

Diplomamunka

Németh Réka
2020.

ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZER-HIGIÉNIAI TANSZÉK

**Mézminőség és mézhamisítás vizsgálata redoxpotenciál
méréssel**
TDK dolgozat

Készítette: Németh Réka
VI. évfolyam, állatorvostan hallgató

Témavezetők: Dr. Szakmár Katalin, tudományos főmunkatárs és
Dr. Tőzsér Dóra, tudományos segédmunkatárs

Budapest
2020.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1. A méz meghatározása	4
2.2. A méz keletkezése.....	4
2.2.1. A nektár	4
2.2.2. A mézharmat.....	5
2.2.3. A méz keletkezése	5
2.3. A méz minőségi követelményei.....	6
2.4. A méz érzékszervi, fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai	7
2.4.1. A méz összetétele.....	7
2.4.2. A méz biológiai tulajdonságai.....	9
2.5. A méz antimikrobiális hatása.....	10
2.6. A méhészet Magyarországon	11
2.7. A magyar méz minőségének védelme.....	12
2.8. A kutatás során felhasznált mézfajták bemutatása	12
2.8.1. Akácméz	12
2.8.2. Vegyes virágméz.....	12
2.8.3. Hársmez	13
2.8.4. Repceméz.....	13
2.8.5. Selyemfűméz	13
2.8.6. Napraforgóméz	13
2.8.7. Fenyőméz.....	14
2.9. A mézhamisítás	14
2.9.1. Az élelmiszerhamisítás fő célpontja.....	14
2.9.2. Hamisítási módszerek	14
2.9.3. A mézhamisítás ellenőrzése	15
2.10. A redoxpotenciál mérés	17
3. Célkitűzések.....	19

4. Anyag és Módszer	20
4.1. Felhasznált mézfajták	20
4.2. A redoxpotenciál mérés	20
4.2.1. Staphylococcus aureus és Escherichia coli vizsgálata általános táplevesben.....	20
4.2.2. Escherichia coli vizsgálata szelektív BBL-ben	21
4.2.3. Redoxpotenciál görbék értékelése	22
4.2.4. Minőségi, hamisítási vizsgálat	23
5. Eredmények	24
5.1. Detektációs idők 5%, 10%, 15% és 20% méztartalom mellett	24
5.2. A NÉBIH-ÉLI laboratóriumi vizsgálatának eredményei	28
6. Megbeszélés/Következtetések	32
7. Összefoglalás	35
8. Summary	36
Irodalomjegyzék	37
Köszönetnyilvánítás	40

1. BEVEZETÉS

A méhészkedés története egyidős az emberiséggel. Az egészségre gyakorolt pozitív hatásának köszönhetően már ősidők óta fontos szerepet játszik az emberek táplálkozásában. Az első bizonyíték a méhek és az ember kapcsolatáról egy kb. 16000 éves barlangrajz a cro-magnoni ősemberek idejéből, a spanyolországi Arana-barlangból, melyen egy lépesmézet szedő lány látható méhek között (Kardeván, 2011).

A méz igazán értékes termék, hiszen rengeteg pozitív hatása ismert: prebiotikus, antioxidáns, antibakteriális, antivirális, antikarcinogén és antifungális tulajdonságai mellett megfigyelték gyulladáscsökkentő (Wang et al., 2015) és sebgyógyító hatását is. Ez utóbbi annak tulajdonítható, hogy tömény cukoroldat lévén dehidratálja a seben előforduló baktériumokat, valamint a sebből szivárgó nedvek semlegesítik a savasságát, ezzel aktiválva a mézben lévő glükóz-oxidázt, felszabadítva kis mennyiségű hidrogén-peroxidot, amely oxidáló hatásának köszönhetően szintén baktericid. A mézfogyasztás segíti az emésztést a benne lévő szerves savakkal, könnyű felszívódó képessége és magas energiatartalma miatt ajánlott betegeknek, túlzott soványságra és gyermekeknek is. Leírták már enyhe nyugtató és alvást segítő hatását, gyakran alkalmazzák torokfájás, illetve köhögés ellen, de gyógyították már mézzel a *Helicobacter pylori* okozta gyomorfekélyt is. A mézben található, nagy mennyiségű glükóz fokozza az inzulin-termelést, ezáltal, valamint savtartalmának köszönhetően étvágyjavító tulajdonsága is ismert (Amtmann, 2009). Segíti bizonyos ásványi anyagok, például a vas felszívódását, a benne lévő flavonoidok pedig antiallergén, tromboziszgátló és értágító hatással is rendelkeznek (Al-Mamary et al., 2002). Ugyan vitamintartalma nem jelentős, de a benne jelenlévő B₃-, B₅, B₆-, B₇-, B₉-, C-, K-vitaminok és acetilkolin javítja a bélflóra összetételét (Tamás, 2017).

Mivel a jó minőségű, ellenőrzött méz igencsak drága, ám mégis nagyon népszerű termék, már az 1970-es évek óta célpontja a különböző hamisítási módoknak (Bázár et al., 2016). Annak érdekében, hogy világszintű hírnevét és a fogyasztók bizalmát is megőrizzék, évek óta foglalkoznak a legkülönfélébb megbízható, mégis gyors és egyszerű módszerek felkutatásával, amikkel kiszűrhetőek a nem megfelelő minőségű vagy hamisított mézek.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A méz meghatározása

A Magyar Élelmiszerkönyv megfogalmazása szerint „A méz az *Apis mellifera* méhek által a növényi nektárból vagy élő növényi részek nedvéből, illetve növényi nedveket szívó rovarok által az élő növényi részek kiválasztott anyagából gyűjtött természetes édes anyag, amelyet a méhek begyűjtenek, saját anyagaik hozzáadásával átalakítanak, raktároznak, dehidrálnak, és lépekben érlelnek”.

Eredet szerint megkülönböztetünk virágmézet, mely a növények nektárjából származik, valamint édesharmatmézet, amely a növényi nedvet szívó rovarok által az élő növényi részek kiválasztott anyagából, vagy nedvéből nyert méz. Előállítás és megjelenési mód szerint beszélhetünk lépesmézről, darabolt lépesmézről, csorgatott (a lépek felnyitása után kicsurgatással nyerik) és pergetett (a lépekből centrifugálással nyerik) mézről, sajtoló (45°C-ot meg nem haladó hő alkalmazásával, vagy anélkül, sajtolással nyert) és filtrált (olyan szűrés módszer, amely esetében az idegen szerves és szervetlen anyagok eltávolítása mellett a virágportartalom jelentős csökkenése is megfigyelhető) mézről. Az úgynevezett sütő-főző méz ipari felhasználásra alkalmas, vagy az élelmiszerekben összetevőként további feldolgozásra kerülő méz. Ez lehet idegen ízű és szagú, erjedésnek indult, megerjedt, vagy túlmelegített is (*Magyar Élelmiszerkönyv*, 2017).

2.2. A méz keletkezése

2.2.1. A nektár

A nektár a növények nektármirigyeinek édes, viszkózus szekréta, melyekből kétféle különböztetünk meg: virágban lévő és virágon kívülit, de elmondható, hogy a virágszövetek minden fajtáján megtalálható. A nektár egy vizes cukoroldat, melynek kémiai összetétele erősen változik a fajtól függően – ennek függvényében cukortartalma is 3% és 80% között változhat. Leginkább fruktóz, glükóz és szacharóz tartalma jelentős, de emellett tartalmaz fehérjéket, sókat, savakat, valamint illóolajokat is. A méz színanyagai is részben a nektárban található pollenekből származnak (Amtmann, 2009).

2.2.2. *A mézharmat*

Az édesharmat, vagy mézharmat a méz másik fontos alapanyaga. Az olyan területen, ahol nagy kiterjedésű erdők találhatóak, a méhek előszeretettel gyűjtik a leveleken található mézharmatot is. Termeléséért általában levéltetvek, levélbolhák és kabócák felelősek. Az édesharmat szacharózt és fruktózt tartalmazó vizes oldat (Amtmann, 2009).

2.2.3. *A méz keletkezése*

Az úgynevezett tiszta fajtaméz, vagy uniflorális méz csak azokról a növényekről nyerhető, amelyekből egy helyen egyszerre sok virágzik. Vegyes virágméz esetén több faj nektárja vegyül össze a kaptárban. Fajtamézhez a méhészt abban az esetben jut, ha az adott növény virágzásának végén pergeti ki a lépeket. Azonban sok esetben a pergetéshez megvárják, míg minden lép megtelik, ilyenkor a mézek keveredhetnek. Így egy adott méz összetételét egyedül a méhészt szavatolhatja (Bryant and Jones, 2001).

A méz keletkezése során a méh először felszívja a nektárt a szipókájával, amely a potroh belsejében folytatódik, ott úgynevezett mézhólyaggá vagy mézgyomorrá táguul. Innen a nektár az előgyomorba, vagy proventriculusba folyik át, ez szűri meg és szabályozza a méh gyomrába jutó táplálékot. Ilyenkor a méh oda-vissza szívja a nektárt, ezzel eltávolítva a pollen és a gombaspórák egy részét, amelyek költésrohadást okozhatnak (Bryant and Jones, 2001).

Az érési folyamat a kaptárban következik be, ennek két fő fázisa van. Az elsőben a nektárcseppet a gyűjtést végző méhek átadják a dolgozó méheknek, akik a mézhólyagjukból ki- és beszívják gyors egymásutánban, nagyjából 20 percen keresztül, miközben a meleg kaptárlevegővel érintkezve víztartalmának egy részét elveszíti. Ez lesz a félig érett méz, amelyben már a többszöri felszívás során megtalálhatók a méh szervezetéből átkerült savak, enzimek és hormonok is. A második fázis során ez a félig érett méz bekerül a lépsejtekbe, majd kezdetét veszi egy passzív besűrítési fázis. A sejtek nyitottak, így segítve minél több víz elpárolgását, melyre a méhek is rásegítenek szárnyuk rebegetésével. Az átszellőzés érdekében a méhek másik sejtekbe is átszállítják a mézet, eközben fontos enzimek is keverednek bele, például diasztáz, foszfatáz, kataláz és oxidáz. Így alakul ki a méz végleges összetétele (Zander and Koch, 1975).

2.3. A méz minőségi követelményei

A méz túlnyomórészt fruktózból és glükózból, valamint szerves savakból, enzimekből és a begyűjtött mézben fellelhető szilárd részecskékből áll. Színe az egészen színtelentől a sötétbarnáig terjedhet, állaga szintén változatos: folyékony, sűrűn folyó, részben vagy egészen kristályos. Aromája, íze a növényi eredettől függ.

A Magyar Élelmiszerkönyv követelményei alapján „a mézhez – a fogyasztói forgalomba kerülő mézhez vagy az emberi fogyasztás céljára készült termékekben való felhasználás során – más élelmiszer összetevő, valamint a mézen kívüli egyéb anyag nem adható hozzá” – azaz összetételétől idegen szerves vagy szervetlen anyagoktól kötelező mentesnek lennie. A sütőfőző méz kivételével nem lehet idegen íze, nem indulhat erjedésnek, savtartalmát mesterségesen nem változtathatják, és melegíteni sem lehet úgy, hogy a benne természetes módon előforduló enzimek inaktiválódjanak vagy elpusztuljanak.

Hogy a méz fogyasztói forgalomba kerülhessen, vagy emberi fogyasztás céljára készült termékekben lehessen felhasználni, az 1. táblázatban olvasható minőségi követelményeknek kell megfelelnie.

