



Élelmiszertudományi Kar

TDK dolgozat

***A Camellia sinensis (L.) O. Kuntze és az Aspalathus linearis (Burm. f.) R. Dahlgren
teacserjék mikrobióta összetételének és antioxidáns kapacitásának vizsgálata a
fogyasztói ár összefüggésében***

Készítette:

Schvéder Eszter (Élelmiszermérnök Msc 1. évf.),

Sebő Julianna (Élelmiszermérnök Msc 1. évf.)

Témavezetők:

Lehoczkiné Dr. Tornai Judit kandidátus (CSc), BCE tudományos főmunkatárs

Papp Nóra, egyetemi tanársegéd

Stefanovitsné Dr. Bányai Éva (DSc), tanszékvezető egyetemi tanár

Budapesti Corvinus Egyetem

Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteménye

Alkalmazott Kémia Tanszék

Budapest, 2014

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. A magyar teapiac sajátosságai	5
2.2. Árszabás, marketing stratégiai és fogyasztói magatartás	6
2.3. Teacserjék.....	6
2.3.1. <i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze	6
2.3.2. <i>Aspalathus linearis</i> (Burm. f.) R. Dahlgren	7
2.4. A tea fajták ismertetése és feldolgozási folyamata.....	8
2.5. A teák mikrobiális biodiverzitásának vizsgálata	12
2.6. Teakészítés módjának hatása a tea flavonoid vegyületeire	14
2.7. Antioxidánsok fajtái és egészségmegőrző szerepe.....	15
3. Célkitűzés	17
4. Anyagok és módszerek.....	18
4.1. Kérdőív.....	18
4.2. Vizsgált minták.....	18
4.3. Minta-előkészítés	19
4.4. Mérési módszerek	20
4.4.1. Mikrobiológiai vizsgálatok	20
4.4.1.1. Penészgombák azonosításához használt makro- és mikromorfológiai vizsgálatok különböző táptalajokon	20
4.4.1.2. Penészgombák fajszerű azonosítása polimeráz láncreakción alapuló technika (PCR) segítségével.....	21
4.4.1.3. Penészgomba és a baktérium telepek tenyésztési hőmérsékletének vizsgálata	21
4.4.1.4. Baktériumok azonosítása, mikroszkópos-, fiziológiai- és biokémiai vizsgálatokkal	21
4.4.2. Antioxidáns kapacitás vizsgálatok	22
4.4.3. Statisztikai vizsgálatok	233
5. Kísérleti eredmények és kiértékelésük	24
5.1. A vásárlók tea fogyasztási szokásai korosztályonként és nemeként	24
5.2. Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei és értékelésük	27
5.2.1. Teákról izolált tenyészetek	27

5.2.2.	A teákról izolált penészgomba tenyészetek azonosításának eredményei	28
5.2.3.	A teákról izolált baktérium fajok meghatározása	31
5.3.	Antioxidáns kapacitás vizsgálatok és statisztikai kiértékelésük	35
5.3.1.	Tea elkészítési módok közötti különbségek	35
5.3.2.	Teafüvek mérete és antioxidáns hatásuk közötti összefüggések	38
5.3.3.	A lefőzött teák antioxidáns kapacitásának időbeni változása.....	39
6.	Összefoglalás.....	40
	Köszönetnyilvánítás	43
	IRODALOMJEGYZÉK.....	44
	MELLÉKLETEK.....	48

1. BEVEZETÉS

A teafogyasztás több ezer éves múlttra tekint vissza, mégis az utóbbi évtizedekben vált világszerte fogyasztott hétköznapi itallá. A tea elsőként Kínát hódította meg, míg Európába csak a 17. században jutott el. Népszerűvé válását elsősorban Angliának köszönheti (Tamás, 2003). A világ teatermelése és fogyasztása folyamatosan nő, jelenleg a víz mellett a tea a legszélesebb körben fogyasztott ital a világon.

A teatermelés legnagyobb részét még mindig a fekete tea teszi ki, bár egyre nagyobb mértékben növekszik a zöld tea termelése (Tóth, 2005). A kínai császárok italaként népszerűvé vált fehér tea Európában még ritkábban fogyasztott, de az egészséges életmód népszerűségének növekedésével ez a teafajta is egyre ismertebbé válik, mivel kiemelkedő egészségügyi hatásokat tulajdonítanak neki (Berke et al., 2005).

Az utóbbi években a különböző íz- és aromaanyagok felhasználásával, új érzékszervi jellemzőket alakítottak ki, ezáltal a teapiac kínálata pedig még nagyobb mértékben bővült. A piaci versengés meghatározó eleme a termékek ára, ennek promóciójához fűződő árstratégia pedig összetett folyamatok eredménye. Alapvető vélekedésünk, hogy az ár és a minőség legtöbbször szoros kapcsolatban állnak egymással. Manapság egészségük érdekében is egyre többen hajlandók növelni kiadásukat és előnyben részesítik a természetes alapanyagokból készült élelmiszereket. Feltehető a kérdés, hogy valóban egy bizonyítottan egészséges és jobb termékért fizetünk-e többet (a többi hasonló termékhez képest) vagy csak a márkát, az esztétikus és praktikus csomagolást fizetjük-e meg?

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az alábbiakban szeretnénk egy átfogó képet adni a magyar teapiac gazdasági helyzetéről, bővülő termékinálatáról és marketing sajátosságairól. Ezenkívül szeretnénk még bemutatni, a különböző teák szervezetünkre gyakorolt hatását. Ismertetjük a növények egészségmegőrzés szempontjából fontosabb vegyületeit és változatos mikrobióta összetételét, kialakulását és egymásra gyakorolt hatását.

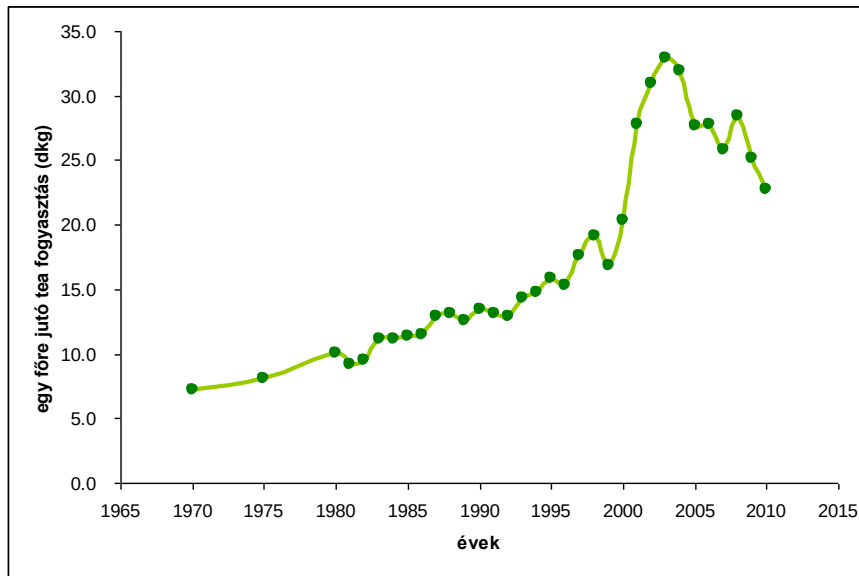
2.1.A magyar teapiac sajátosságai

Míg korábban a hazai piacon elsősorban a herba és fekete teafajták voltak elérhetőek, addig napjainkban már a teák rendkívül széles termékskálája áll rendelkezésre a fogyasztók számára. Számos új termék jelent meg a piacon, mint például a zöld és fehér tea, valamint a gyümölcs és különböző ízesítésű tea típusok. Egy 2005-ben készült felmérés alapján a leggyakrabban fogyasztott teafajta a fekete tea volt, ezt követték a gyümölcs ízű fekete, illetve gyógyteák. Végül az utolsó két helyen a valódi gyümölcs és zöld tea állt (Szalai, 2005).

A magyar piac élén a Sara Lee Hungary Kávész és Tea Kft. (Pickwick és a Sir Morton márkatulajdonosa), valamint a Lipton márkát forgalmazó Unilever Magyarország Kft. áll. Ezen két cég forgalmazza a teák 80-85%-át. A magyar piac kiskereskedelmi forgalmát 34,6%-kal a Pickwick vezeti. Ezt követi a Lipton, Sir Morton, a Herbária és a Twinings (Szerdahelyi, 2003).

