérték, következésképpen a fenyőméz gátolta a vizsgált minták közül a legnagyobb mértékben a *Staphylococcus aureus* szaporodását. Ez ellentmond a vizsgálatunkban felhasznált fenyőméz eredményeinek, azonban csak 1 minta állt a rendelkezésünkre az említett mézfajtából, így a szaporodásgátló hatásának pontosabb megismeréséhez további vizsgálatok szükségesek.

A fenyőmézen kívül szintén 1 minta állt rendelkezésünkre hárs-, repce-, napraforgó-, és almamézből. Az általunk vizsgált baktériumoknál az almaméz esetében elvégzett ismételt mérések során kapott eredmények alapján felmerül, hogy a méz minta minősége nem volt megfelelő. Az említett mézfajtáknál is további vizsgálatok szükségesek gátló hatásuk megfelelő értékeléséhez.

A különböző tájegységekről származó akác-, és vegyes virágmézek esetében eltéréseket tapasztaltunk a szaporodásgátló hatás mértékében. Ennek hátterében a származási helyek eltérő környezeti adottságainak lehet szerepe, mely befolyásolhatja a mézek összetételét. Ezzel összhangban egy tanulmányban (Cheung et al., 2019) szoros kapcsolatot találtak a különböző mézfajták egyes összetevői, a gyűjtési terület földrajzi adottságai, illetve a flóra összetétele között. A terület azonban további kutatásokat igényel.

Mivel az általunk vizsgált, fogyasztásra alkalmas koncentrációkban is meglehetősen hatásosnak bizonyult a mézek szaporodásgátló hatása a *Staphylococcus aureus* baktériummal szemben, így a felső légúti megbetegedések kiegészítő kezelésében is hatásos lehet, ez a terület azonban további vizsgálatokat igényel.

A kutatásunkban részt vett mézminták hatásosan lassították a vizsgált mikrobák szaporodását, már 6%-os koncentráció mellett is, így a méznek a hőérzékeny élelmiszerek természetes alapú tartósításában is szerepe lehet, különös tekintettel a különböző cukrásztermékekre, melyek nem esnek át hőkezelésen.

A kutatásunk során több változós regressziós analízissel modelleztük a detektációs idő logaritmusának (lgTTD) változását a mézkoncentráció és a hőmérséklet függvényében. A modell a 4 hőmérséklet és 4 koncentrációhoz tartozó értékek felhasználásával készült a különböző méz mintákra. A kapott egyenletek alapján, bizonyos határokon belül, különböző koncentrációkra és hőmérsékletekre megbecsülhető a lgTTD, melyből meghatározható a

TTD. Ez utóbbi alapján látható, hogy mennyi idő szükséges a kiindulási mikrobaszám két nagyságrendnyi növekedéséhez. A koncentráció emelésével a TTD értéke nőni fog. Abban az esetben, ha a hőmérsékletet csökkentjük, ezáltal távolodunk az optimumtól, a TTD szintén nőni fog, ez a tény az élelmiszerek tárolásának szempontjából lehet jelentős. Az általunk készített modell a vizsgált mézoldatokra érvényes, így élelmiszerek, cukrásztermékek esetében külön modellt kellene készíteni.

6. Összefoglalás

Napjainkban az antibiotikum-rezisztens baktériumtörzsek egyre nagyobb kihívást jelentenek mind a humán-, mind az állategészségügyben, ennek következtében megnőtt a jelentősége az egyéb antimikrobás tulajdonságú anyagok vizsgálatának. A házi méh (*Apis mellifera*) által készített méz szaporodásgátló hatását a benne található hidrogén-peroxid, illetve a különböző növényekből származó fenolsavak és flavonoidok, illetve a magas cukortartalma és az ebből adódó alacsony vízkiváltása okozza.

Összehasonlító vizsgálatunk során különböző típusú mézmintákat vizsgáltunk, így információt kapunk az egyes mézfajták antimikrobás hatásairól, *Escherichia coli* és *Staphylococcus aureus*-szal szemben. Kísérleteink során 15 kiskereskedelemben kapható mézet vizsgáltunk; 5 vegyes virág, 5 akác-, és 1-1 egyéb (hárs, napraforgó, erdei fenyő, alma, repce). A kísérleteket 4 hőmérsékleten (37, 30, 25, 20 +/-1°C) és 4 mézkoncentrációban (0, 6, 8, 10%) feles TSB táplevesben végeztük, vizsgálatonként azonos induló mikrobakoncentrációkkal.

A szaporodásgátlás vizsgálatához Microtester készüléket használtunk, amely a redoxpotenciál folyamatos mérése (a detektációs idő megnövekedése) alapján ad felvilágosítást a mikrobák aktivitásának csökkenéséről, amennyiben gátlóanyag van jelen a mérőcellában.