1. táblázat: Az emberi fogyasztásra szánt méz minőségi követelményei a Magyar Élelmiszerkönyv (2017.) előírásai alapján

<i>Fruktóz- és glükóztartalom</i> <i>virágméz</i> <i>édesharmatméz, virágméz és</i> <i>édesharmatmézkeverékei</i>	legalább 60 g/100 g legalább 45 g/100 g
<i>Szacharóztartalom</i> <i>általában</i> <i>akác, lucerna, banks-cserje, baltavirág,</i> <i>vöröslő eukaliptusz, hócserje, citrusfélék</i> <i>levendula, borágó</i>	legfeljebb 5 g/100 g legfeljebb 10 g/100 g legfeljebb 15 g/100 g
<i>Nedvességtartalom</i> <i>általában</i>	legfeljebb 20%
<i>Vízben oldhatatlan szilárdanyag-tartalom</i> <i>általában</i>	legfeljebb 0,1 g/100 g
<i>Elektromos vezetőképesség</i> <i>mézek általában, kivéve a szelídgesztenye-,</i> <i>édesharmatméz és ezek keverékei</i>	legfeljebb 0,8 mS/cm

<i>Savfok általában</i>	legfeljebb 50 mEq/1000 g
<i>Diasztázaktivitás (Schade-skála szerint) általában, kivéve sütő-főző mézet</i>	legalább 8
<i>Hidroxi-metil-furfurol (HMF)-tartalom általában, kivéve sütő-főző mézet</i>	legfeljebb 40 mg/kg

2.4. A méz érzékszervi, fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai

2.4.1. A méz összetétele

A méz színe igen változatos skálán mozog, egészen átlátszótól a fehéren át, a sötét sárgáig, de lehet akár vörös, söt, fekete is (González-Miret et al., 2007). A szín kialakulásában legmeghatározóbb tényező a növényi eredet és a kezelési mód, de szerepet játszik benne továbbá a gyűjtés ideje, az éghajlati viszonyok, az ásványi anyag tartalom, valamint a nektáreredetű színanyagok is (Nikovitz, 1983).

A méz aromáját és illatát szintén a növények eredete határozza meg, konzisztenciája pedig a méz fajtájától, tárolási időtől, a hőmérsékletingadozástól, illetve a benne jelenlévő glükóz-fruktóz arányától függ. Tárolás során a méz halmazállapota megváltozhat, opálosodni kezd, kikristályosodik, ennek viszont nincs hatása a méz kémiai tulajdonságaira (Tamás, 2017).

2.4.1.1. Elektromos vezetőképesség

A méz elektromos vezetőképességét a benne található ásványi anyagok, fehérjék és szerves savak koncentrációja határozza meg. A méz vezetőképessége nagyban függ a kálium- és prolin tartalomtól, ezek alapján a mézfajták elkülöníthetők egymástól (Bogdanov et al., 2004).

2.4.1.2. Higroszkóposság

A méz képes a levegő nedvességtartalmát megkötni. Azt, hogy ez milyen mértékben lehetséges, a cukor tartalom és a levegő nedvességtartalma határozza meg (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013).

2.4.1.3. pH-érték

A méz pH-ja alacsony, 3,6-4,5 között mozog, ám ez a fogyasztás során nem érezhető. A benne található szerves savak járulnak hozzá a savasságához, illetve ezek is szerepet

játszanak a mézfajták jellegzetes zamatának kialakításában, valamint védelmet biztosítanak a mikroorganizmusokkal szemben is, hiszen fokozzák az antibakteriális és antioxidáns aktivitást is (Tamás, 2017).

2.4.1.4. *Víztartalom, vízaktivitás*

A nektár kezdeti, 30-90%-os víztartalma a mézérlelés során 18-20%-ra csökken. A víztartalom nagy mértékben befolyásolja az adott méz eltarthatóságát, mert elősegíti az erjedési folyamatok beindulását (Zander and Koch, 1975).

A méz vízaktivitása rendkívül alacsony ($a_w < 0,6$). Mivel ilyen vízaktivitás érték mellett a mikroorganizmusok többsége képtelen benne szaporodni, ez szintén hozzájárul az antibakteriális, antivirális, antifungális hatáshoz (Laczay, 2018).

2.4.1.5. *Szénhidrátok*

A méz szárazanyagtartalmának 85-95%-át teszi ki a fruktóz és a glükóz, valamint szinte minden mézben jelen van az ezekből álló szacharóz, azaz répacukor. Utóbbi mennyiségét a nektáreredet, a tárolási idő és a méh nyelv alatti mirigyéből származó invertáz (α -glükózidáz) enzim befolyásolja, amely a szacharózt fruktózzá és glükózzá bontja (Nikovitz, 1983).

2.4.1.6. *Aminosavak, fehérjék*

A méz aminosav-tartalma a szárazanyagtartalom nagyjából 1%-át teszi ki, ennek legnagyobb része a méhektől származó prolin, valamint fenilalanin, hisztidin és triptofán (Frank, 2006). A méz fehérjetartalma a méz érlelése során a méhek mirigyváladékából és a virágporból származik, átlagos tartalma 1-1,5% körül van (Baroni et al., 2002).

2.4.1.7. *Enzimek*

A mézben enzimek is találhatóak, ezek vagy a méhektől, vagy a nektárból, vagy a mézben előforduló mikroorganizmusoktól származnak. A három legjelentősebb a már korábban tárgyalt invertáz, a diasztáz és a glükóz-oxidáz.

A diasztáz (α - és β -amiláz) a méhek garatmirigy-váladékából kerül a mézbe, a keményítőt bontja maltózzá (Kardos et al., 2001). Ez az enzim a mézminősítés fontos paramétere, mert a hosszú tárolás vagy melegítés inaktiválja. A glükóz-oxidáz szintén a méhek garatmirigy-váladékából származik, ez a glükózt bontja glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá, mely utóbbi egy újabb oka a méz antimikrobiális és sebgyógyító hatásának. A kis mennyiségben előforduló kataláz pedig a hidrogén-peroxidot bontja vízre és oxigénre (Amtmann, 2009).

2.4.1.8. *Vitaminok és egyéb anyagok*

A mézben kizárólag vízben oldódó vitaminok találhatóak: B₁-, B₂-, B₃- B₅-, B₆-, B₇-vitamin, C-vitamin és K-vitamin. Előfordulnak még benne illóolajok, flavonoidok, gyanta, terpénszármazékok, valamint kolin és acetilkolin is. De ezeket mind igen kis mennyiségben tartalmazza. Az illékony anyagok járulnak hozzá – az íz, különböző fizikai faktorokkal együtt – a méz jellegzetes aromájának kialakításához (Tamás, 2017).

2.4.1.9. *Ásványi anyagok*

A méz ásványianyag-tartalma függ a növényi eredettől, a talaj tulajdonságaitól és a kezeléstől is. Összetételének mindössze 0,1-0,2%-át adja, ennek jelentős része kálium, kisebb mennyiségben felfedezhető még klór, kén, nátrium, foszfor, kalcium és magnézium is. Az ásványianyagok mennyisége összefügg a méz színével, minél sötétebb, annál több van benne (Tuzen et al., 2007).

2.4.1.10. *Hidroxi-metil-furfurol tartalom*

Ez egy ciklikus polipeptid, a mézben található hexózok bomlásterméke, sav jelenlétében képződik fruktózból. Keletkezhet természetes úton, a monoszacharidok sav hatására történő lebomlásával, vagy a redukáló cukrok és aminosavak között lejátszódó Maillard-reakció révén. A HMF csak melegítés, hosszú tárolás során keletkezik, a friss mézben nincs, vagy csak nagyon minimális mennyiségben van jelen. Valamint abban az esetben is mérhető a szintje, ha a mézhez invertcukrot adtak, így hamisításról is jó információt adhat (Tamás, 2017).

2.4.2. *A méz biológiai tulajdonságai*

A mézben lehetnek mikrobiális eredetű szennyezések, melyek egy része a növényekből származik, másik része viszont a helytelen kezelés, tárolás vagy feldolgozás eredménye. Mivel a méz nem nyújt számukra megfelelő körülményeket, kis mennyiségben nem okoznak gondot. Azonban a szakszerűtlen kezelés, a szennyezett eszközök vagy a nedves helyen történő tárolás, amely a méz erjedéséhez vezet, hozzájárulhat a felszaporodásukhoz (Migdał et al., 2000).

A mézben előforduló mikroorganizmusok elsődlegesen az élesztők, úgy mint *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* és *Torula-fajok*, de megtalálhatók benne aerob *Bacillus* és anaerob *Clostridium* spórák is. (Tamás, 2017) Az utóbbiak jelenléte különösen veszélyes csecsemőkre és kisgyerekekre, akiknek még nincs kifejlett immunrendszerük – toxikoinfekciót

okozhatnak, hiszen kicsírázásukat a még fejletlen bélflóra nem akadályozza meg (Lacza, 2018).

Nektár-és virágporgyűjtés közben a mézbe kerülhetnek pollenek is. Ez jó mutatója a fajtajellegnek. Egy méz akkor nyilvánítható fajtaméznek pollentartalom alapján, ha az adott növény pollenjét legalább 45%-ban tartalmazza (Molan, 1996).

2.5. A méz antimikrobiális hatása

Mivel a kutatásunk alapja a méz antimikrobiális hatásának vizsgálata volt, így fontos kitérni arra is, hogy ez pontosan milyen komponenseknek köszönhető. Előzetes vizsgálataink során kiderült, hogy a mézek több, mint 80%-át alkotó cukroknak ebben csupán elenyésző szerepe van. 10% méz esetén a mért detektációs idő 22,67 óra volt, azaz ennyi idő kellett a mikrobák elszaporodásához, míg ezek az idők 8,2% szacharóz és 8,2% glükóz esetén (kiindulva a mézek átlagos 82%-os összes cukor tartalmából) 3,67 és 4,33 óra voltak (Mueller, 2014).

Az antimikrobiális hatást fokozzák a mézben található olyan anyagok, amelyek a méhek által kerülnek bele, például lizozimek, flavonoidok és polifenolok. Továbbá a növényi eredetű metilglioxál és egy antimikrobiális peptid, az úgynevezett defenisin-1 is része a mikrobaszaporodást gátló mechanizmusokban (Lehmann et al., 2019). Utóbbival kapcsolatban kimutatták, hogy szintje a mézben meglehetősen alacsony és hatása sokkal inkább a sebkezelésben mutatható ki, ahol a re-epitelizációs folyamatot stimulálja. Emellett nemrégiben felfedeztek egy másik antimikrobiális peptidet, a hymenoptaecint, de koncentrációja ennek is elenyésző és még csak néhány mézmintában tudták kimutatni. Emiatt gátló hatásának mechanizmusa is kérdéses (Godocikova et al., 2020).

A dolgozó méhek által a nektárhoz hozzáadott glükóz-oxidáz enzim hatására a mézben hidrogén-peroxid (H_2O_2) keletkezik. A glükóz-oxidáz inaktív állapotban található az érett mézben, azonban amikor a mézet felhígítják, az enzim a β -D-glükózt H_2O_2 -ra és D-glukonsavra bontja. Bizonyos fémek jelenlétében a H_2O_2 lebomlik reaktív oxigéngyökökre, ami lipid peroxidációhoz, ezáltal pedig a mikrobák pusztulásához vezet. Mennyisége a mézben függ a méz fajtájától, korától, tárolási körülményeitől, a hígítás mértékétől és a hígítás óta eltelt időtől (Lehmann et al., 2019).

Egy kutatás során kimutatták, hogy a H_2O_2 bakteriosztatikus és DNS degradáló aktivitása a bakteriális sejtekre legfőképpen attól függ, hogy az adott baktériumok hogyan reagálnak az

oxidatív stresszre, illetve a növekedési fázisuktól és attól, hogy spórás baktériumról van-e szó, vagy sem (Brudzynski et al., 2011).

2.6. A méhészet Magyarországon

Magyarország méhészeti szempontból kedvező természeti adottságokkal rendelkezik, így ez az egyik fő oka annak, hogy az ország mezőgazdaságának egyik kiváló minőségű terméket előállító ágazata a méhészet. A virágzás időszaka hosszú kiterjedésű, emellett gazdag az ország növényvilága is. Továbbá nagy kiterjedésűek a termőterületek, ráadásul az országra nem jellemző a génmódosított növények termesztése (Kardeván, 2011). A krajnai méhvel rendelkezünk, amely ezen a tájon őshonos fajta, a hazai ökológiai körülményekhez jól alkalmazkodott (www.ksh.hu).