Ezenfelül fontos megemlíteni az itthoni teapiac két fő jellegzetességét, mely a szezonális és a márkahűség. Egyes felmérések szerint a fogyasztók közel 40%-a tekinthető márkahűnek, ez az arány gyógyteák esetén 60% (Berke et al., 2005). Magyarországon a teaszezon szeptembertől egészen áprilisig tart. Ezekben a hideg téli hónapokban kiemelkedően magas a teafogyasztás, annak ellenére, hogy a teafogyasztásának nem kellene szezonális jellegűnek lenni.

A Központi Statisztikai Hivatal felmérése alapján 1970-től 2006-ig az egy főre jutó teafogyasztás növekvő tendenciát mutatott. 2007-től viszont az előző évekhez képest némi csökkenés mutatkozott. Míg 1970-ben 7,2 dkg volt az évi egy főre jutó fogyasztás, addig ez 2010-re, már több mint háromszorosára (közel 23 dkg-ra) nőtt (1. ábra).



1. ábra Egy főre jutó teafogyasztás alakulása 1970-től 2010-ig (KSH, 2010).

2.2. Árszabás, marketing stratégiai és fogyasztói magatartás

A tea az élvezeti cikkek körében kedvező árfekvésű terméknek számít. A különböző teafajták közül több árkategóriában választhatunk a hipermarketek polcairól. A fogyasztói érdekesítésnél az árszabás tekintetében jellemzően három árkategória különböztethető meg: a prémium, a közepes és az olcsó teák, utóbbiak főként saját márkás termékeket foglalnak magukba (Berke és Jakusovszki, 2005).

A vásárlók egyre inkább tudatában vannak jogaiknak, lehetőségeiknek, így kifejezetten nehezményezik a nem korrekt tájékoztatást, félrevezetést. A fogyasztó gyakran bizalmatlan a termékek iránt, ugyanakkor szívesen fizeti meg a személyre szabott, igényes terméket, szolgáltatásokat (Törcsik, 2011).

Az árak mellett a termékek elhelyezése és csomagolása egyaránt döntő szerepet játszhat a fogyasztók választásában. Ami a kínálatot illeti, a praktikus filteres termékek több mint 80%-os részesedéssel uralják a piacot. Előnyös továbbá, ha a termékek doboza esztétikus és praktikus, a színek és az illusztrációk beszédesekek, ízlésesekek.

2.3. Teacserjék

2.3.1. *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze

Ma már számos teacserjeféle ismert, melyek leginkább Délkelet-Ázsiában őshonosak, de számos faj Közép-Amerika északi részén, Dél-Amerikában, valamint Afrikában is elterjedt. A legtöbb teacserje a hegyvidéki erdőkben található. Ezek közül a legismertebb a *Camellia*

sinensis (L.) O. Kuntze (2. ábra), mely nevét Georg J. Camellus jezsuita misszionárius gyógyszerésről kapta. Ez a krémszínű, piros vagy rózsaszín virágú növény Délnyugat-Kínában őshonos, innen jutott el Japánba, majd 1731-ben Angliába. Erről a teacserjéről elsőként Linné adott tudományos meghatározást.



2. ábra¹ *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze.

A teacserjének két alaktanilag eltérő csoportját különböztetjük meg: a *C. sinensis* var. *assamica*-át és a *C. sinensis* var. *sinensis*-t, melyek az asszami és a kínai teára vezethetők vissza. Az asszám tea cserjéje 6 méter magasra is megnőhet, valamint levele és nedvességigénye is nagyobb kínai társánál. A tea örökzöld cserje, melynek levelei sötétzöld színűek, kemények, fényesek, valamint 5-7 cm hosszúak és 3-4 cm szélesek (Lu Jü, 2005). Néhány híres zöld teafajta: Lung-csing (Sárkány-kút), Si-feng (Oroszlán-csúcs), Paj-jün (Fehér felhő), Pao-jün (Kincs felhő), Shou-mej (Apó szemöldök) stb. (Lu Jü, 2005). A legismertebb fehér teák: Jin-csen (Ezüst tű), a Paj-mu-tan (Fehér peónia) és a Jing-mej (Nemes szépség) (Lu Jü, 2005).

2.3.2. *Aspalathus linearis* (Burm. f.) R. Dahlgren

A rooibos cserje Dél- Afrika nyugati részén Cape tartományban őshonos növény (3. ábra), amely kizárólag a cedarbergi hegyekben nő (Wilson, 2005). A rooibos tea fogyasztása a 90-es évek közepétől kezdett rohamosan elterjedni Nyugat-Európában. A fajok közül az *Aspalathus linearis* ssp. *linearis* a legelterjedtebb. A rooibos növényt vörös fokföldirekettyének is nevezik, ami után a vörös tea elnevezést kapta. A vörös jelző a feldolgozott növény és a főzet színére utal.

¹ <http://thinkgreen.uw.hu/tea2.jpg>, <http://t1.gstatic.com/images>



3. ábra² Rooibos cserje.

Az 1-2 méter magasra növő kétszikű cserje hosszú ágai rendkívül hajlékonyak (3. ábra). Rajtuk számtalan vékony, levelekkel borított oldalág található. 1- 5 cm hosszú, 1 mm vastag, finoman szőrözött hegyes élű, túszerű levelei vannak. A pillangó formájú sárga virágai rövid nyélen ülnek. Hazájában, októberben virágzik. Sárgásbarna, vastag héjú, kemény magú termése van. A cserje meleg és vízigényes, növekedésének a homokos és savas talaj kedvez (Nolte, 1968). Termesztéséhez elengedhetetlen a legalább 450 m-es tengerszint feletti magasság, de a fagyot egyáltalán nem tűri.

2.4. A tea fajták ismertetése és feldolgozási folyamata

A *Camellia sinensis* növény esetében minden teafajtát friss zöld tealevélből készítenek, azonban nem mindegyik megy át azonos feldolgozási fázisokon. Az előállítás folyamatát a tea fajtája (típusa) határozza meg. Az oxidációs folyamat időtartama a feldolgozási folyamatok során eltérő. A különböző technológiák és oxidációs folyamatok alapján különböző teatípusokat különböztethetünk meg.

Bár Kínában és Japánban a zöld tea levelek feldolgozási technológiája és hagyománya eltérő, de az általános lépések megegyeznek. A zöld leveleket először fonnyasztják, majd a különböző sodrási eljárások után nem vagy csak enyhén oxidálják. Végül a tealeveleket szárítják. A zöld tea levelekből készült italok világos színűek (Pettigrew, 2007).

A fehér teafajták a *Camellia sinensis* teacserje legértékesebb fehér színű leveleiből, rügyeiből készül, melyet először a napon szárítanak, majd egy gyenge fermentációs eljárást követően a leveleket gőzölik. A gőzölés során az enzimeket inaktíválják, ezáltal megakadályozzák a további oxidációs folyamatokat. A levelek az eltérő technológiai folyamatok ellenére is megőrzik fehér színüket. A kiszárított és összepödrött rügyek ezüstös árnyalatúak, az ezekből készült tea főzet halvány sárga színű (Pettigrew, 2007).

²:<http://www.teafrogblog.com/wp-content/uploads/2008/03/rooibos-bush.jpg>

http://pctrs.network.hu/clubblogpicture/2/2/9/_/229434_658783438_big.jpg

A fekete tea a tealevelek teljes mértékű erjesztése (fermentációja) során keletkezik, mely az erjesztett levelek, illetve a belőlük készült italok sötét színén is jól látható. A fekete tea feldolgozási technológiájában és a fermentáció során képződött csersavas és aromás vegyületekben is különbözik más fajtáktól (Kiss, 2007).

Az *Aspalathus linearis* esetében a növényt a fekete teához hasonlóan fermentálják. Rooibos teák esetében az ültetés után 18 hónappal lehet leszüretelni az első hajtásokat a növényről. Cheney és Scholtz (1963) dokumentációi szerint, a maximális terméshozamot, azonban csak 3 éves kora után éri el a növény. A szüretelés mechanikailag vagy kézzel történhet. Az ágakat (hajtásokat) a szár vége fölött nem sokkal vágják le, ezután a hajtásokat 3-4 mm hosszúságúra vágják és nedvesítik. A növényt a fekete teához hasonlóan fermentálják. A fermentáció átlagos időtartama 12-24 óra, amely során jelentős kémiai átalakulások zajlanak le. A fermentáció végére kialakul a jellegzetes vöröses szín, majd a növényt vékony rétegben kiterítik és megszáritják. A csomagolást megelőzően a terméket osztályozzák, majd kigőzöléssel pasztörizálják, hogy a mikrobákat elpusztítsák.