Az eredményeink alapján a mézoldatok már 6% koncentrációtól képesek a mikrobák szaporodását gátolni, ezért alkalmasnak látszanak élelmiszerek eltarthatóságának és biztonságának növelésére, amely kifejezetten fontos lehet a nem hőkezeléssel tartósított élelmiszerekben, és hozzájárulhat a tartósítószer kiváltásához, illetve mennyiségének csökkentéséhez.

A *Staphylococcus aureus*, amely az egyik legjelentősebb baktériumfaj a felső légúti gyulladásos megbetegedésekben, meglehetősen érzékenynek bizonyult a vizsgált (fogyasztásra alkalmas) koncentrációkban, ezért az ilyen betegségek kezelésében is hatásos lehet. Ez azonban további vizsgálatokat igényel, hiszen ebben az esetben rendkívül rövid hatásidőről van szó.

Mivel az egyes mézminták azonos fajtán belül is különböző hatásúnak bizonyultak, az antimikrobás hatás értékelése alkalmas lehet a méz minőségi megítélésére, a mézhamisítás lehetőségének gyors, előzetes vizsgálatára.

7. Summary

Nowadays, antibiotic-resistant bacterial strains are becoming an increasing challenge in both human and animal health, and as a result, the importance of testing other antimicrobial agents has increased. The antimicrobial effect of honey made by the honeybee (*Apis mellifera*) is due to the hydrogen peroxide, phenolic acids and flavonoids from various plants, as well as its high sugar content and the resulting low water activity.

In our comparative study, we tested with different types of honey samples, so we get known about the antimicrobial effects of each honey type against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. In our experiments, we examined 15 honey samples; 5 mixed flowers, 5 acacia, and 1-1 others (linden, sunflower, pine, apple, colza). The experiments were performed at 4 temperatures (37, 30, 25, 20 +/- 1 ° C) and 4 honey concentrations (0, 6, 8, 10%) in TSB broth with the same initial microbial concentrations.

We used a Microtester device, which provides information on the decrease in microbial activity if there is an inhibitor in the measuring cell, based on the continuous measurement of the redox potential (increase in detection time).

Based on our results, honey solutions are able to inhibit the growth of microbes from a concentration of 6%, so they seem to be suitable for increasing the shelf life and safety of food, which can be especially important in non-heat-preserved foods and contribute to reducing preservatives.

Staphylococcus aureus, one of the most significant bacterial species in inflammatory diseases of the upper respiratory tract, has been shown to be quite sensitive at the concentrations studied and may therefore be effective in the treatment of such diseases. However, this requires need further investigation.

As the individual honey samples proved to have different effects within the same variety, the evaluation of the antimicrobial effect may be suitable for assessing the quality of honey and for the rapid, preliminary examination of the honey adulteration.

8. Irodalomjegyzék

- Amtmann, M., 2009. Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Budapest.
- Anjos, O., Campos, M.G., Ruiz, P.C., Antunes, P., 2015. Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. *Food Chem.* 169, 218–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.138>
- Balogh, E., 2010. Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Budapest.
- Balouiri, M., Sadiki, M., Ibsouda, S.K., 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *J. Pharm. Anal.* 6, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Basualdo, C., Sgroy, V., Finola, M.S., Marioli, J.M., 2007. Comparison of the antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated from skin wounds. *Vet. Microbiol.* 124, 375–381. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.04.039>
- Carnwath, R., Graham, E.M., Reynolds, K., Pollock, P.J., 2014. The antimicrobial activity of honey against common equine wound bacterial isolates. *Vet. J. Lond. Engl.* 199, 110–114. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.003>
- Carr, J., 2016. Introduction and anatomy of bees, in: *Managing Bee Health - A Practical Guide for Beekeepers*. 5M Publishing Ltd., Sheffield, pp. 31-32. oldal.
- Cheung, Y., Meenu, M., Yu, X., Xu, B., 2019. Phenolic acids and flavonoids profiles of commercial honey from different floral sources and geographic sources. *Int. J. Food Prop.* 22, 290–308. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1579835>
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T.Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodríguez, P., Manna, P.P., Zhang, J., Bravo Lamas, L., Martínez Flórez, S., Agudo Toyos, P., Quiles, J.L., Giampieri, F., Battino, M., 2018. Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. *Mol. Basel Switz.* 23. <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>
- Czipa, N., 2010. Különböző eredetű mézek összehasonlító vizsgálata és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre. Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola, Debrecen.
- Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., Mohácsiné Farkas, C., 2006. Cukor- és édesipari termékek, in: *Élelmiszer-Mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, p. 282. oldal.
- Erdősi, O., 2014. Gyors mikrobiológiai módszerek fejlesztése és alkalmazása élelmiszer-és környezet-higiéniai vizsgálatokban. Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Doktori Iskola.
- Eteraf-Oskouei, T., Najafi, M., 2013. Traditional and Modern Uses of Natural Honey in Human Diseases: A Review. *Iran. J. Basic Med. Sci.* 16, 731–742.