Az OMME nyilvántartásában 17,5 ezer méhészetet regisztráltak, a hivatásos, 150 méhcsaládnál nagyobb méhállománnyal rendelkező méhészetek száma pedig folyamatosan növekvő tendenciát mutat. A magyarországi méhészetek jellemzően kisgazdasági keretek között termelnek, többségében mellékfoglalkozásként működnek. Az ágazat jellemzője, hogy nem biztosít rendszeres munkalehetőséget az év folyamán, a méhészek közel 70%-a pedig rendszeresen vándorol a méhlegelő területekre (www.ksh.hu).

Az itthon megtermelt méz közel 80%-a exportra kerül, legfontosabb piacaink között található Olaszország, Németország, Franciaország és Nagy-Britannia. Az exportra kerülő fő mézfajták hungarikumnak számító akácméz és a vegyes virágméz, de ezeken felül az országban nagyjából 15-20 különféle mézfajtát állítanak elő.

Az Európai Unióban a gazdasági hasznunk 22 milliárd euró évente. Belföldi szempontból a magyar méhészet a mezőgazdaság bruttó termelési értékének 1%-át, az állattenyésztés közel 3%-át adja. Ez az ágazat körülbelül 16000 család megélhetéséhez járul hozzá fő- vagy kiegészítő jövedelemforrásként.

A hazai mézfogyasztás évente nagyjából 6000 tonna, egy főre számítva pedig 0,6 kg/év. Az itthoni méz belföldi értékesítése a következőképpen oszlik meg: 81% hordósan kerül a nagykereskedelembé, 17% közvetlenül a fogyasztóknak kerül értékesítésre, 1% kiskereskedőkhöz kerül kiszerveve és szintén 1% ipari felhasználásra (Kardeván, 2011).

2.7. A magyar méz minőségének védelme

A méz minőségének ellenőrzésében kulcsszerepe van az Állategészségügyi Szolgálat megyei szervezeteinek. Monitoring vizsgálatokat, valamint szűrőpróbaszerű ellenőrzéseket folytatnak, az exportált mézet pedig az átével előtt tételenként, laboratóriumban ellenőrzik, amit kiszállítás előtt megismételnek (Amtmann, 2009).

Emberi fogyasztásra akkor alkalmatlan a méz, ha a mézelő méhek nyúlós es európai költésrothadását állapítják meg, *Nosema* spórával fertőzött, nagymértékben szennyezett elhullott méhekkal, rovarokkal, növényi vagy ásványi anyagokkal, a vegyianyag-szennyezettsége meghaladja a jogszabályi előírásokat, penészes, erjedt, nagyfokban idegen szagú, idegen ízű, hamisított vagy tiltott módon forgalmazott. Az alkalmatlannak minősített mézet a hatósági állatorvos, vagy annak megbízottja jelenlétében meg kell semmisíteni (Laczay, 2018).

2.8. A kutatás során felhasznált mézfajták bemutatása

2.8.1. Akácméz

A hungarikumnak számító akácméz adja a magyar méztermelés 70-90%-át, az ország kiterjedt akácosokkal rendelkezik, főleg Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar megyében. Az akácméz világos színű, borostyános, olykor zöldes árnyalatú, áttetsző, sokáig folyós állapotban maradó, nehezen kristályosodó méz. Illata édes, akácvirág illatú (www.netamin.hu). Mellékíz nélküli aromája van, íze a legtöbb méznél édesebb, magas gyümölcscukor tartalma miatt a cukorbeteg csak minimális mennyiségben fogyaszthatják. A Debreceni Egyetemen 2010-ben végzett kísérletben megállapították, hogy mikro- és makroelemek tekintetében a népszerű hazai mézfajták közül az akácmézek a legszegényebbek. Káliumtartalma ennek a legalacsonyabb, és mivel a kálium szoros összefüggésben áll az elektromos vezetőképességgel, így elmondható, hogy az akácmézekben mérték a legalacsonyabb értéket (Czipa et al., 2008).

2.8.2. Vegyes virágméz

A kutatásunk során az akác mellett főként vegyes virágmézeket vizsgáltam, azonban ezek fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai nagymértékben eltérhetnek. Ezekben a mézfajtákban a pontos nektárányok nem ismertek, pedig ezek határozzák meg az adott mézfajta minőségi tulajdonságait is. Ugyan a virágmézek az olcsóbb mézfajták közé tartoznak, így is sok értékes

anyagot tartalmaznak, valamint ötvözik az egyes fajtamézek tulajdonságait is, így táplálkozás-élettanilag igen értékesnek számít (Czipa et al., 2008).

2.8.3. Hársmez

A hársmeznek – amelyet főként az ország dél-dunántúli régióiban állítanak elő – az akácnál sötétebb, világossárgától közép barnáig terjedő színe van, amelyet a gyűjtés ideje határoz meg, íze kissé kesernyés, zamatos, krémes állagú. Karakteres íze és illata miatt ételfűszerezésre is használható (www.netamin.hu). Makroelemek tekintetében magasabb tartalommal rendelkezik az akácnál, míg mikroelem-tartalma annál alacsonyabb. Czipa és munkatársai 2008-ban végzett kísérlete során a hársmezeknél állapították meg a legmagasabb elektromos vezetőképességet. Kiemelkedő még emellett a kolin tartalma is, ami segíthet az érlelmeszesedés kezelésében (Tamás, 2017).

2.8.4. Repceméz

Egész Magyarország területén folyik repcetermesztés, a legkiemelkedőbb ezek közül a Dunántúl déli és nyugati régiói. Színe halványsárgától krémszínűig változhat, enyhe zamátú, repcevirág illatú, könnyen kenhető (www.mezinfo.hu). Hazai mézeink közül ennek van a legmagasabb szőlőcukor-tartalma, emiatt gyorsan, finomszemcsésen kristályosodik, pár napon belül krémszerű állagúvá válik, emiatt nevezik krémméznek is. Különösen értékes méznek számít, mert szűrését követően azonnal kiszerezésre kerül, ennek köszönhetően pedig az összes jótékony hatású anyag károsodás nélkül tud bekerülni az emberi szervezetbe (Tamás, 2017).

2.8.5. Selyemfűméz

Az akáchoz hasonlóan a selyemfűméz is hungarikumnak tekinthető. Főként a Dél-Alföld, Közép-Magyarország és a Dél-Dunántúl területei a fő termelési régiói. Színe leginkább az akácéra emlékeztet, gyakran keverik is azzal eredethamisítás céljából. Különleges aromájú, erőteljes, fűszeres illatú. Különlegessége, hogy mivel a selyemkóró nem termel virágport, így a nektár virágportartalma elenyésző, tehát allergia esetén is fogyasztható (Amtmann, 2009).

2.8.6. Napraforgóméz

A Hajdúságban nagy mennyiségben termelik. Színe egészen élénk aransárga, íze kissé kesernyés-savanykás. A repcéhez hasonlóan nagyon gyorsan kristályosodik, azonban a keletkező kristályok itt nagy méretűek, durvák, amelyek leülnek az edény aljára (Amtmann, 2009). Néhány hónapos tárolást követően felül híg és alul kristályos fázisúvá válik szét – napraforgóméz esetén ez a folyamat jelzi, hogy valóban természetes eredetű. Ha ezeket a

kristályokat apróra zúzzák, a folyékony fázissal keverve szintén forgalmazható krémmézként (Tamás, 2017).

2.8.7. Fenyőméz

A fenyőméz egyfajta édesharmatméz, amelyet a fenyőfák rügyeinek nedvéből és a tűleveleken megtalálható édesharmatból gyűjtenek. Színe a benne található nagy mennyiségű flavonoid tartalom miatt sötét árnyalatú, kifejezetten édes illatú, aromás. A magyar mézfajták közül a legmagasabb ásványi anyag tartalommal rendelkeznek. A selyemfűmézhez hasonlóan ennek is elenyésző a virágportartalma, így allergiások is fogyaszthatják (www.mezguru.hu).

2.9. A mézhamisítás

2.9.1. Az élelmiszerhamisítás fő célpontja

Világviszonylatban a legnagyobb méztermelőnek az ázsiai országok, azon belül is Kína számít. A hazai, exportra termelt mézet jó minősége miatt a viszonylag magas exportár jellemzi, ugyanakkor belföldön az olcsó, importált méz iránt egyre nagyobb a kereslet (www.ksh.hu). A tiszta, természetes méz azonban jóval többbe kerül, mint bármely más édesítőszer, ám a benne található, az emberi szervezetre több ízben pozitív hatású összetevőknek, illetve különleges ízvilágának köszönhetően mégis keresett termék. Annak érdekében, hogy az árát csökkentsék és bevételeiket növeljék, egyre jobban elterjedt a méz felhígítása különböző anyagok hozzáadásával (Yilmaz et al., 2014).

2.9.2. Hamisítási módszerek

Azon túl, hogy mik az adott méz összetevői és valóban csak a méhek által gyűjtött nektár vagy mézharmat átalakításából keletkezett-e, mézhamisításnak minősül az is, ha a méz botanikai vagy geográfiai eredete nem azonos a feltüntetettel (Ruoff and Bogdanov, 2004).

A leggyakoribb hamisítási módok közé tartozik, hogy a méheket túletetik cukorral, vagy a szukróz más formáival, vagy úgynevezett invertcukrot (valamint pluszban különböző aromás anyagokat, festékanyagokat) adnak a már kész mézhez. Mindkét módszerrel a méz természetes szénhidrát profilját igyekeznek másolni (Yilmaz et al., 2014). A cukoretetés során a cukoroldatot a méhek szervezete szintén átalakítja a mézhez hasonlóan, de nem tartalmazza azokat a növényi eredetű anyagokat, amelyek a méz fő karakterét adják. Az invertcukor a keményítő hidrolízisterméke, amely összetételében és külső megjelenésében is hasonlít a

mézhez, de szintén hiányoznak belőle a növényekből hozott aromák, ásványi anyagok és színanyagok (Amtmann, 2009).

2.9.3. A mézhamisítás ellenőrzése

A hamisítás ellenőrzésére a következő vizsgálatok lehetségesek: cukortartalom, nedvességtartalom, vízben oldhatatlan szilárdanyag-tartalom, savfok és pH, szabad sav-tartalom, diasztázaktivitás, HMF tartalom, pollentartalom, invertáz-tartalom, elektromos vezetőképesség, prolin-tartalom, C-4-es növényekből származó cukrok kimutatása, glicerintartalom (www.laboratorium.hu). Az ellenőrzés legtöbbször az *1. táblázatban* bemutatott, a Magyar Élelmiszerkönyv alapján meghatározott határértékek alapján történik.

Az egyik legegyszerűbb vizsgálat a cukorösszetétel vizsgálata, kezdve a glükóz:fruktóz aránnyal, amely például az akácmézben 1:1,4-1,7 (Bázár et al., 2016), de a szacharóz magas aránya is cukoretetésre utalhat. A meghatározáshoz nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás (HPLC) módszer alkalmazható, ezzel nemcsak a mézben természetes módon előforduló cukrokat, de az esetlegesen hozzáadott mesterséges édesítőszereket is ki lehet mutatni (Wang et al., 2015).

A mézhez mesterségesen adott cukrok egyik legfontosabb, ám az előzőnél sokkal bonyolultabb módszere a $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ izotóparány ($\delta\%$) meghatározása. Az elv a következőképpen működik: a méhek által begyűjtött pollenek főként olyan növényekből származnak, amelyek C-3-as, azaz Calvin-Benson ciklus szerint fotoszintetizálnak, ide tartoznak mézelő növények és a cukorrépa. Az ekkor keletkező szénizotóp-arány -21% és -32% közötti értéket ad. Míg a C-4-es, vagyis Hatch-Slack ciklus szerint fotoszintetizálnak azok a növények – mint például a cukornád és a kukorica –, amelyeket izocukor (magas fruktóztartalmú szirup, szintén hamisítás során adják a mézhez) előállítására használnak. Ebben a szénizotóp-arány -12% és -19% között mozog. A C-4-es növények ^{13}C -izotóp aránya magasabb a C-3-asoknál. Ha ez az arány alacsonyabb $-23,5\%$ -nél, már lehet hamisításra is gyanakodni (Tosun, 2013). Padovan és munkatársai egy 2003-as tanulmány során állapították meg, hogy a nádcukorból származó izotóparány $-11,33\%$ és $-11,78\%$ között, míg a magas fruktóztartalmú kukoricaszirup esetében $-9,72\%$ és $-9,78\%$ között van.