A feldolgozás mechanizmusa

1. Teaszüret



4. ábra³ Teaszüret.

A teaszüretre akkor kerül sor, amikor a fiatal hajtások kibújnak. Ekkor a teanövény általában 3 éves, de az első szüret ideje kitolódhat a teanövény ötéves korára is. Rendszerint a hajtáscsúcsokat és a mellettük található 2-3 levelet szedik le a szárról. A szedések minősége és hozama helyenként változó. Melegebb éghajlaton több a virágzási időszak, így a tea egész évben szüretelhető, míg a magasabban

fekvő területeken például Kínában csak áprilistól októberig lehet szüretelni.

A tea minőségét befolyásolja, hogy a szedés milyen napszakban történik. A csúcsmínőségű teákat ugyanis alkonyatkor, illetve pirkadattól reggel 7-8 óráig gyűjtik össze, amikor a napsugárzás még nem túl erős. Az átlagos minőségű teákat déltől estig szüretelik. A szedésnek két fajtája ismert. Durva szedéssel szüretelnek az alacsony minőségű teák esetén, ahol a szár alsó részén lévő nagyobb leveleket gyűjtik össze. Finom szedést alkalmaznak, a

³ <http://kepguru.hu/previews/12/12097.jpg>

magasabb ár kategóriájú teák esetén, ahol a friss levélrügyeket és az alatta lévő zsenge levélpárt csípi le.

2. Fonnyasztás



5. ábra⁴ A tealevelek fonnyasztása kádakban.

A fonnyasztás műveletének célja a tea nedvességtartalmának csökkentése. Ez a művelet 6-12 óráig vagy maximum egy napig tart. A folyamat során serpenyőben (wokokban) kézzel forgatják a tealeveleket. A hagyományos eljárás alapján gyékényből fonott tálcán vékony rétegben szétterítik a tealeveleket (5. ábra), hogy minél jobban érintkezzen a levegővel. A modern eljárásnál viszont kádakban fonnyasztják a

teát. Az előszárítási műveletek és időtartamuk teatípusonként és régióként változóak.

A zöld teákat gőzőlik (főként Japánban), vagy hevítik (főként Kínában). Kínában főként a hagyományos módszert alkalmazzák, mely során a friss leveleket bambusz tálakon szárítják, forgatják. Az így elkészült teagombócokat serpenyőbe dobják és szikkasztják, végül a kész tealeveleket átrostálják. Ezzel szemben Japánban a friss tealeveleket futószalagra teszik és átgőzőlik, lehűtés után pedig szárítják (Pettigrew, 2007).

3. Sodrás

A sodrás során a levelek sejtfalát szétroncsolják, így a levél felületére került sejtnedvek az enzimekkel elkeveredve beindítják az oxidációs folyamatokat. A sodrást az erjesztés előműveletének is nevezik. A modern üzemekben géppel sodorják a teákat (6. ábra), melynek két fő típusa ismert crush, tear, curl (ctc) (vágás, tépés, sodrás)-, valamint az ortodox (Aal, 1998).

⁴ http://farm7.staticflickr.com/6226/7012861727_e3df2e32cd_z.jpg



6. ábra⁵ A sodrás művelete.

az enzimes reakciók itt is beindulnak. A folyamat végén kapott termék aromásabb lesz, mint a ctc módszernél, viszont a színe fakóbb. A kézi sodrású termék eszmei értéke meghaladja a gyári sodrásúét (Kiss, 2007).

4. Fermentáció



7. ábra⁶ A tea fermentálása.

helyiségben erjesztik (7. ábra). A fermentálás ideje függ a hőmérséklettől, az oxigén ellátottságtól, a teafajtától és a feldolgozás technológiájától (Kiss, 2007; Aal, 1998).

A gőzölés vagy a hevítés számos biokémiai folyamat elindítója, mely meggátolja a fermentáció kialakulását, köztük a zöld teában lévő katechinek oxidációját, így a zöld tealevelek megőrzik színüket és aromájukat, ezáltal ízük is fanyarabb lesz, mint a fekete teaé. Így lesz a két kultúrából származó tea teljesen eltérő (Pettigrew, 2007).

5. Szárítás

A ctc módszerrel a tealeveleket péppé őrlik, ezáltal a színe intenzívebb lesz, valamint az enzimes folyamatok hatékonysága is maximális, viszont az aromája kevesebb. Ezt az eljárást leginkább filteres, gyengébb minőségű termékek előállításánál alkalmazzák. Ezzel szemben az ortodox módszernél, mely főként kézi feldolgozású, a roncsolás nem tökéletes, ezáltal a termék is darabos jellegű, azonban

A fermentáció során a zöld tealevelekből oxidációs folyamatok hatására fekete tea lesz.

A művelet olyan kémiai folyamatokat indít el, mely a cseranyagokat és az alkaloidokat is felszabadítja. A csersavak is oxidálódnak és olyan aromaanyagok alakulnak ki, melyek a tea élvezeti értékét jelentősen meghatározzák. A teát általában magas páratartalmú (90%) és 23-29°C-os

⁵ http://www.japantea.hu/admin/ajaxfilemanager/uploaded/sencha/first_rolling.jpg

⁶ <http://www.schooloftea.org/wp-content/uploads/2010/08/fermentation.jpg>



8. ábra⁷ A tealevelek hagyományos szárítása.

A szárítás során leállítják az enzimes folyamatokat, valamint stabilizálják az íz és aromaanyagokat, ezáltal növelik a termék élvezeti értékét. A tea nedvességtartalmát 70-60%-ról 3%-ra csökkentik, így növelik az eltarthatóságot. A szárítás során a víz elvonása megváltoztatja a tealevelek színét. Ezeket a folyamatokat különböző üzemi gépek (ECP szárító, fluid ágyas szárító) segítségével szabályozhatják (Kiss, 2007;

Aal, 1998). A 8. ábrán a hagyományos napon történő szárítás látható.

6. Rostálás

A rostálás célja, hogy a különböző szennyező anyagokat például a kavicsokat, fémdarabokat kiválogassák, és a teákat megfelelő minőségi csoportokba sorolják. A kész tea rázóasztalokra kerül, ahol a különböző rostákra összesodort levelekből, a durva növényi rostokat, szárrészeket, és a porszerű maradványokat eltávolítják. A leveleket a sziták nagysága alapján osztályozzák. Először a nagyobbakkal kezdik és a végére már csak a teapor és a szemét marad (Kiss, 2007; Aal, 1998).

További műveleti lépések:

7. Ízesítés során általában a zöld, illetve fekete teákhoz aromaanyagokat adagolnak. Ez lehet szárított gyümölcs, pörkölt kakaó, szárított kakaóhéj, citromfű stb.

8. Csomagolás esetén a terméket légmentes aromatartó csomagba helyezik, ami megóvjá a nedvességtől és védi a fénytől (Kiss, 2007; Aal, 1998).

2.5. A teák mikrobiális biodiverzitásának vizsgálata

A teák nagyon kis vízaktivitásúak ($a_w = 0,4-0,6$), ezért mikrobiológiai szempontból biztonságosak, de a tealevelek feldolgozási folyamata, az éghajlati viszonyok, páratartalom, a talaj makro-ökológiai környezete mind befolyásolhatja az adott teafajta mikrobióta összetételét. Emiatt mikrobiológiai biodiverzitásuk is állandóan változhat. A belőlük készült italok forró vízzel, főzéssel készülnek, amik a száraz tea füveken maradt mikroorganizmusok jelentős többségét elpusztítja. A teafüvek feldolgozási folyamataiban a mikrobiológiai

⁷ http://www.teautja.hu/admin/ajaxfilemanager/uploaded/puerh/maocha_besaritas.jpg

folyamatok is fontos szerepet játszanak (Deák et al., 2006).