- Fonyó, A., 2011. A szervezet védekező mechanizmusai, in: Az Orvosi Élettan Tankönyve. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp. 575-577. oldal.
- Gaál, C., 2012. Sebekről, in: Sebészet. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp. 241-242. oldal.
- Gálfi, P., Csikó, G., Jerzsele, Á., 2015a. Fertőtlenítőszer (Dezinficiensek és antiszeptikumok), in: Állatorvosi Gyógyszertan III. Robbie-Vet Kft., Budapest, pp. 45-48. oldal.
- Gálfi, P., Csikó, G., Jerzsele, Á., 2015b. Bevezetés a kemoterápiába, in: Állatorvosi Gyógyszertan III. Robbie-Vet Kft., Budapest, p. 70. oldal.
- Grego, E., Robino, P., Tramuta, C., Giusto, G., Boi, M., Colombo, R., Serra, G., Chiadò-Cutin, S., Gandini, M., Nebbia, P., 2016. Evaluation of antimicrobial activity of Italian honey for wound healing application in veterinary medicine. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 158, 521–527. <https://doi.org/10.17236/sat00075>
- H, B., A, B., B, M., 2017. Antibacterial effect of polyphenols extracted from different honeys against methicillin-resistant staphylococcus aureus. *Clin. Investig.* 7, 1–5. <https://doi.org/10.4172/Clinical-Investigation.1000103>
- Hadi, H., Omar, S., Awadh, A., 2016. Honey, a Gift from Nature to Health and Beauty: A Review | Request PDF [WWW Document]. ResearchGate. <https://doi.org/10.5920/bjpharm.2016.05>
- Kasparné Szél, Z., 2006. Selyemkóróméz kémiai vizsgálata és összehasonlítása az akácmézzel. Budapest.
- Laczay, P., 2018a. Kórokozó mikroorganizmusok az élelmiszerekben, in: Élelmiszer-Higiénia Élelmiszerlánc-Biztonság. A/3 Nyomdaipari és Kiadói Szolgáltató Kft., Budapest, pp. 48–70.
- Laczay, P., 2018b. Mikroorganizmusok szaporodása és pusztulása, in: Élelmiszer-Higiénia Élelmiszerlánc-Biztonság. A/3 Nyomdaipari és Kiadói Szolgáltató Kft., Budapest, pp. 32–34. oldal.
- Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 2009.
- Magyar Méhészeti Nemzeti Program, 2019. . Agrárminisztérium, Budapest.
- Mándi, Y., 2011. Antibiotikum érzékenységi vizsgálatok, in: Orvosi Mikrobiológia És Immunológia Gyakorlati Jegyzet. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp. 52–53.
- McLoone, P., Warnock, M., Fyfe, L., 2016. Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* Wei Mian Yu Gan Ran Za Zhi 49, 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2015.01.009>
- Moussa, A., Noureddine, D., Abdelmelek, M., Saad, A., 2012. Antibacterial activity of various honey types of Algeria against Pathogenic Gram–Negative Bacilli: *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* 2, 211–214. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60048-6)