A úgynevezett SCIRA módszer (stabil szénizotóp-arány analízis) alkalmas a kimutatásra, azonban az előbb említett $-23,5\%$ -nél nem tud alacsonyabbat mérni (Padovan et al., 2003). Ennél jóval alacsonyabb értéket is ki lehet mutatni az ISCIRA, azaz a belső standard

izotóparány analízissel. Ez alapján meghatározható a mézben lévő cukroknak és azok fehérjéinek $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ izotóparánya, amiből pedig százalékban kifejezhető a hamisítás is. Ehhez az alábbi egyenlet szükséges: $\text{Hamisítási}\% = [(\delta\% \text{ fehérje} - \delta\% \text{ méz}) / (\delta\% \text{ fehérje} - \delta\% \text{ édesítő})] \times 100$ (Padovan et al., 2003). Ez a módszer azonban nem alkalmas arra, hogy a méhek szacharózzal történő etetését is kimutassuk, mert a szacharóz szintén C-3-as ciklus szerint fotoszintetizáló növényekből származik (Tosun, 2013).

Nem tekinthető teljes értékű méznek, azonban nem is feltétlenül hamisított az a méz, amelynek nedvességtartalma meghaladja az előírt 20%-ot. Ugyan viszonylag elterjedt hamisítási mód a méz vízzel való hígítása, de ebben az esetben arról van szó, hogy a túl nagy hordás miatt a méhek nem tudták beállítani a megfelelő nedvességtartalmat, a mézet pedig így pergették ki. Gyengébb beltartalmi értékei miatt ezt a mézet éretlen méznek nevezzük (Czipa et al., 2008).

A méz vizsgálatakor az egyik legfontosabb paraméter a szabad savtartalom. Ennek mennyisége az idő előrehaladtával, valamint fermentáció során is nő, mert a méz érése következtében a mézben lévő cukrok és alkoholok savakká alakulnak át (Bath and Singh, 2000).

A méh eredetű diasztáz enzim aktivitása csak lassan csökken, ha a megadott értéknél alacsonyabbal találkozunk, az a mézet ért tartós hőhatásra utalhat, vagy arra, hogy érlelés során kevés méhvel találkozott a méz. Mivel a diasztáz szénhidrátokat bont, ez a vizsgálat könnyen megkerülhető például emberi eredetű nyálból származó amiláz és más szénhidrát bontó enzim keverékének hozzáadásával. Melegítéssel próbálják néha elérni, hogy a méz eredeti színénél sötétebb, kívánatosabb legyen, ezt az előbb említett enzim mellett a HMF mennyiségének kimutatásával ellenőrizhetjük. Ennek mennyisége megnő melegítés hatására, és ha a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt határértéknél magasabbat mérünk, felmerülhet a gyanú, hogy a mézet hosszabb ideig tartó, erős hőhatás érte (www.laboratorium.hu).

A hamisított botanikai eredet kiszűrése már sokkal bonyolultabb. A leghagyományosabb módszer a pollenvizsgálat, amelyet leginkább fajtamézek esetében alkalmaznak, ehhez üres vagy tökéletesen kipergetett lépeket kell biztosítani. Ennek a vizsgálatnak azonban jelentős határai vannak, a pollenek mikroszkopikus elemzése meglehetősen bonyolult és korlátozott: a különböző növényfajták más-más arányban termelnek pollent, mennyisége évszakonként változhat, a nektárhozam más a hím- és nőivarú virágokban, a pollen szűrődhet a méh méztömlőjében is (Czipa et al., 2008).

Alkalmazhatók mikroszkópos vizsgálatok is, melyekkel a mézharmat és virágmézeket lehet elkülöníteni egymástól, hiszen a mikroszkóp alatt látszódnak az erdei mézekben előforduló algák vagy gombaspórák is (Amtmann, 2009). A módszer jó lehet nádcukorral való hamisítás megállapítására, mert a cukornádra jellemző parenchyma- és epidermisz-sejtek is felfedezhetők ilyenkor (Kerkvliet and Meijer, 2000).

Bár a mézhamisítással kapcsolatban rengeteg kutatás született, összességében elmondható, hogy önmagában egyik sem képes a hamisítás tényének biztos megállapítására. Azonban több módszer együttes alkalmazása esetén már sokkal biztosabb eredmény mondható.

2.10.A redoxpotenciál mérés

A módszer a biológiai rendszerekben végbemenő oxidációs-redukciós folyamatokon alapszik. A mikrobák szaporodása során biológiai oxidáció történik, ez a környezetük redukálódását eredményezi. Ennek hatására csökken a mikrobák közegének redoxpotenciál értéke – maga a csökkenés az oxigénfogyasztás és a redukáló anyagcseretermékek felszaporodásának következménye (Reichart et al., 2007).

A redoxpotenciál az egyik legkomplexebb indikátora a mikroorganizmusok detektálásának, és felhasználható a mikrobiális szennyeződések kvalitatív és kvantitatív meghatározására. Bakteriális növekedés során a közeg redoxpotenciálja csökken, a redoxpotenciál görbéjének alakja pedig egy adott mikroorganizmus-csoportra jellemző. Ezáltal a módszer alkalmazható sterilitás vizsgálatra (jelenlét-hiány teszt), valamint lemezöntéssel meghatározott telepszámadatokkal létrehozott kalibrációs görbe alapján mikrobaszám meghatározásra is (Reichart et al., 2007).

A módszernek több előnye is van: nincs szükség szigorú hőmérsékleti értékek betartására, gyors, rövid idő alatt kivitelezhető, gyakorlatilag bármilyen táptalaj használható és a redoxpotenciál értékének változása nem függ sem a mérőcella alakjától, sem a méretétől. Emellett az egyszerű felszerelések miatt a kivitelezés meglehetősen olcsó, szemben más, impedancia mérésen alapuló módszerekkel (Reichart et al., 2007).

Kutatásunk során azonban a módszer egy másik lehetőségét használtuk ki: a szaporodást módosító anyagok hozzáadása utáni változások megfigyelése ugyanolyan induló mikrobaszám mellett. A MicroTester készülék által felvett redoxgörbe a normál hidrogén-elektrodra vonatkoztatott elektród-potenciál (Eh) és az idő (t) függvényében ábrázolható. Detektációs

időnek (TTD) nevezzük azt az időpontot, amikor a redoxpotenciál változás sebességének abszolút értéke egy, a véletlen hatásoktól szignifikánsan különböző értéket, úgynevezett detektációs kritériumot (dE, mV/perc csökkenés) meghalad (Reichart et al., 2007). Ha a redoxpotenciál egy perc alatt egy detektációs kritériumnyit csökken (*Escherichia coli* esetén - 0,8 mV/perc, *Staphylococcus aureus*nál pedig -0,4 mV/perc) és ez háromszor egymás után megismétlődik, azon az első ponton a rendszer felveszi a TTD-t. Minél nagyobb a TTD, a méz annál jobban gátolta a mikrobaszaporodást. Általánosságban elmondható, hogy a görbe 10^6 nagyságrendű mikrobaszámnál kezd el csökkenni.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Ahogy a fentiekből is olvasható volt, a méz minőségének, illetve hamisításának biztos megállapítása egy sok pilléren nyugvó, összetett és meglehetősen drága folyamat, amihez több laboratóriumi módszer együttes jelenléte szükséges.

A kísérlet során a feltételezésünk abból indult ki, hogy a tiszta méz jó antibakteriális tulajdonsággal rendelkezik, amelyet nem csupán a magas cukortartalom miatti alacsony vízakktivitás okoz, hanem tartalmaz olyan növény- és méheredetű komponenseket is, amelyek jelentősen gátolják a mikrobaszaporodást.

Ellenben a nem megfelelő minőségű mézhez adott baktériumok jóval hamarabb fognak elszaporodni, hiszen a tiszta mézben található komponensek aránya eltolódik és alacsonyabb koncentrációban található meg benne az aktív anyagok. A mézben lévő esetleges mikrobák elszaporodásához szükséges időt pedig redoxpotenciál méréssel pontosan lehet detektálni.

A fő célunk tehát az volt, hogy értékeljük a különböző mézfajtákat és kiderítsük: a mikrobaszaporodást-gátló hatás alapján meg lehet-e állapítani egy adott méz minőségét, esetlegesen hamisságát és ezzel egy egyszerűbb, gyorsabb és olcsóbb módszert kidolgozni, mint a manapság használt laboratóriumi mérések, avagy felhasználható lenne-e ezek kiegészítésének.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Felhasznált mézfajták

A kísérlet során többféle, Magyarországon előforduló mézfajtákat elemeztem, összesen 28 mézmintát: 14 darab akác-, 6 darab vegyes virág-, valamint 1-1 darab hárs-, repce-, selyemfű-, napraforgó-, alma-, bodzás- és fenyőméz mikrobaszaporodást gátló hatását vizsgáltam.

4.2. A redoxpotenciál mérés

4.2.1. *Staphylococcus aureus* és *Escherichia coli* vizsgálata általános táplevesben

A mérés során az összegyűjtött mézmintáinkból 10%-os oldatot készítettünk. Ehhez táplevesként feles erősségű TSB-t (tripton-szója leves, Neogen gyártó) használtunk. A benne található peptonok és dextróz elegendő táptalajt biztosít a legtöbb baktériumnak, illetve nem tartalmaz gátlóanyagot sem. Azért használtunk feles erősségű táplevest, mert a baktériumoknak ez is elegendő, és így a redoxpotenciál kisebb mértékű változásait is detektálni tudtuk. A táptalaj pontos összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Feles erősségű tripton-szója leves (TSB) összetétele

<i>Összetétel</i>	<i>g/l deszt.víz</i>
Kazeinpepton	8,5 g/l
Szójapepton	1,5 g/l
Nátrium-klorid	2,5 g/l
K ₂ HPO ₄	1,25 g/l
Dextróz	1,25 g/l

A mintákat ezt követően átszűrtük a redoxpotenciál méréshez szükséges mérőcellákba Labex filterbio, steril, 0,45 µm pórusméretű membránszűrővel. Az ennél kisebb méretű mikroorganizmusok nem tudnak átmenni rajta, így a legtöbb baktérium sem.

Ezután, hogy a méz mikrobaszaporodást gátló hatását vizsgálni tudjuk, a vizsgálatokat *Staphylococcus aureus* (NCAIM B1065) és *Escherichia coli* (NCAIN B01748) 48 órás

ferdeagar-tenyészetének felhasználásával végeztük. A tenyészet kacsnyi mennyiségét 9 ml peptonvízben szuszpendáltuk és tízszeresére hígítottuk, majd ebből 0,1 ml-t mértünk ki a steril centrifugacsövekbe.

A mérőcellákat 37°C-os vízfürdőbe tettük, majd ezekhez csatlakoztattuk a Schott blueline redox elektródákat, amik a MicroTester készülék A és B moduljához kapcsolódnak. A rendszer A1-től A16-ig és B1-től B16-ig terjedő csatornákon működik, így a mérések során egyszerre 32 csatornát tudunk vizsgálni. A mérés alatt készült eredményeket a Windows 10 operációs rendszeren futó *Redox v2.6.16* szoftver regisztrálja: felvesz egy redox görbét és kiszámolja a detektációs időt az általunk beállított detektációs kritériumoknak megfelelően; *Escherichia coli*: -0,8 mV/perc, *Staphylococcus aureus*: -0,4 mV/perc. A kapott detektációs idő értéke – viszonyítva a gátlóanyagmentes kontrollhoz – utal a hozzáadott anyag mikrobaszaporodás-gátló tulajdonságaira.