A zöld tea kivételével, amelyet csak fonnyasztanak, a többi teafajta gyenge fermentációs eljáráson megy keresztül, „erjesztéssel” készül. Ez valójában oxidáció, amelynek során a vékony rétegben szétterített tealeveleket gyakran forgatják, és részlegesen szárítják, eközben antimikrobás hatású polifelonok (katechin, teaflavin) képződnek. A végső szárítást 80-90 °C-os forró levegővel, vagy 130-250 °C-ra hevített serpenyőkben végzik. A teafüvek maradék mikrobaszáma nem haladja meg a 10^3 - 10^4 sejt/g-ot, ami megfelel az egészségügyi előírásoknak (Deák et al., 2006).

A baktériumok hőtűrő képességük alapján két élesen elkülönülő csoportba sorolhatók: vegetatív és endospórát képző baktériumok (*Bacillus*, *Clostridium* stb. nemzetségek). A vegetatív baktériumok beleértve az endospórát képző baktériumok vegetatív sejtjeit is, relatíve kis hőtűréssel jellemezhetők (Lacay, 2008). Ezen mikrobák már 80 °C alatti hőkezeléssel (a tealevelek forrázási hőmérsékletén) néhány perc alatt elpusztíthatóak (Lacay, 2008). Ezzel szemben a hőtűrő spórák baktériumok a vegetatív sejteknél jóval ellenállóbbak a környezeti tényezőkkel szemben (hőmérséklet, ionizáló sugárzás, toxikus kémiai anyagok stb.). A *Bacillus*, *Clostridium* nemzetségbe tartozó fajok, mint például a *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. atrophaeus*, *C. botulinum*, *C. perfringens* az őket ért külső stresszhatásokra különböző túlélési válaszokkal reagálnak, endospórát képeznek (Deák et al., 2006). „Az endospóra egy olyan különleges szerkezetű inaktív állapotú baktérium sejt, mely kedvezőtlen körülmények között képződik a vegetatív sejten belül (majd szabaddá válik). Szerkezetéből adódóan rendkívül ellenáll a kedvezőtlen környezeti tényezőknek (pl.: nagy hőmérséklet, kiszáradás, kémiai behatások. Az endospóra képzés képessége nagy előnyt jelent számukra a túlélésben” (Madigan et al. 2003). A hőkezelés során vannak olyan sejtek, melyek azonnal nem pusztulnak el, hanem különböző sérüléseket szenvednek. Ez a szaporodóképesség elvesztésével jár, ami azonban nem végleges, ha a sérüléseit a sejt ki tudja javítani. Ezek étel- és italbiztonság szempontból igen fontosak, hiszen a patogén mikrobák sérült sejtjei visszanyerhetik virulenciájukat (Deák et al., 2006). Németországban is jelentős egészségügyi kockázatot vetett fel a kórházakban a nem megfelelő hőkezeléssel elkészített herba tea. A lefőzött teából ugyanis *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* és *Candida albicans* humán patogén mikroorganizmusokat izoláltak (Wilson, 2004).

A megfelelő hőkezelés nemcsak a mikroorganizmusok pusztulására lehet hatással, hanem az antioxidáns hatású vegyületek (lásd később) kioldódását is befolyásolhatja. Tudományos kísérlet támasztja alá, hogy a magasabb hőmérsékleten (95-100°C) lefőzött tealevelekből több *in vitro* antioxidáns hatású vegyület oldódik ki, melyek jelentős egészségügyi hatással bírnak,

valamint ezek jelentős többsége mikrobiológiai aktivitást is mutat (Venditti et al., 2010). Néhány tanulmány vizsgálta a polifenolok bélrendszeri kórokozókra gyakorolt gátló hatását (Campos et al., 2003; Taguri et al., 2004). A kutatások során kimutatták, hogy a teaflavanolok csoportjába tartozó katechinek közül a proanthocianidinek és a hidrolizálható tanninok mutatnak antimikrobás hatást. A gátló hatással szembeni tolerancia függ a polifenolok mennyiségétől és az adott baktériumfaj rezisztenciájától, ezért nagy lehetőség rejlik a természetes antioxidánsok tartósítószerként való használatában, hisz a fogyasztók elvárása az adalékanyagmentes, friss és minél természetesebb ízű teák (Negi et al., 2003; Taguri et al., 2004). Azonban nem minden teakivonatból származó katechin mutat antimikrobás hatást. A kutatók felfedezték, hogy a zöld tea extraktum nem volt elég hatékony a patogén *Escherichia coli* ellen, annak ellenére, hogy kb. 50% -kal csökkentette a szaporodási képességüket (Nazer et al., 2005).

Az élelmiszerekben található tápanyagok jórészt fedezik a mikroorganizmusok tápanyagigényeit. Azt, hogy egy adott penészgombafaj képes-e az élelmiszeren növekedni és szaporodni nagymértékben befolyásolja, hogy milyen mikroorganizmussal kell versengenie, illetve, hogy mennyire hatékony az élelmiszerek természetes védekezési rendszerének leküzdésében (Péter, 2007).

A penészgombák alapvetően kétféle anyagcsereterméket termelnek. Az elsődleges anyagcseretermék, mely az adott mikroorganizmus növekedéséhez és szaporodásához szükségesek és az emberi szervezetre nincsenek hatással. A külső környezeti stresszhatások (hirtelen hőmérséklet csökkenés, oxigén és tápanyaghiány) hatására másodlagos anyagcseretermékek, metabolitok (mikotoxinok, pigmentek, alkaloidák) termelődnek (Reiss, 1981). Ezek vizsgálatára legtöbbször *Aspergillus flavus*/ *A. parasiticus* selective medium (AFPA) táptalajt alkalmaznak (Samson et al., 2004; de Hoog et al., 2000; Pitt et al., 2009). Lényegében a toxinképződést az adott gomba faja, a szubsztrátum és a külső körülmények befolyásolják (Reiss, 1981; Ahmed et al., 2003). Ezért élelmiszerbiztonsági szempontból különösen fontos, a terméken előforduló penészgombák pontos beazonosítása, hiszen egyes fajok a fogyasztók egészségét súlyosan károsíthatják az általuk termelt toxin révén.

2.6. Teakészítés módjának hatása a tea flavonoid vegyületeire

Az emberek jelentős többsége rendszeres tea fogyasztó, emellett teázási szokásaik és céljaik rendkívül eltérők. Vannak, akik a teát csak folyadékpótlásként isszák, míg mások előnyös egészségi hatása miatt. A tea fogyasztás alkalmával számos értékes komponens jut a szervezetünkbe, hiszen a teanövényben ásványi anyagok, nyomelemek és flavonoid

vegyületek halmozódnak fel. A teában három jelentősebb flavonoid vegyületcsoportot különböztetünk meg: katechinek (flavanolok), teaflavinok és tearubiginok. A flavanolok osztályába tartozik az epikatechin, epigallokatechin-gallát és az epigallokatechin-gallát. Ezek közül a tealevéiben az epigallokatechin-gallát halmozódik fel a legnagyobb mennyiségben. A legnagyobb flavanoltartalma a zöld és a fehér teáknak van. A tea ezen felül flavanol-glikozidokat –kempferolt, kvercetin és miricetin- is tartalmaz (Hegedűs et al., 2012).

2.7. Antioxidánsok fajtái és egészségmegőrző szerepe

A szabadgyökök okozta károsodásokkal szemben a sejtekben antioxidáns védelmi rendszer alakult ki, mely létrejöhet spontán módon, illetve enzimek által katalizált folyamatok révén. Az antioxidánsok ugyanis olyan molekulák, melyek redukáló hatással rendelkeznek, így más molekulák „szubsztrátumok” helyett oxidálódnak, valamint az oxidálódott terméket át tudják alakítani más, nem toxikus vegyületekké, tehát másodrendű antioxidánsként funkcionálnak. A sejtekben vannak olyan enzimek és kismolekulás vegyületek, melyek az oxigén különböző redukált formáit átalakítani képesek, valamint a kisebb molekulatömegű vegyületek is részt vesznek az aktív oxigénformák semlegesítésében (Hegedűs et al., 2012).