- O'Dwyer, L., Tatton, B., 2007. Open wound management, in: *Wound Management in Small Animals - A Practical Guide for Veterinary Nurses and Technicians*. Elsevier Butterworths Heinemann, Edinburgh, pp. 62-63. oldal.
- Pál, T., 2013. Részletes bakteriológia, in: *Az Orvosi Mikrobiológia Tankönyve*. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp. 257-292. oldal.
- Paládi-Kovács A., Andrásfalvy B., Balassa I., Égető M., Gráfik I., Gunda B., Kotics J., Petercsák T., Selmeczi Kovács A., Solymos E., Szabadfalvi J., Szilágyi M., 2001. MAGYAR NÉPRAJZ II. GAZDÁLKODÁS [WWW Document]. URL <http://mek.niif.hu/02100/02152/html/02/index.html> (accessed 8.28.20).
- Reichart, O., Szakmár, K., Jozwiak, Á., Felföldi, J., Baranyai, L., 2007. Redox potential measurement as a rapid method for microbiological testing and its validation for coliform determination. *Int. J. Food Microbiol.* 114, 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.08.016>
- Ruff, J., 2007a. A méhcsalád, mint életközösség, in: *A Méhészmester Könyve, Mestergazda Könyvek*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, pp. 37-43. oldal.
- Ruff, J., 2007b. A mézelő méh bonc-és élettanának rövid összefoglalása, in: *A Méhészmester Könyve, Mestergazda Könyvek*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, pp. 27-28. oldal.
- Ruff, J., 2007c. A méhcsalád tevékenységei és képességei, in: *A Méhészmester Könyve, Mestergazda Könyvek*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, pp. 47-48. oldal.
- Ruff, J., 2007d. A méhészeti termékek előállítása és a hozzájuk kapcsolódó munkák, in: *A Méhészmester Könyve, Mestergazda Könyvek*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, pp. 75-92. oldal.
- Szakmár, K., Reichart, O., Erdősi, O., Fekete, Z., 2009. Redoxpotenciál-méréseken alapuló gyorsmódszer nyers tej mikrobaszámának meghatározására. *Magy. Állatorvosok Lapja* 365–372.
- Szakmár, K., Reichart, O., Szatmári, I., Erdősi, O., Szili, Z., László, N., Körmöczy, P.S., Laczay, P., 2014. In vitro study on the effect of doxycycline on the microbial activity of soil determined by redox-potential measuring system. *Acta Microbiol. Immunol. Hung.* 61, 317–328. <https://doi.org/10.1556/amicr.61.2014.3.6>
- Szalaiiné Mátray, E., 2002. A méhek általános ismertetése, in: *Méh, Gazdasági Állataink-Fajtatan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 9-18. oldal.
- Szilvassy, B., 2014. Élelmi növények polifenol készletének vizsgálata tömegspektrometriás módszerekkel. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Budapest.
- Taormina, P.J., Niemira, B.A., Beuchat, L.R., 2001. Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. *Int. J. Food Microbiol.* 69, 217–225. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00505-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00505-0)

Tseng, S.-H., Lee, C.-M., Lin, T.-Y., Chang, S.-C., Chang, F.-Y., 2011. Emergence and spread of multi-drug resistant organisms: think globally and act locally. *J. Microbiol. Immunol. Infect. Wei Mian Yu Gan Ran Za Zhi* 44, 157–165.
<https://doi.org/10.1016/j.jmii.2011.03.001>

Varga, J., Rusvai, M., Fodor, L., 2018a. Staphylococcusok okozta betegségek, in: *A Háziállatok Fertőző Betegségei*. MÁOK Kft., Budapest, pp. 67-70. oldal.

Varga, J., Rusvai, M., Fodor, L., 2018b. Enterobacteriumok okozta betegségek, in: *A Háziállatok Fertőző Betegségei*. MÁOK Kft., Budapest, p. 117120. oldal.

9. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Szakmár Katalinnak és Dr. Tózsér Dórának, akik idejüket és energiájukat nem kímélve segítették TDK dolgozatom elkészülését.

Köszönettel tartozom az Állatorvostudományi Egyetem Hutýra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum dolgozóinak, hogy munkájukkal hozzájárultak TDK dolgozatom elkészítéséhez.

Továbbá köszönettel tartozom a családomnak és barátaimnak, akik végig támogattak tanulmányaim során.

Végül, de nem utolsó sorban, köszönettel tartozom évfolyamtársaimnak, akik az ország különböző vidékeiről hozott mézmintákkal hozzájárultak kutatásunk megvalósításához.

„A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: AZ EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005, címe: Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával)”

„The Project is supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund (grant agreement no. EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005, project title: „Strengthening the scientific replacement by supporting the academic workshops and programs of students, developing a mentoring process)”

10.Nyilatkozatok

Témavezetői nyilatkozat

Alulírott Dr. Szakmár Katalin és Dr. Tózsér Dóra, mint témavezetők nyilatkozunk, hogy Császár Dorottya állatorvostan-hallgató „Különböző típusú és származású mézek antimikrobás hatásának vizsgálata” c. dolgozata részt vehet az Állatorvostudományi Egyetem 2020. évi Tudományos Diákköri Konferenciáján.

Budapest, 2020. 10. 21.



témavezetők

HuVetA

ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: CSÁSZAR DOROTTYA
Elérhetőség (e-mail cím): dorotty.csaszar91@gmail.com
A feltöltendő mű címe: KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ ÉS SZÁRMAZÁSÚ MÉZEK ANTIKVIZSÁGOS
HATÁSAINAK VIZSGÁLATA
A mű megjelenési adatai: 2020
Az átadott fájlok száma: 1

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatssa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címekre) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:



Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörő módon visszaélné.

Budapest, 2020. év10.....hó24.....nap



aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutýra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*