A membránszűrés hatékonyságát, a mérőcellák sterilitását hozzáadott mikrobamentes kontrollokkal ellenőriztük.

4.2.2. *Escherichia coli* vizsgálata szelektív BBL-ben

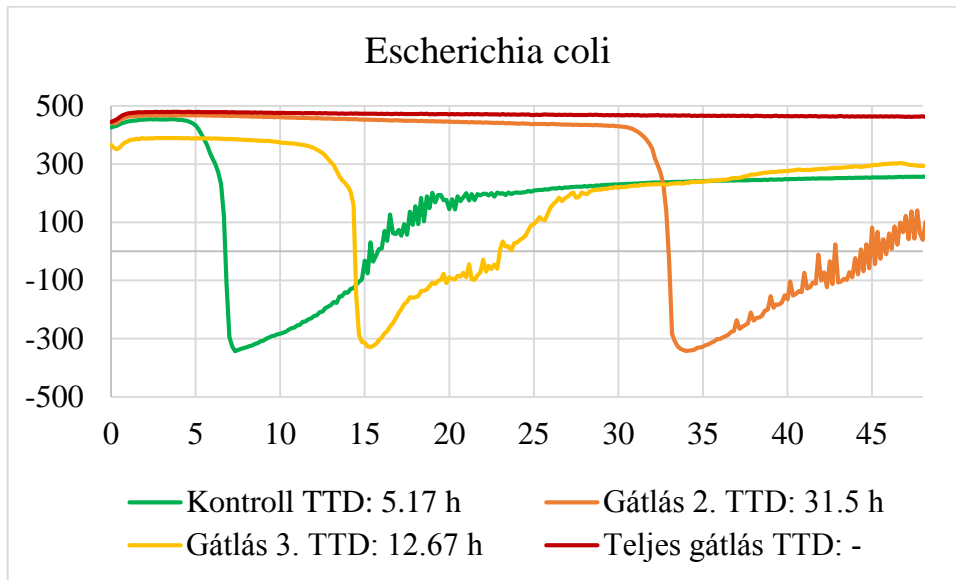
A méz *Escherichia coli*-ra gyakorolt szaporodás-gátló hatását megvizsgáltuk az előzővel megegyező mikrobaszuszpenzió elkészítésével, két negatív kontroll mellett, a mézminták 5%, 10%, 15% és 20%-os hígításával, brillantzöld-epe-laktóz leves (BBL, Neogen gyártó) alkalmazásával is, 44°C-on. Ez a kombináció ugyanis *E. coli* szelektív. Ismereteink szerint a méz nem tartalmaz *E. coli*-t, emiatt pedig feleslegessé válik a mézoldatok – igen nehézkes – sterilre szűrése is. A BBL táptalaj összetétele a 3. táblázatban olvasható.

3. táblázat: Brillantzöld-epe-laktóz táptalaj (BBL) összetétele

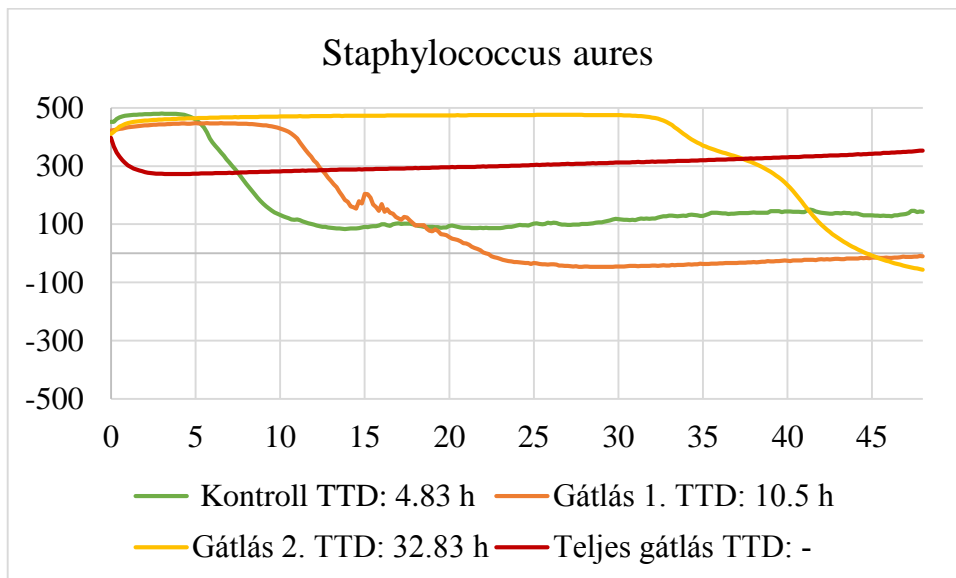
<i>Összetétel</i>	<i>g/l deszt.víz</i>
Enzimatikusan emésztett zselatin	10,0 g/l
Laktóz	10,0 g/l
Marha epe	20,0 g/l
Brillantzöld	0,0133 g/l

4.2.3. Redoxpotenciál görbék értékelése

Az 1. és a 2. ábrán az *Escherichia coli* és a *Staphylococcus aureus* redox görbéi láthatóak. A kontroll (zöld görbék) mellett ábrázoltuk háromféle gátlás detektációs idejét is. A diagram „X” tengelyéről az elektród potenciál, az „Y” tengelyről pedig az eltelt idő olvasható le, órában kifejezve. Mindkét diagram esetén megfigyelhető, hogy teljes gátlóhatás esetén, azaz amikor nem tapasztalunk mikrobaszaporodást, a görbék egyenesek maradnak (piros görbék).



1. ábra: Példa *Escherichia coli* redoxpotenciál görbéire



2. ábra: Példa *Staphylococcus aureus* redoxpotenciál görbéire

Az ábrákon látható, hogy minden görbe elején egy minimális csökkenés jelentkezett, ez addig tart, amíg a rendszer beáll és felmelegszik. A detektációs idők meghatározása során ezt úgy zártuk ki, hogy beállítottuk: csak az első óra letelte után kezdje el mérni a TTD-ket.

Kutatásunk során a lényeges az a pont volt, ahol a görbe „leugrott”, azaz a rendszer mikrobaszaporodást detektált, a kiindulási és vég redoxpotenciál a méréseink szempontjából elhanyagolható jelentőségű volt. A detektációs kritériumok *Escherichia coli* esetén $-0,8$ mV/perc, *Staphylococcus aureus*nál pedig $-0,4$ mV/perc.

Az eredményeink értékelése során a kontroll TTD-ket hasonlítottuk összes a gátolt TTD-ekkel, illetve az ezekből számolt arányok alapján gyanakodtunk bizonyos minták esetén minőségbeli eltérésekre.

4.2.4. Minőségi, hamisítási vizsgálat

Mintáinkat a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratóriumi Igazgatóság (NÉBIH-ÉLI) közreműködésével elküldtük laboratóriumi vizsgálatra is, az eredményeket a németországi Bruker BioSpin GmbH laboratórium értékelte ki eredetvizsgálat, cukor szirupok detektálása, Codex Alimentariusnak és az Európai Unió irányelveinek való megfelelés, kvantitatív és egy- és többváltozós verifikációs vizsgálatok során.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Detektációs idők 5%, 10%, 15% és 20% méztartalom mellett

A TSB táplevessel és *Staphylococcus aureussal* vizsgált mintáink csak nehezen értékelhető eredményt hoztak, mert többször tapasztaltunk a méréseink végére nagymértékű mikroba pusztulást, illetve kontaminációt más mikrobákkal. Így eredményeink során a BBL-en végzett méréseket mutatom be.

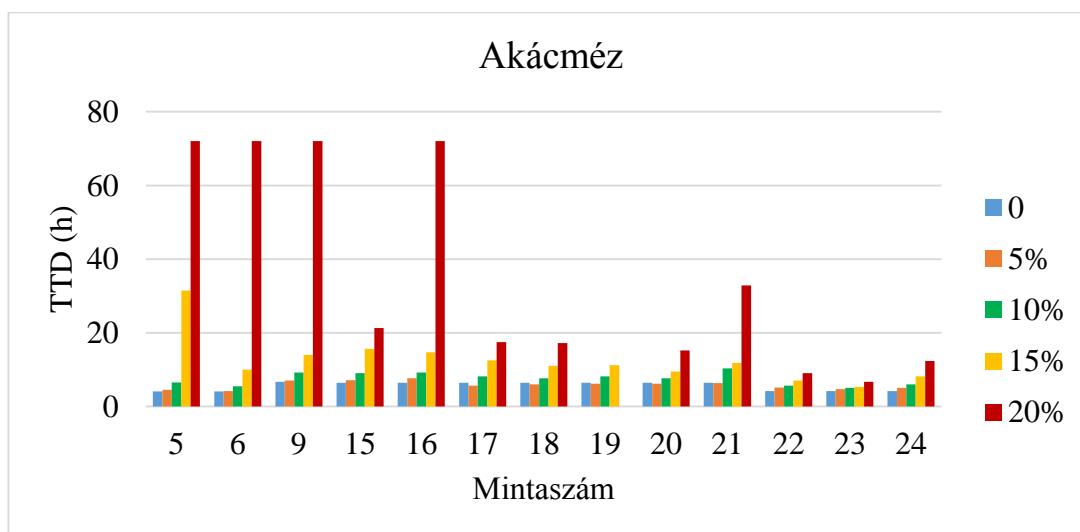
Az összesen 28 darab minta BBL táptalajon és 44°C-on kapott eredményeit a négy hígítással és a kontroll csoporttal a 4., 5. és 6. táblázat foglalja össze. A táblázatokban pirossal jelölt adatok azokat a mintákat jelölik, amelyeknél az egyes hígításokon, a kontroll csoportokhoz viszonyítva alacsony TTD értékeket kaptunk, míg a zöldek azt, ahol a méz teljesen legátolta a mikrobák szaporodását. Az üres cellák a hibás elektródákat mutatják.

Eredményeink értékelése során a kapott detektációs időket minden esetben az adott mérés kontroll eredményeinkhez hasonlítottuk. Nem megfelelő minőségre gyanakodtunk akkor, ha az egyes hígítások TTD-i alacsonyabbak, vagy közel azonosak voltak a kontroll csoport TTD-ivel. Minél hosszabb TTD-t mértünk az egyes mintáknál, a méz annál jobban gátolta a mikrobaszaporodást. A diagramokról leolvasható és később a táblázatokban is feltüntetett 72 órás TTD-k azt jelölik, hogy összesen 72 óráig futott egy mérés és ez idő alatt ezeknél a mintáknál nem tapasztaltunk baktérium növekedést. A könnyebb ábrázolhatóság és magyarázat érdekében választottuk ezek esetében 72 órának a detektációs időt.

A 28 darab mézmintánk eredményeit, a kontrollt, valamint a különböző hígítások során kapott detektációs időket a 3., 4. és 5. ábra mutatja. Az ábrákon az „X” tengelyen a mérés során kapott TTD-k olvashatóak le, míg az „Y” tengelyen a mézminták sorszámát jelöltük. Az 3. ábrán az akácmézek, a 4. ábrán a vegyes virágméz minták, míg a 5. ábrán a fenyőméz, almaméz, repceméz, hársmez, napraforgóméz, selyemfűméz és bodzás méz eredményei láthatók.