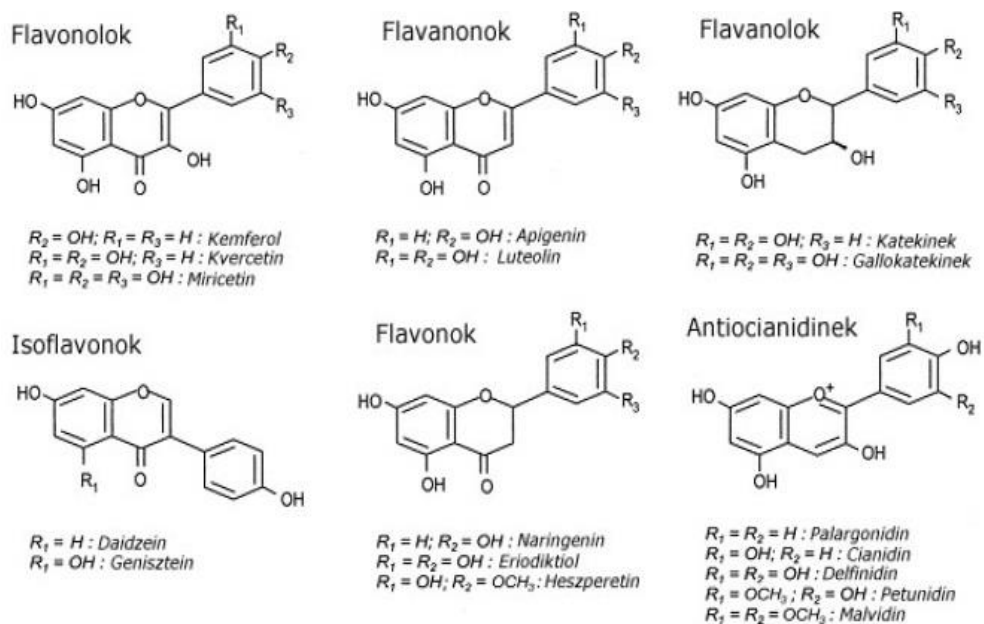
Ennek alapján az antioxidáns védelmi rendszert feloszthatjuk enzimatis és nem enzimatis védelmi csoportokra. Az **enzimes védelmi rendszer** a szervezet anyagcsere folyamatai során képződő szabadgyökök semlegesítését vagy más, nem toxikus molekulákká való átalakítását végzi (Valko et al., 2006). A rendszer legfontosabb enzimei például a szuperoxid-dizmutáz (SOD), kataláz, peroxidáz, glutation, glutation-peroxidáz (Lugasi, 2001), melyek fontos feladata a káros termékek például alkoholok, aldehidek, alketánok bontása, valamint a DNS és a károsodott molekulák „kijavítása” (Valko et al., 2006).

A **nem enzimatis rendszerek** csoportjába sorolhatók a kis molekulatömegű vegyületek, melyek lehetnek ásványi (Ca, Na, Mg) és nyomelemek (Fe, Zn, Se), vitaminok (A, C, E, K-vitamin), tiol tartalmú vegyületek (cisztein, metionin), karotinoidok vagy flavonoidok (Valko et al., 2006).

A polifenolok csoportján belül a flavonoidok és a nem flavonoid jellegű polifenolok számos biológiai és kémiai hatásért felelősek: antioxidánsok, C és E-vitamin analógok, kelátképzők, elektrofil reagensek befogadására képesek (Hegedűs et al., 2012). A flavonoidoknak számos egészségi hatása ismert: szabadgyökbefogás, gyulladáscsökkentő, asztmaellenes, antibakteriális antivirális hatás (Hegedűs et al., 2012).

A flavonoidok difenilpropán alapvázú vegyületek, melyek szerkezete eltérő. A különbözőséget a két benzol gyűrű és az egy oxigén atomot tartalmazó heterociklusos gyűrűk

közötti kapcsolat határozza meg (Hegedűs et al., 2012; Bors et al, 1990). Ennek alapján a flavonoidok különböző csoportokba sorolhatók, ezek közül a legfontosabbakat az alábbi 9. ábra szemlélteti (Manach et al., 2004).



9.ábra A flavonoidok csoportosítása (Manach et al., 2004).

3. Célkitűzés

A vizsgálatokhoz négy különböző teafajtát választottunk, zöld-, fehér-, fekete,- és rooibos teát. Mindegyik teafajtából különböző árkategóriájú termékeket vásároltunk, hogy a mérések során az esetleges eltéréseket is megvizsgálhassuk az olcsóbb és a drágább termékek között antioxidáns kapacitás és a teafüvek mikrobiális biodiverzitása szempontjából.

1.) Célunk volt, hogy egy kérdőív segítségével feltérképezzük az emberek tea fogyasztási szokásait.

2.) Mivel a teafüvek antioxidáns kapacitása függhet az elkészítési módjától, ezért kísérleti célunk volt a teák csomagolásain feltüntetett és egy általunk meghatározott (100°C, 5 perc) elkészítési mód összehasonlítása.

3.) Kíváncsiak voltunk, hogy a teák hosszabb idejű tárolása mennyiben befolyásolja az ital antioxidáns kapacitását.

4.) Vizsgálataink során feltűnt a leveles teák antioxidáns kapacitásának kis értéke, ezért célul tűztük ki, hogy a leveles teák őrlésével kapott minták antioxidáns kapacitását megvizsgáljuk.

5.) Ismert, hogy a tealevelek számos mikroorganizmussal fertőződhetnek szüretelésük, feldolgozásuk és tárolásuk során. Mikrobiológiai jellegű kísérleteink célja volt a különböző táptalajokra szórt teafüveken kinőtt penészgombák és baktériumok nemzetség vagy fajsztíű azonosítása, így feltérképezve a különböző teafajták biodiverzitását. Továbbá szerettük volna megvizsgálni az izolált *Aspergillus* törzsek potenciális mikotoxin termelését is.

6.) A különböző teafüvek biodiverzitásának ismeretében szerettünk volna következtetni arra, hogy a teák elkészítéséhez a csomagoláson feltüntetett, forgalmazó cégek által javasolt különböző hőmérsékletű (70°C, 80°C, 90°C vagy 100°C) vizek valóban elpusztítják-e a potenciális humán patogén megbetegedéseket okozó mikroorganizmusokat, hogy az ital fogyasztása már ne jelenthessen egészségi kockázatot a fogyasztók számára.

7.) Munkánk legfőbb célja az volt, hogy a vizsgálatok során megfigyeljük az eltéréseket a különböző teafajták között, és az eredmények összegzéseként megállapítsuk azt, hogy az azonos fajtájú termékeknél van-e eltérés a különböző árkategória alapján.

4. Anyagok és módszerek

4.1. Kérdőív

A kérdőívünket, mely a II. mellékletben látható, 100 személlyel töltöttük ki, ezen belül az arányok korosztályonként és nemenként 25-25%-osak voltak.

4.2. Vizsgált minták

Összesen 14 db kereskedelmi forgalomban kapható, fehér (3db), zöld (4 db), rooibos (4 db) és fekete (3db) teát vizsgáltunk. A vásárolt teák többsége filteres kiszerelésű, de az összehasonlítás miatt 3 leveles terméket is választottunk. A teákat az egységár (Ft/g) alapján három különböző kategóriába soroltuk (1. táblázat).

A táblázat növekvő sorrendben tartalmazza az egységárakat az egyes teafajtáknál. A teák árait egységnyi tömegre vonatkoztatva adtuk meg. Az árszabás üzlettípusonként eltérő lehet. Munkánk során az árszabás tekintetében jellemzően három kategóriát különböztettünk meg minden teafajtánál Berke és Jakusovszki (2005) publikációja alapján. A rooibos és fekete teák esetében sikerült olyan termékeket választani, amelyeknél az egységárak között legalább 10 Ft különbség volt. A fehér teákból kevesebb volt a választék a boltok polcain és az árak is magasabbak voltak. A megvásárolt zöld teák esetében nem volt olyan nagy különbség az alacsony és a közepes árkategória között.

1. táblázat Teák árkategóriák szerinti csoportosítása

Kód	Fajta	Kiszerelés	Mennyiség [g]	Filterek száma (db)	Filter tömege [g]	Ár [Ft]	Egységár [Ft/g]	Árkategória
Z1	Zöld 1	leveles	100	-	-	1350	13,5	alacsony
Z2	Zöld 2	filteres	30	20	1,5	450	15	alacsony
Z3	Zöld 3	filteres	30	20	1,5	549	18,3	közép
Z4	Zöld 4	filteres	43,75	25	1,75	1250	28,6	felső
Fh1	Fehér 1	filteres	30	20	1,5	590	19,7	alacsony
Fh2	Fehér 2	leveles	100	-	-	2250	22,5	közép
Fh3	Fehér 3	rügyes	100	-	-	6500	65	felső
Fk1	Fekete 1	filteres	37,5	25	1,5	319	8,5	alacsony
Fk2	Fekete 2	filteres	35	20	1,75	479	13,7	közép
Fk3	Fekete 3	filteres	43,75	25	1,75	1390	39,7	felső
R1	Rooibos 1	filteres	40	20	2	230	5,8	alacsony
R2	Rooibos 2	filteres	30	20	1,5	599	20	közép
R3	Rooibos 3	filteres	40	20	2	799	20	közép
R4	Rooibos 4	filteres	37,5	25	1,5	1250	33,3	felső

4.3. Minta-előkészítés

A különböző teaminták antioxidáns kapacitásának összehasonlításához kétféle minta-előkészítést alkalmaztunk:

a.) az előírás szerinti előkészítés során követtük a tea csomagolásán lévő elkészítési útmutatót (2. táblázat). Leveles teák esetében 1,5 g teafüvet áztattunk egy csésze ital elkészítéséhez.

b.) Mivel a csomagoláson feltüntetett elkészítési módok nagyban eltértek egymástól, így egy általunk hagyományosnak tekintett előkészítés során is megvizsgáltuk termékeket, amely 100°C-os 5 perces hőkezelésnek felelt meg és a teákat átlagos teafőzővel főztük le.

2. táblázat Az egyes teák elkészítési útmutatója

Kód	Fajta	Kiszereelés	Víz mennyisége [dl]	Áztatási idő [min]	Áztatási hőmérséklet [°C]
Z1	Zöld 1	leveles	2	2,5	80
Z2	Zöld 2	filteres	2	2	90
Z3	Zöld 3	filteres	2	3	90
Z4	Zöld 4	filteres	2	2,5	80
Fh1	Fehér 1	filteres	2	4	100
Fh2	Fehér 2	leveles	2	2,5	70
Fh3	Fehér 3	rügyes	2	2,5	70
Fk1	Fekete 1	filteres	2	2- 3	100
Fk2	Fekete 2	filteres	2	3- 5	100
Fk3	Fekete 3	filteres	2	3- 4	100
R1	Rooibos 1	filteres	2	8- 10	100
R2	Rooibos 2	filteres	2	8- 10	100
R3	Rooibos 3	filteres	2	4- 5	100
R4	Rooibos 4	filteres	2	6- 8	100

Vizsgáltuk a tárolási idő hatását az összes polifenol-tartalomra, melyhez a piktogramon lévő előírás szerinti módon főztük le a kiválasztott teákat. A zöld és a fehér teákat szobahőmérsékleten tároltuk 24 órán keresztül. Ez idő alatt az első 6 órában óránként, majd 24 óra elteltével vettünk mintát.

A rügyes fehér és zöld teák egy részét dörzsmozsárban homogenizáltuk, ezután a hagyományos elkészítési módnak megfelelően lefőztük.

4.4. Mérési módszerek

4.4.1. Mikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiológiai kísérleteink során mindegyik teafajtából 3-3 terméket vizsgáltunk, és két-két párhuzamossal dolgoztunk. A táptalajok pontos összetételét az I. számú mellékletben adtuk meg.

4.4.1.1. Penészgombák azonosításához használt makro- és mikromorfológiai vizsgálatok különböző táptalajokon

A teafüveket a penészgombák hagyományos azonosításához a határozó könyvek alapján az ajánlott speciális táptalajokra (*Malt Extract Agar* (2%), *Yeast extract-Glucose Pepton* (YPG)), valamint a baktériumok növekedését gátló szelektív differenciáló (*Czapek-Dox Agar*, *Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar* (DRBC)) agarlemzekre, és a kis vízaktivitás mellett jól szaporodó xerofil penészgombák elkülönítésére szolgáló (*Dichloran Glycerol Agar*, (DG-18 agar)) táptalajra szórtuk, melyet szobahőmérsékleten 7 napig inkubáltuk (Samson et al., 2004, de Hoog et al. 2000, Pitt et al. 2009). A kinőtt penészgomba telepekből tiszta tenyészetet készítettünk, melynek makroszkopikus tulajdonságait Zeiss Discovery V8 sztereomikroszkópot, mikromorfológiai tulajdonságainak megfigyeléséhez Zeiss Docuval fénymikroszkópot használtunk.

A toxint termelő *Aspergillus flavus* faj elkülönítésére speciális *Aspergillus flavus/ A. parasiticus selective medium* (AFPA) táptalajt használtunk. Az eredményeket a 3. táblázat alapján értékeltem ki.

3. táblázat Az *Aspergillus flavus* és a kapcsolódó *Aspergillus* fajok ismertető jelei (Samson et al., 1991)

Fajok	A telep színe	Konídiumok	AFPA	Aflat B	Aflat G	Cyclop-sav
<i>A. flavus</i>	zöld	l/ev	n	++	-	++
<i>A. parasiticus</i>	sötét sárgás zöld	hv	n	++	++	-
<i>A. nomius</i>	zöld	hv	n	++	++	-
<i>A. oryzae</i>	barna	l/ev	k	-	-	(+)
<i>A. sojae</i>	világos barna	hv	n	-	-	-
<i>A. tamarii</i>	sötét barna	hv	sb	-	-	++

Rövidítés: Konídiumok: l/ev: A sima, egyenletes falútól a durva egyenetlen falúig, hv: Határozottan durva, egyenetlen, AFPA: *Aspergillus flavus/ A. parasiticus* agar, n: narancssárga, k: krém, sb: sötétbarna, Aflat B: Aflatoxin B₁ és B₂, Aflat G: Aflatoxin G₁ és G₂, Cyclop-sav: cyclopiazonic sav terméke.

4.4.1.2. Penészgombák fajszintű azonosítása polimeráz láncreakción alapuló technika (PCR) segítségével

A polimeráz láncreakció egy nagy érzékenységgű *in vitro* enzimes módszer, mely lehetővé teszi a DNS templárról a kiválasztott DNS szakasz megsokszorozódását. A folyamat, legtöbb esetben Taq DNS-polimeráz segítségével pufferált közegben megy végbe a beépíthető nukleotidok jelenlétében. A primerek, amelyek a templát sokszorozásához szükségesek, 15-40 hosszúságú egyszálú oligonukleotid láncok, melyeket a sokszorozni kívánt szakasz végeinek ismeretében szintetizáltak. A C 1000TM Thermal Cycler típusú PCR készülékben történő 25-40 ciklusos sokszorozást követően a terméket detektáltunk, legtöbb esetben gélelektroforézises elválasztással, illetve festéssel. A vizsgálatot a Mezőgazdasági és Ipari mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteménye Tanszék által optimalizált összetétel alapján végeztük el (Dlauchy et al., 1999).

4.4.1.3. Penészgomba és a baktérium telepek tenyésztési hőmérsékletének vizsgálata

A vizsgálat során a teafüvekről izolált, ferdeagarra átvitt penészgomba telepeket 37 °C-on, míg a baktériumtenyészeteket 37 °C-on, illetve 50 °C-on inkubáltuk.

4.4.1.4. Baktériumok azonosítása, mikroszkópos-, fiziológiai- és biokémiai vizsgálatokkal

A táptalajokon kinőtt baktérium fajokat először *Tryptone Glucose Extract Agar* (TGE) táptalajon kiszélesztettük, majd a különálló telepekből tiszta tenyészeteket készítettünk. Az izolált baktériumokkal először makro- és mikromorfológiai vizsgálatokat végeztünk. Ezt követték a biokémiai- és fiziológiai tesztek, melyek segítségével végül nemzetség, vagy fajszinten azonosítottuk az izolátumainkat. A baktériumok pontos fajszintű meghatározását Vos és mtsi. (2009) világszerte elfogadott határozókönyve segítette.

a.) Mikroszkopikus vizsgálatok

A ferde TGE agarról izolált baktérium tenyészetből egy kacsnyit a tárgylemez felületére vittünk, majd a preparátumra egy-két csepp desztillált vizet cseppentettünk. A fedőlemezt a tenyészetre helyezve mikroszkóp alatt megvizsgáltuk a baktériumok alakját, csoportosulását és spóráinak elhelyezkedését (terminális, centrális, szubterminális). Ezt követően Gram festéssel meghatároztuk az adott baktérium fajok sejtfalfelépítését.

b.) Fiziológiai vizsgálatok

A fiziológiai kísérletek során a zselatin bontás, az oxidáz próba, a nitrát próba, a Voges Proskauer próba (VP) vizsgálatát, valamint a kazein és keményítő bontást végeztük el (Barrow et al., 1993).

c.) Biokémiai vizsgálat

API 50 CH teszt: Gramm+ spórás baktériumok, *Bacillus* fajok azonosításához valamint mikroorganizmusok szénhidrát lebontásának vizsgálatára alkalmas sztenderdizált rendszer. Elve: 50 mikrocsőből álló fermentációs teszt. A negatív kontroll az első mikrocső, amely aktív hatóanyagot nem tartalmazott. A leolvasott értékek és az ezeket kiértékelő API WEB szoftver segítségével végeztük el az adott baktérium azonosítását (API 50 CH, 2002).