4. táblázat: Az akácméz minták összesített eredményei

Mintaszám	0	5%	10%	15%	20%
5	4,085	4,5	6,5	31,5	72+
6	4,085	4,17	5,5	10	72+
9	6,67	7	9,17	14	72+
15	6,415	7,17	9	15,67	21,33
16	6,415	7,67	9,17	14,67	72+
17	6,415	5,67	8,17	12,5	17,5
18	6,415	6	7,67	11	17,17
19	6,415	6,17	8,17	11,17	
20	6,415	6,17	7,67	9,5	15,17
21	6,415	6,33	10,33	11,83	32,83
22	4,17	5,17	5,67	7	9
23	4,17	4,67	5	5,33	6,67
24	4,17	5	6	8,17	12,33



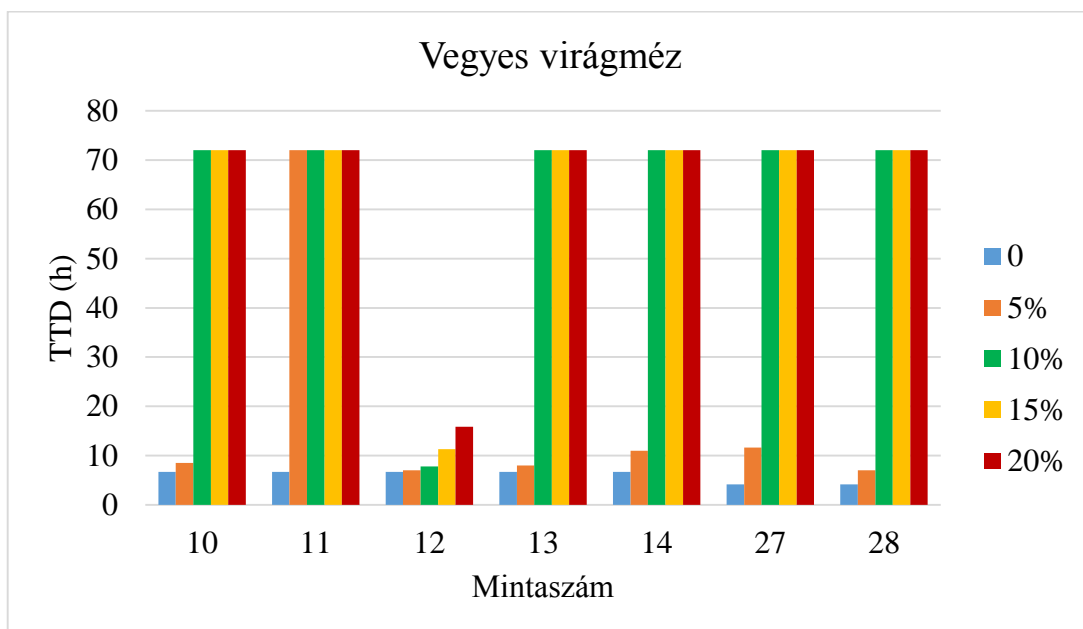
3. ábra: Az akácméz minták (0-20% koncentrációban) eredményei diagramon ábrázolva

Az akácmézek esetén összesen négy esetben (5-ös, 6-os, 9-es és 16-os mézek) tapasztaltunk 20%-os hígításon teljes gátlást, azonban kilenc mintánál (6-os, illetve 17-24-es közötti mézek) több hígításon is alacsony TTD-eket kaptunk a kontrollhoz képest, így elsődlegesen ezeknél gyanakodtunk nem megfelelő minőségre. A 6-os számú akácméz esetén tapasztaltuk egyedül

azt, hogy ugyan 5%-os hígításon a mikrobaszaporodás majdnem ugyanakkora detektációs időt hozott, mint a kontroll csoport esetén, 20%-os hígításnál a szaporodás már teljesen gátolt volt.

5. táblázat: A vegyes virágméz minták összesített eredményei

Mintaszám	0	5%	10%	15%	20%
10	6,67	8,5	72+	72+	72+
11	6,67	72+	72+	72+	72+
12	6,67	7	7,83	11,33	15,83
13	6,67	8	72+	72+	72+
14	6,67	11	72+	72+	72+
27	4,17	11,67	72+	72+	72+
28	4,17	7	72+	72+	72+

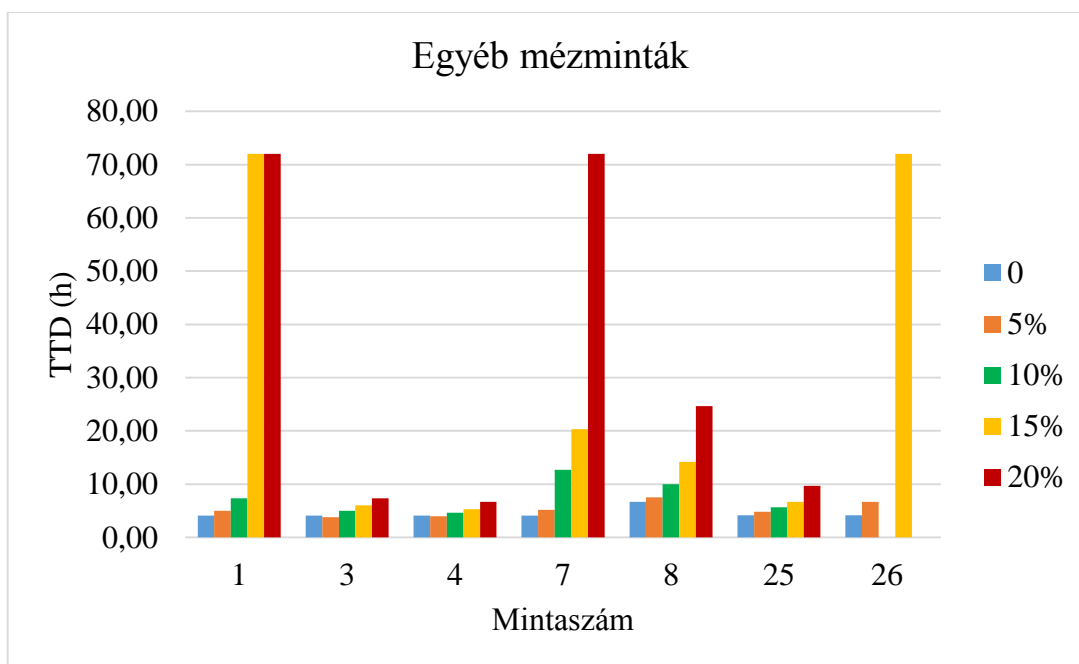


4. ábra: A vegyes virágméz minták (0-20% koncentrációban) eredményei diagramon ábrázolva

Virágmézeink esetében kiemelkedő eredményeket láttunk. A hét mintából mindössze egy esetben tapasztaltunk alacsony TTD-t a kontrollhoz képest, míg a maradék hatból öt mintánál 10%, 15% és 20%-os hígításon, a 11-esnél pedig már 5%-os hígításon is teljesen gátlődött a baktériumszaporodás.

6. táblázat: Egyéb mézminták összesített eredményei

Mintaszám	0	5%	10%	15%	20%
1 (hárs)	4,09	5	7,33	72+	72+
3 (fenyő)	4,085	3,83	5	6	7,33
4 (alma)	4,085	4	4,67	5,33	6,67
7 (repce)	4,085	5,17	12,67	20,33	72+
8 (napraforgó)	6,67	7,5	10	14,17	24,67
25 (selyemfű)	4,17	4,83	5,67	6,67	9,67
26 (bodzás)	4,17	6,67		72+	



5. ábra: Egyéb mézminták (0-20% koncentrációban) eredményei diagramon ábrázolva

Sorrend: hársmez, fenyőmez, almamez, repceméz, napraforgómez, selyemfűmez, bodzás méz

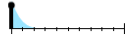

A hársméznél 15%-os és 20%-os, a repceméznél 20%-os, míg a bodzás méznél 15%-os hígításon tapasztaltunk teljes gátlást. Bár a napraforgóméz és a selyemfűméz egyik hígításon se gátolta le maximálisan a szaporodást, ezeknél is igen magas TTD-eket mértünk a kontroll mintákhoz képest.

5.2. A NÉBIH-ÉLI laboratóriumi vizsgálatának eredményei

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratóriumi Igazgatóságának vizsgálatai az alább olvasható eredményeket hozták.










A 19-es, 20-as, 21-es és 22-es akácmézek a NÉBIH és a Bruker laboratórium értékelése alapján hamisnak bizonyultak, ugyanis mindegyik esetében cukorszirup jelenlétét állapították meg.

A román eredetű fenyőméz esetében merült fel a legtöbb probléma a mézmintáink közül. Először is sem a román származás, sem a fenyő eredet nem bizonyult valósnak, továbbá az 5-hidroxi-2-metilfurfurol tartalom meghaladta a maximális 80 mg/kg mennyiséget. Ahogy azt már a dolgozatomban elejtettem, a HMF tartalom utalhat minőségbeli változásra, de ilyen magas mennyiségben (141 mg/kg) akár hamisításra is. Továbbá a laboratórium által vizsgált összetevők során összesen 16 esetben találtak határérték feletti, avagy alatti értéket, ezeket a 4., 5., 6., 7. és 8. ábrán a sárga jelölések mutatják. A táblázatból a Value oszlopban a mézünk esetében mért értéket, a Unitnál a mértékegységet, a LOQ-nál az kimutatási módszer minimumértékét, valamint a referenciatartományt olvashatjuk le.

Compound	Value	Unit	LOQ	Reference Range	Flag
3-phenyllactic acid	<LOQ	mg/kg	300	<300 mg/kg in reference dataset	●
dihydroxyacetone (DHA)	<LOQ	mg/kg	20	<20  37	●
methylglyoxal (MGO)	<LOQ	mg/kg	30	<30 mg/kg in reference dataset	●
kynurenic acid	<LOQ	mg/kg	60	<60 mg/kg in reference dataset	●
shikimic acid	<LOQ	mg/kg	80	849  1785	●










4. ábra: A fenyőmézben található markerek mennyisége a NÉBIH-ÉLI mérése során

Nem megfelelő: a shikimisav mennyisége (↓)

Compound	Value	Unit	LOQ	Reference Range	Flag
2,3-butanediol	<LOQ	mg/kg	20	<20  27	●
5-hydroxymethylfurfural (HMF)	141	mg/kg	5	<5  13	●
acetic acid	11	mg/kg	10	62  288	●
acetoin	<LOQ	mg/kg	20	<20 mg/kg in reference dataset	●
ethanol	24	mg/kg	5	<5  160	●
lactic acid	35	mg/kg	10	<10  69	●
formic acid	32	mg/kg	5	41  116	●
fumaric acid	6	mg/kg	5	<5  34	●
pyruvic acid	12	mg/kg	10	11  24	●
succinic acid	12	mg/kg	5	214  559	●

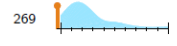
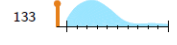
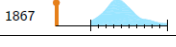
5. ábra: A fermentáció, a feldolgozás és az eredet indikátorainak mennyisége a NÉBIH-ÉLI mérése során

Nem megfelelő: HMF (↑), ecetsav (↓), hangyasav (↓) és borostyánkősav (↓) mennyisége

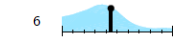
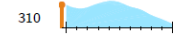
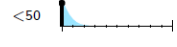
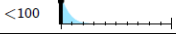
Compound	Value	Unit	LOQ	Reference Range	Flag
glucose + fructose *	75.7	g/100g	20.0	50.3  63.5	●
fructose / glucose *	1.19	-	-	1.16  1.42	●
fructose	41.2	g/100g	10.0	27.9  35.1	●
glucose	34.5	g/100g	10.0	21.4  28.2	●
sucrose	<LOQ	g/100g	0.5	1.2  8.8	●
turanose	0.9	g/100g	0.2	1.5  2.5	●
maltose	1.8	g/100g	0.5	2.1  7.2	●
melezitose	<LOQ	g/100g	1.0	<1.0  1.1	●
maltotriose	<LOQ	g/100g	1.0	<1.0 g/100g in reference dataset	●
gentiobiose	<LOQ	g/100g	0.3	<0.3 g/100g in reference dataset	●
raffinose	0.1	g/100g	0.1	0.7  1.6	●
mannose	<LOQ	g/100g	0.05	<0.05 g/100g in reference dataset	●

6. ábra: A fenyőmézben található cukrok mennyisége a NÉBIH-ÉLI mérése során

Nem megfelelő: glükóz- és fruktóztartalom összesen (↑), valamint a fruktóz (↑), glükóz (↑), szukralóz (↓), turanóz (↓), maltóz (↓) és raffinóz (↓) mennyisége