4.4.2. Antioxidáns kapacitás vizsgálatok

A lefőzött teákból két párhuzamos mintát készítettünk, melyekből öt ismételtsben Thermo Electron Corporation típusú spektrofotométerrel végeztük el a méréseket.

a.) TPC- Összes fenoltartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel

A vizsgált minták összes polifenol-tartalmát Singleton és Rossi módszerével (1965) spektrofotometriás úton $\lambda=760$ nm-en Folin-Ciocalteu reagenssel határoztuk meg. A galluszsavra vonatkoztatott polifenol-tartalmat mmol galluszsav-ekvivalens/L- ben (GSE/L) adtuk meg.

b.) Összes antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) módszerrel

Benzie és Strain (1996) kidolgozása alapján a FRAP módszer segítségével határoztuk meg a minták antioxidáns kapacitását. A Fe^{2+} - TPTZ-t tartalmazó oldat fényelnyeléséből, mely 5 perc után spektrofotometriás úton ($\lambda=593$ nm) mérhető, következtettünk a mintában lévő vegyületek redukáló képességére. Az eredményeket mmol aszkorbinsav-ekvivalens /L- ben (ASE/L) adtuk meg.

b.) Összes antioxidáns kapacitás meghatározása TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) módszerrel

A módszer Miller és mtsi. (1993) nevéhez fűződik. Az antioxidáns hatású vegyületek következtében létrejövő színváltozást spektrofotometriás úton 734 nm-en mértük meg. Trolox oldatot használtuk kalibrációs sztenderdnek. Az eredményeket mmol Trolox-ekvivalens /L- ben (TE /L) adtuk meg.

4.4.3. Statisztikai vizsgálatok

A statisztikai értékelést az IBM SPSS Statistics 14.0 verziójával készítettük. Az értékelést minden esetben normalitás és homogenitás vizsgálat előzte meg, mely függvényében választottuk ki a megfelelő variancia-analízist. Két csoport szignifikáns eltéréseinek vizsgálatához egytényezős ANOVA vizsgálatot (csoportokon belüli szórásazonosság esetén) vagy a robosztus Welch-tesztet (csoportokon belüli szóráskülönbség esetén) használtuk. Kettőnél több csoport összehasonlításához az SPSS programban megtalálható post-hoc tesztek közül a csoportok szórásának egyezése esetében Tukey-tesztet, míg a csoportok szórásának különbözősége esetében Games-Howell-tesztet alkalmaztunk. Az ábrákon az eltérő betűk a szignifikánsan eltérő csoportokat jelölik. A szignifikancia szintet 5%-ban állapítottuk meg.

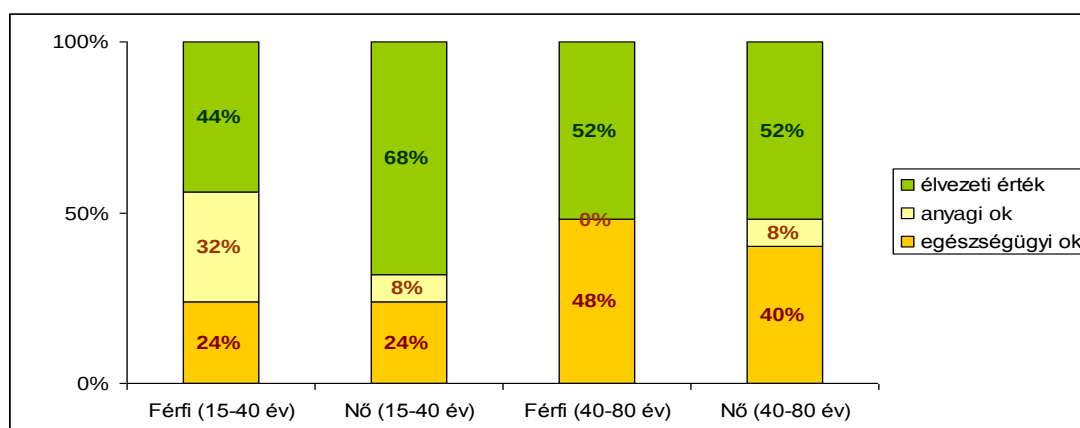
5. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

5.1. A vásárlók tea fogyasztási szokásai korosztályonként és nemenként

Célul tűztük ki, hogy kérdőív segítségével feltérképezzük, a különböző nemű és korosztályú fogyasztók teafogyasztással kapcsolatos szokásait. Fontosnak tartottuk, hogy a kérdőívben szereplő általunk kiválasztott néhány kérdés kiemelésével kiegészítsük mikrobiológiai és kémiai vizsgálatainkat, ezáltal egy komplex áttekintést nyújtsunk a hazai teafogyasztásról.

1.) Ön miért döntött a jelenleg is fogyasztott tea mellett?

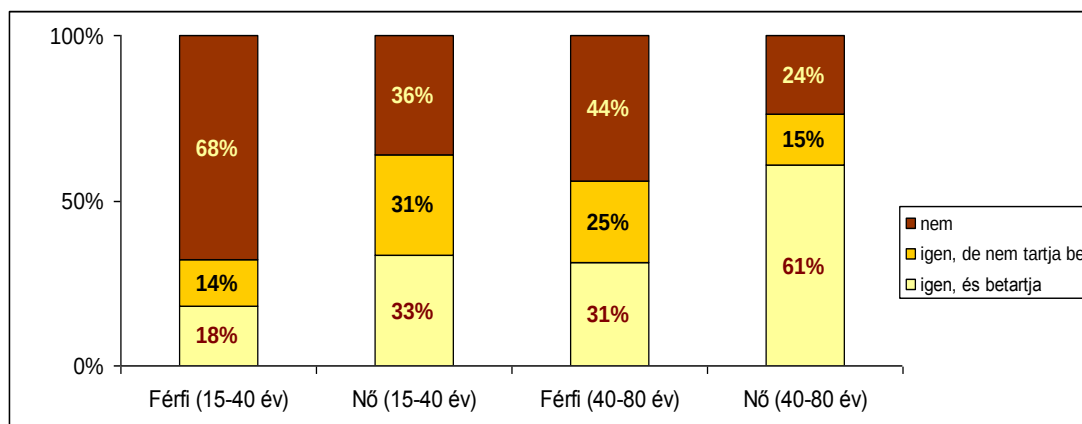
A vevők korosztálytól és nemtől függetlenül az élvezeti értéket, a tea íz és aroma világát tartották a legfontosabb termékjellemzőnek (10. ábra), de a fiatalabb korosztálynál a termék ára is jelentős szerepet kapott az egészségügyi hatások mellett. A teafogyasztási szokásokról már Berke és mtsai. (2005) is végeztek felméréseket, és hasonló eredményre jutottak. Felmérésük eredménye megegyezett az általunk készítettével, miszerint a fogyasztás élvezete és a megszokás állt az első helyen, megelőzve a gyógyhatást és az anyagi okokat.



10. ábra A teafogyasztás okai százalékos eloszlásban korosztályonként és nemenként.

3.) Ön elolvassa a termék oldalán feltüntetett elkészítési útmutatót, ha igen betartja az előírásokat?