Compound	Value	Unit	LOQ	Reference Range	Flag
citric acid	257	mg/kg	50	269  641	●
malic acid	<LOQ	mg/kg	100	133  479	●
quinic acid	<LOQ	mg/kg	300	1867  5333	●

7. ábra: A fenyőmézben található szerves savak mennyisége a NÉBIH-ÉLI mérése során
Nem megfelelő: citromsav, almasav és a kininsav mennyisége (mindhárom ↓)

Compound	Value	Unit	LOQ	Reference Range	Flag
alanine	19	mg/kg	5	6  35	●
aspartic acid	<LOQ	mg/kg	150	<150 mg/kg in reference dataset	●
glutamine	<LOQ	mg/kg	200	<200 mg/kg in reference dataset	●
leucine	<LOQ	mg/kg	40	<40 mg/kg in reference dataset	●
proline	288	mg/kg	150	310  832	●
valine	<LOQ	mg/kg	10	<10 mg/kg in reference dataset	●
tyrosine	<LOQ	mg/kg	50	<50  55	●
phenylalanine	<LOQ	mg/kg	100	<100  101	●

8. ábra: A fenyőmézben található aminosavak mennyisége a NÉBIH-ÉLI mérése során
Nem megfelelő: a prolin mennyisége (↓)

Az almaméznel először is azt találták, hogy az előzőhöz hasonlóan szintén nem felel meg a Codex Alimentarius irányelveinek, a HMF tartalom ez esetben is magasabb volt 40 mg/kg-nál, a 78 mg/kg értékével majdnem elérte a mérés legfelső határát is. Emellett az eredetet megerősítő vizsgálat során bizonyos eltéréseket tapasztaltak, amelyek méztől eltérő eredetre utalhatnak.

A 17-es és 18-as akácmézek voltak az első minták, amelyeket laboratóriumi vizsgálatra küldtünk, ekkor még nem rendelkezünk elég mintával és eredménnyel ahhoz, hogy a kapott TTD-k alapján biztosabban gyanakodhassunk minőségbeli elváltozásra. A 17-es akácméz esetében ugyanúgy a HMF tartalomban találtak eltérést, viszont ezúttal a kapott érték nem volt kiugróan magas – 40 és 80 mg/kg közötti értéket jelent ez a kategória – ez inkább hosszú tárolás vagy hőhatás miatt bekövetkezett minőségváltozásra adhat gyanút, nem pedig egyértelmű hamisításra. Emellett a fruktóz:glükóz arány minimális mértékben eltért a Magyar Élelmiszerkönyvben leírtaktól, így a minimum 1,39 helyett 1,37-et mértek. A 18-as számú akácméz esetében 80 mg/kg feletti HMF-tartalmat detektáltak.

Bár a hársmez antimikrobiális gátló hatás tekintetében 15%-os és 20%-os hígításon is teljesen legátolta a mikroba szaporodást, a laboratóriumi vizsgálat során kevésbé előnyös képet mutatott. Az eredetvizsgálat során nem állapítottak meg hárs eredetet, valamint a már több minta esetén nem megfelelő HMF-tartalom mellett a Codex Alimentariusban megszabott fruktóz-glükóz arány és a fruktóz tartalom értéke a határértéknél magasabbnak, míg a glükózé alacsonyabbnak bizonyult. Ezen felül alacsony borostyánkősav tartalmat is megállapítottak.

Közepesen magas, 40 mg/kg és 80 mg/kg tartomány közé eső 5-hidroximetilfurfurol értéket mértek az alábbi mintáink esetén: 5-ös, 9-es akác, 10-es, 11-es, 12-es és a 13-as vegyes virág esetén, illetve 80 mg/kg felettit a 8-as repceméznel. A repce és a 12-es vegyes virág kivételével mindegyik képes volt legalább egy (pl. 5-ös akác), de akár az összes hígításon (11-es vegyes virág) is teljesen legátolni a mikroba szaporodást.

A laboratóriumi vizsgálatok során nem mutattak semmilyen minőségbeli eltérést a 6-os, 9-es, 15-ös és 16-os akácmézek, a 27-es és 28-as vegyes virágmézek, illetve a bodzás méz esetében. Ezeknél a mintáknál a redoxpotenciál mérés is magas TTD-eket mutatott és mindegyik képes volt teljesen gátolni a mikrobaszaporodást.

6. MEGBESZÉLÉS/KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásunk során, hasonlóan Godocikovához (2020), Lehmannhoz (2019), Brudzynskihez (2011) és munkatársaikhoz, ismereteket szereztünk arról, hogy a méz valóban gátolja a mikrobák szaporodását: a *Staphylococcus aureus* jobban, mint az *Escherichia coli*, illetve a vegyes virágmézek jobb baktericid hatással rendelkeztek az akácmézeknél. További mézfajtákból nem állt rendelkezésünkre reprezentatív mintaszám, azonban az már egyértelművé vált, hogy antibakteriális tulajdonságnál sok múlik a fajtán is. Ez megnehezíti a mi vizsgálati módszerünket, ugyanakkor a hagyományos hamisításvizsgálatokat is.

Vizsgálataink alatt megállapításra került, hogy mikrobaszaporodást gátló hatás milyen mértékben képes kimutatni az egyes mézek nem megfelelő minőségét, néhány esetben hamisságát. Nagymértékű mikrobaszaporodás során olyan minőségbeli elváltozásokat találtunk a mézekben, mint a Magyar Élelmiszerkönyvnek való meg nem felelés 5-hidroximetilfurfurol szintjében. Azon mézek esetében, ahol alacsony detektációs időt mértünk, a legtöbb esetben a HMF tartalom haladta meg az előírt mennyiséget. Friss mézben általában egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mennyiségben detektálható ez a ciklikus polipeptid, ellenben melegítés, hosszú tárolás, vagy invertcukorral történő hamisítás során megnövekedhet a szintje (Nozal et al., 2001). Illetve négy esetben, a szintén alacsony TTD-jű 19-es, 20-as, 21-es és 22-es akácmézeknél kimutattuk a cukorsziruppal történt hamisítást is, valamint a fenyőméznél és az almaméznél az alacsony detektációs idő mellett a laboratóriumi vizsgálatok is több nem megfelelőséget állapítottak meg, úgy, mint nem megfelelő cukortartalom, aminosavtartalom, savtartalom és a már többször tapasztalt HMF tartalom. Azonban hat mintánál (hársméz, 5-ös és 9-es akác, 10-es, 11-es és 13-as vegyes virág) olyan mézek esetén is tapasztaltunk minőségbeli elváltozást, amelyek képesek voltak teljesen legátolni a mikrobaszaporodást.

Egy svájci kutatás során, amelyben a mézben található hidrogén-peroxid és egyéb vegyületek antimikrobiális hatását vizsgálták merült fel a lehetséges összefüggés a mézek baktericid tulajdonsága és a minőségbeli elváltozások között (Godocikova et al., 2020). Ennek során hozzánk hasonlóan azt tapasztalták, hogy bizonyos mintáik esetében, ahol gyenge antibakteriális aktivitás volt megfigyelhető, a Codex Alimentariust meghaladó HMF értéket is detektáltak. Ezek alapján az is feltételezhető, hogy a méz baktericid hatásáért felelős anyagok, különösképpen a hidrogén-peroxid képződéséért felelős enzimek különösen érzékenyek a tárolásra és a hőhatásra is.

A legnagyobb mértékű gátlást a vegyes virágmézek esetén láttuk. Mivel ezeknél a mézfajtáknál nem ismertük, hogy pontosan milyen virágok nektárjából és milyen arányban készült, így feltételezhető, hogy az antimikrobiális hatása az egyes fajtamézek tulajdonságainak ötvöződéséből alakult ki. Magas koncentráción még a nem megfelelő minőségűnek, magas HMF tartalmúnak mutatkozott 10-es, 11-es és 13-as vegyes virágok is képesek voltak a mikrobaszaporodás teljes legátlására. Emiatt szükségesek további mérések nagyobb vegyes virágméz mintaszámmal és alacsonyabb koncentrációkon, hogy erről a mézfajtáról is pontosabb képet kapjunk.

Kutatásunk során kiderült, hogy a redoxpotenciál mérés, mint minőségvizsgálati módszer alkalmas arra, hogy információt adjon egy adott méz minőségét, bizonyos esetekben pedig hamisítását illetően. A módszer újszerűsége abban rejlik, hogy a mézek ismert baktericid hatását még nem alkalmazták minőségvizsgálatokra, pedig a redoxpotenciál mérés olcsóbb és gyorsabb, mint a már korábban tárgyalt laboratóriumi ellenőrzési módszerek. A mintáinkat nem kellett sterilre szűrni, amennyiben adott mikroba-rendelkezésre áll szelektív tenyésztési eljárás folyékony táplevesben. További mérések során így lehetőségünk lesz további mikroba-szelektív táplevesekben mérni a redoxpotenciál változást más fajokkal, illetve fennmarad a sterilre szűrés lehetősége is, ebben az esetben nem szükséges szelektív tápleves sem.

Viszont nem kaptunk minden esetben megbízható eredményt. Bár az alacsony detektációs idejű mézeinknél valóban beigazolódott a gyanúnk a nem megfelelő minőséget illetően, bizonyos magas detektációs idejű mintáknál is minőségbeli elváltozást mutattak a laboratóriumi eredmények. Így világossá vált, hogy az egyes mézek jó antimikrobiális tulajdonsága nem feltétlenül korreál annak minőségi paramétereivel. Kutatásunk során egy egyelőre még kezdetleges összefüggést tapasztaltunk az alacsony TTD-k és a legfontosabb minőségi paraméter, a magas 5-hidroximetil-furfurol tartalom között.

Egyelőre csak a gyanú merült fel bennünk a nem megfelelő minőségre, esetleg a hamisításra, ha a kontroll csoport TTD-i és a különböző hígítások során mért TTD-k nem nagy arányban tértek el egymástól, ám egy pontos redoxpotenciál érték a számszerűsítéshez, amellyel bizonyosan megállapítható a minőségbeli hiányosság, szükségesek további NÉBIH-ÉLI által a rendelkezésünkre bocsájtott eredmények is.

A jövőben további mézmintákat tervezünk laboratóriumi vizsgálatra beküldeni annak érdekében, hogy lássuk: bármelyik mikroba-szaporodásgátló eredmény ténylegesen korrerál-e

valamelyik laboratóriumi paraméterrel, a redoxpotenciál mérés pedig lehet-e megbízható és praktikus alternatíva, amellyel ki lehet zárni a drága és több kísérletet megkívánó minőség vagy hamisítás vizsgálatot, és hogy milyen hibát lehet esetleg biztosan kiszűrni ezzel a módszerrel. Terveink között szerepel továbbá egy Magyarországra fókuszáló, mézfajtánként jellemző adatbázis létrehozása, amennyiben a laboreredményekben találunk olyan tényleges számértéket, amely valóban korrelációt mutat a mi redoxpotenciál eredményeinkkel.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A méz jelentős antibakteriális hatással rendelkezik, amely nagyrészt a hidrogén-peroxidnak, növényekből származó metilglioxálnak és a méhek által hozzáadott defenisin-1 nevű peptidnek köszönhető. Egyes kísérleti eredmények szerint a gyulladásgátló hatását a polifenolok és flavonoidok adják. A 40°C fölé hevített méz enzimtartalma lebomlik.

Mivel a jó minőségű méz drága, már az 1970-es évek óta célpontja a különböző hamisítási módoknak. A méz hamisításának számít, ha idegen anyagot adnak hozzá, és ezt nem tüntetik fel. Végeznek eredethamisítást is, ekkor a jobb minőségű mézet rosszabb minőségűvel keverik, hogy drágában adhassák el. Habár a legtöbb mezőgazdasági terméknek visszakövethetőnek kell lennie egészen a termelőig, az Európai Unióban ez a mézre nem vonatkozik. Így a gyenge minőségű importált mézzel kevert jó minőségű méz keverékként forgalmazható. Annak érdekében, hogy világszintű hírnevét, és a fogyasztók bizalmát is megőrizzék, évek óta foglalkoznak a legkülönbélebb megbízható, mégis gyors és egyszerű módszerek felkutatásával, amikkel biztosan kiszűrhető a hamisított méz. Legtöbbször így is felmerül a probléma, hogy egy módszer erre nem elegendő.

Kutatásunk során a redoxpotenciál-méréseken alapuló MicroTester készülékkel értékeltük a mézminták antimikrobiális hatását. *Escherichia coli* és *Staphylococcus aureus* szaporodását vizsgáltuk 1/2 koncentrációjú tripton-szója levesben (TSB), 30°C-on, illetve *E. colit* szelektív brillantzöld-epe-laktóz (BBL) táptalajban, 44°C-on. Azonos induló mikrobaszám mellett a baktériumok szaporodását csak a közeg befolyásolja; gátlóanyag hatására megnövekszik a redoxpotenciál meghatározott csökkenéshez szükséges detektációs idő.

Feltételeztük, hogy a mézhamisítás során csökken a gátlóhatásért felelős biológiailag aktív anyagok relatív mennyisége. Így a hamisított méz a gyengébb szaporodásgátló hatás segítségével kiszűrhető lehet.

Vizsgálataink során jelentős különbségeket tapasztaltunk a különböző fajtájú (vegyes virág-, akác-, hárs-, napraforgó-, repce-, fenyőméz mikrobaszaporodásgátló hatásában, ugyanakkor azonos fajtájú, de eltérő termelőtől származó minták (akác, vegyesvirág) között is jelentős különbségeket figyeltünk meg. Az eredmények információt szolgáltathatnak a méz minőségéről, a különböző manipulációk lehetőségéről.

8. SUMMARY

Honey has a significant antimicrobial effect, which is mostly due to its content of hydrogen peroxide, the phytochemical methylglyoxal and a peptide called defenisin-1 which is extracted by honey bees. According to some research results, its anti-inflammatory properties are due to polyphenols and flavonoids. The enzyme contents of honey start to break down over temperatures above 40°C.

Premium honey is quite expensive, it's been the main target of food adulteration since the 70s. Producers tend to adulterate honey with cheap sweet foreign components which they don't mark or mix high quality honey with a worse one so they could sell it for higher price, labeled as pure honey. Most of the agricultural producers have to guarantee product traceability throughout the food chain however this rule isn't apply to honeys in the European Union. Thus, good quality honey mixed with low quality, imported honey may be sold. In order to retain honey's worldwide popularity and consumers' confidence, people have been researching a variety of reliable, yet fast and simple methods to identify adulterated honeys. And even now, it seems that no single method is sufficient alone to do so.

During our research, we graded the antimicrobial properties of honey samples based on redox potential measurements using a MicroTester device. We studied the proliferation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in ½ concentration tryptic soy broth (TSB) on a temperature of 30°C and on a brilliant green bile lactose broth (BBL) medium on a temperature of 44°C. At the same initial microbial count bacterial growth is affected only by the medium; the inhibitory compound increases the detection time required for a defined decrease in redox potential.

We presumed that in the course of producing adulterated honey, the amount of biologically active content responsible for the proliferation inhibition decreases. Therefore, adulterated honey might be identified by its lower proliferation inhibition effect.

During our research, we noticed significant differences between the microbial proliferation inhibitor properties of different types of honey based on their plant source (polyfloral, acacia, lime, sunflower, rapeseed, pine) and, at the same time, we noticed significant differences between honey samples made of the same plant source (acacia, polyfloral) but by different producers. The results might provide further information about the quality of honey and different methods of manipulation.

IRODALOMJEGYZÉK

- Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutr. Res.* 22, 1041–1047. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00406-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00406-2)
- Amtmann M., 2009. Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése. Budapesti Corvinus Egyetem.
- Baroni, M.V., Chiabrando, G.A., Costa, C., Wunderlin, D.A., 2002. Assessment of the floral origin of honey by SDS-page immunoblot techniques. *J. Agric. Food Chem.* 50, 1362–1367. <https://doi.org/10.1021/jf011214i>
- Bath, P.K., Singh, N., 2000. A Research Note Chemical Changes in *Helianthus Annuus* and *Eucalyptus Lanceolatus* Honey During Storage. *J. Food Qual.* 23, 443–451. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2000.tb00570.x>
- Bázár, G., Romvári, R., Szabó, A., Somogyi, T., Éles, V., Tsenkova, R., 2016. NIR detection of honey adulteration reveals differences in water spectral pattern. *Food Chem.* 194, 873–880. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.092>
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo, L., 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie* 35. <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>
- Brudzynski, K., Abubaker, K., St-Martin, L., Castle, A., 2011. Re-Examining the Role of Hydrogen Peroxide in Bacteriostatic and Bactericidal Activities of Honey. *Front. Microbiol.* 2. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00213>
- Bryant, V., Jones, G., 2001. The R-values of honey: Pollen coefficients. *Palynology* 25. <https://doi.org/10.2113/0250011>
- Czipa N., Borbélyné Varga M., Győri Z., 2008. A méz minősítéséhez és nyomunkövetéséhez szükséges vizsgálatok. *Agrár. Közlemények* 8.
- 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.
- Frank, R., 2006. A csodálatos méz. Cser Kiadó, Budapest.
- Godocikova, J., Bugarova, V., Kast, C., Majtan, V., Majtan, J., 2020. Antibacterial potential of Swiss honeys and characterisation of their bee-derived bioactive compounds. *J. Sci. Food Agric.* 100, 335–342. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10043>
- González-Miret, M.L., Ayala, F., Terrab, A., Echávarri, J.F., Negueruela, A.I., Heredia, F.J., 2007. Simplified method for calculating colour of honey by application of the characteristic vector method. *Food Res. Int.* 40, 1080–1086. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.06.001>
- Kardeván E., 2011. A magyar méz minőségének védelme.
- Kardos, G., Szél, Z., Szalainé Mátrai, E., 2001. Fajtamézek diasztáz-aktivitása. *Méhészújság* 132.
- Kerkvliet, J.D., Meijer, H.A.J., 2000. Adulteration of honey: relation between microscopic analysis and $d_{13}C$ measurements. *Apidologie* 31, 717–726. <https://doi.org/10.1051/apido:2000156>

- Laczay, P., 2018. Növényi eredetű élelmiszerek előállításának higiénája, in: *Élelmiszer-higiénia, élelmiszerlánc-biztonság*. p. 575. oldal.
- Lehmann, D.M., Krishnakumar, K., Batres, M.A., Hakola-Parry, A., Cokcetin, N., Harry, E., Carter, D.A., 2019. A cost-effective colourimetric assay for quantifying hydrogen peroxide in honey. *Access Microbiol.* 1, e000065. <https://doi.org/10.1099/acmi.0.000065>
- Magyar Élelmiszerkönyv, 2017.
- Migdał, W., Owczarczyk, H.B., Kędzia, B., Hołderna-Kędzia, E., Madajczyk, D., 2000. Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. *Radiat. Phys. Chem.* 57, 285–288. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(99\)00470-3](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(99)00470-3)
- Molan, P.C., 1996. Authenticity of honey, in: Ashurst, P.R., Dennis, M.J. (Eds.), *Food Authentication*. Springer US, Boston, MA, pp. 259–303. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1119-5_8
- Mueller, H., 2014. Antibacterial effect of honey against *Escherichia coli*, *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. University of Veterinary Medicine Budapest, Budapest.
- Nikovitz, A., 1983. *A méhészet kézikönyve*. ÁTK és HungaroNektár.
- Nozal, M.J., Bernal, J.L., Toribio, L., Jiménez, J.J., Martín, M.T., 2001. High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *J. Chromatogr. A* 917, 95–103. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00702-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00702-6)
- Padovan, G.J., De Jong, D., Rodrigues, L.P., Marchini, J.S., 2003. Detection of adulteration of commercial honey samples by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio. *Food Chem.* 82, 633–636. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00504-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00504-6)
- 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>
- Ruoff, Bogdanov, 2004. Authenticity of honey and toher bee products. *Apiacta* 38, 317-327.
- Tamás, M., 2017. Különböző méz fajták összehasonító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra. *Műszaki Szle.* 37–47.
- Tosun, M., 2013. Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method. *Food Chem.* 138, 1629–1632. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.068>
- Tuzen, M., Silici, S., Mendil, D., Soylak, M., 2007. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chem.* 103, 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.053>
- Wang, S., Guo, Q., Wang, L., Lin, L., Shi, H., Cao, H., Cao, B., 2015. Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. *Food Chem.* 172, 669–674. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.044>
- Yilmaz, M.T., Tatlisu, N.B., Toker, O.S., Karaman, S., Dertli, E., Sagdic, O., Arici, M., 2014. Steady, dynamic and creep rheological analysis as a novel approach to detect honey

adulteration by fructose and saccharose syrups: Correlations with HPLC-RID results. Food Res. Int. 64, 634–646. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.009>

Zander, E., Koch, A., 1975. Der Honig, in: Der Honig. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, p. 214.

Online referenciák

A méhészet, a méztermelés helyzete és lehetőségei, különös tekintettel Észak-Magyarország megyéire, URL:

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/regiok/meheszet.pdf>

Megtekintve: 2020. augusztus 24..

Mézvizsgálat, Laboratórium, URL:

<https://laboratorium.hu/mitvizsgalunkamezben>

Megtekintve: 2020. augusztus 25.

Mézfajták: melyik mire jó?, URL:

<https://www.netamin.hu/tudasbazis/cikkek/mezfajtak-melyik-mire-jo/>

Megtekintve: 2020. augusztus 28.

Repceméz, Méz Infó, URL:

<https://mezinfo.hu/repcemez/>

Megtekintve: 2020. augusztus 28.

Fák méze, Mézguru méhészet, URL:

<http://www.mezguru.hu/fak-meze/>

Megtekintve: 2020. augusztus 28.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Először is szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Szakmár Katalinnak és Dr. Tózsér Dórának, a dolgozat elkészítéséhez nyújtott rengeteg segítségükért, lelkiismeretes munkájukért, szakértelmükért és hasznos tanácsaikért mind a kutatás laboratóriumi részét, mind a megírás részét illetően.

Köszönettel tartozom továbbá az Élelmiszer-higiéniai Tanszéken Dr. Laczay Péter tanszékvezető úrnak a lehetőségért, hogy bekapcsolódhattam a tanszék egyik kutatásába, valamint Domak Adriennek a sok segítségért a kísérletek lebonyolításához.

Szeretnék köszönetet mondani azoknak a méhészeknek, akik különféle mézmintákkal láttak el, ezzel is segítve a munkám létrejöttét.

Végezetül köszönettel tartozom családomnak és barátaimnak, akik a nap huszonnégy órájában a rendelkezésemre álltak mindenben, ha segítségre, vagy egy kis lelkesítésre volt szükségem, mindezek nélkül nem jöhetett volna létre a dolgozatom.

NYILATKOZAT

Alulírott **Németh Réka** nyilatkozom, hogy diplomamunkám, melynek címe **Mézminőség és mézhamisítás vizsgálata redoxpotenciál méréssel** tartalmi és formai szempontból teljes mértékben megegyezik azonos című, a 2020. évi TDK konferencián szerepelt dolgozatommal.

Budapest, 2020.11.06.

.....*Németh Réka*.....

a hallgató neve és aláírása

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: Németh Réka

Elérhetőség (e-mail cím): rekacicu@gmail.com

A feltöltendő mű címe: Mézminőség és mézhamisítás vizsgálata redoxpotenciál méréssel

A mű megjelenési adatai: Diplomamunka

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 szolgáltatassa 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 anyagrészt 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 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 könyv- tárbán.

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 törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2020. év 11. hó 06. nap

aláírás
szerző/a szerzői jog
tulajdonosa

A HuVetAMagyar 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, szolgáltassa, 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.*