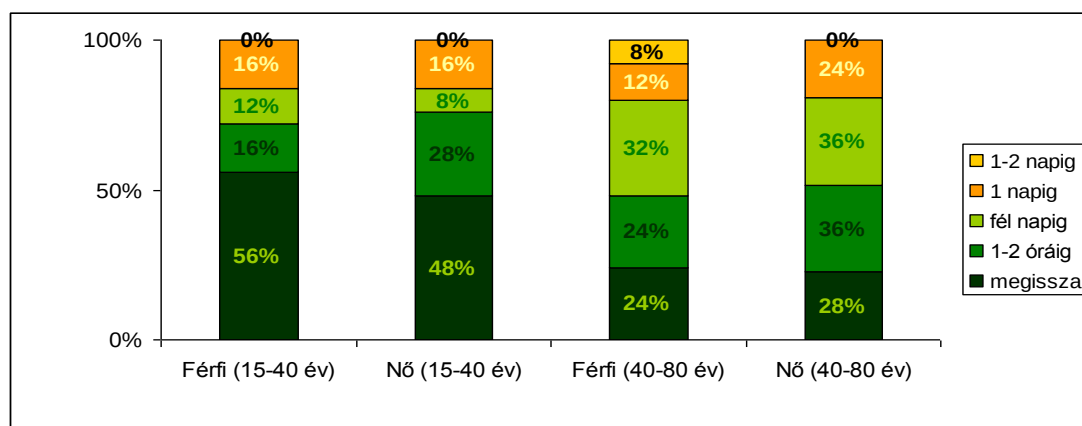
Munkánk egyik kísérleti célja a tea elkészítési módszerek összehasonlításán alapszik. A fogyasztók legnagyobb arányban, főként a 15-40 éves férfiak, nem olvassák és nem tartják be a tea csomagolásán feltüntetett elkészítési útmutatót (11. ábra). Ez alól kivételt képeznek a 40-80 éves hölgyek, ahol a megkérdezettek 61%-a válaszolta azt, hogy elolvassa és betartja a piktogramon javasolt tea elkészítési módot. A megkérdezettek további 14-31%-a bár elolvassa a csomagoláson feltüntetett tájékoztatót, de azt nem tartja be, hanem saját szokásainak megfelelően készíti el az italt.



11. ábra A termék hátoldalán feltüntetett elkészítési útmutató betartása korosztályonként és nemeként %-os eloszlásban.

4.) Ön az elkészített teát általában mennyi ideig tárolja?

A kísérleti célunk volt a tea tárolása során bekövetkező antioxidáns kapacitásváltozások feltárása. Ehhez egy kérdés segítségével felmértük, hogy a fogyasztók az elkészített teát mennyi ideig tárolják. A 12. ábra alapján megfigyelhető, hogy a fiatalabb korosztály 60%-a a teákat azonnal vagy 1-2 órán belül megissza, a fiatal válaszadók 16%-a jelölte be a tea 1-2 napig történő tárolását. Ezzel szemben az idősebb korosztályra a hosszabb idejű tárolás jellemző. Az idősebb fogyasztók 32-36%-a az italt fél napig, illetve 12-24%-a akár 1 napig is fogyasztja. Míg a további 24-36% azonnal vagy 1-2 órán belül megissza a teát. Egyedül a 40-80 év közötti férfiak 8%-a jelölte be a tea több napos fogyasztását, mely az ital tárolásától függően akár jelentősebb egészségi kockázatokkal is járhat.



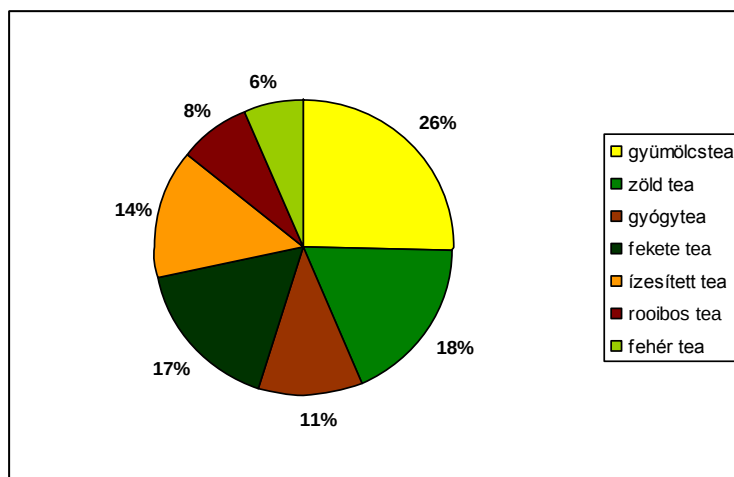
12. ábra Az elkészített tea elfogyasztásának időtartama korosztályonként és nemeként %-os eloszlásban.

5.) Rangsorolja az alábbi teákat, teafogyasztási szokásainak megfelelően!

Népszerűségük alapján is rangsoroltuk a különböző teatípusokat (13. ábra). A legnépszerűbb teafajta 26%-kal a gyümölcstea és 18%-kal a zöld tea, míg a kevésbé kedvelt

teafajták egyike a rooibos és a fehér tea lett. Ennek egyik oka lehet, hogy ezeket a teatípusokat a fogyasztók jelentős többsége még nem ismeri.

A teatermelés 2005-ben elérte a 3,43 millió tonnát, melynek egynegyedét a zöld tea, míg közel háromnegyedét a fekete tea tette ki (FAO, 2005). Ebben az évben végeztek hasonló fogyasztói felmérést, melyet a magyar teapiac sajátosságai című fejezetben már ismertettem. A 2005-ös felmérés alapján a leggyakrabban fogyasztott teafajta a fekete tea volt, majd ezt követték a gyümölcs ízű fekete, illetve gyógyteák. Végül az utolsó két helyen a valódi gyümölcs és zöld tea állt (Szalai, 2005). 2013-ban az általunk kiadott kérdőívekre adott válaszok, a 2005-ös felméréssel ellenkező tendenciát mutatnak, mely az egyre bővülő piaci kínálatnak köszönhető. Nem utolsósorban a termékek ára is kulcsfontosságú szerepet játszik a fogyasztó döntésében. Ma már az élelmiszerüzletek polcain leggyakrabban az olcsóbb árkategóriájú gyümölcsteák széles kínálatával találkozhatunk. Ez az oka annak, hogy még 2005-ben a fekete, addig 2013-ban már a gyümölcsteák tartoznak a népszerűbb és gyakrabban fogyasztott italok közé.



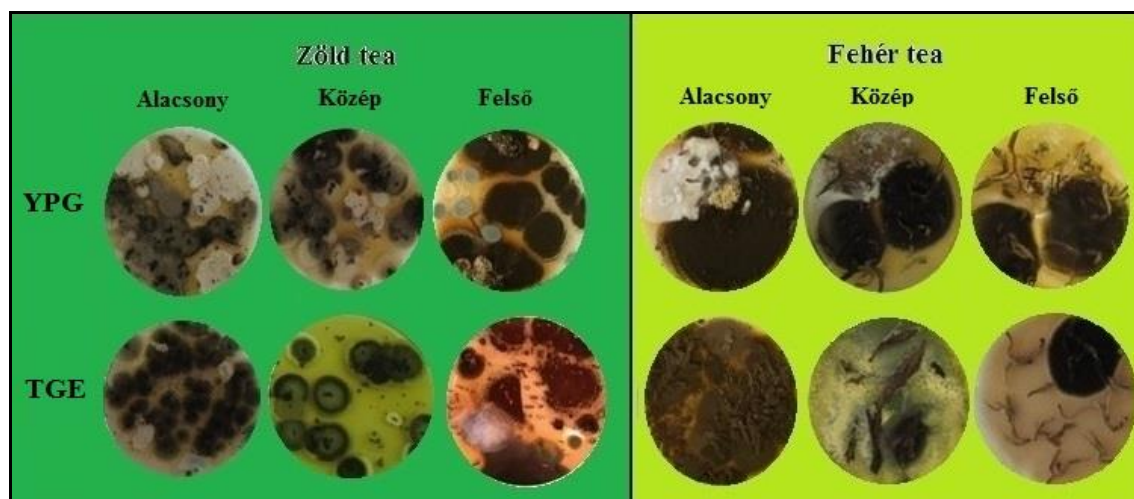
13. ábra Az alábbi teák rangsorolása a teafogyasztási szokásoknak megfelelően.

5.2. Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei és értékelésük

Mikrobiológiai vizsgálataink célja a különböző árkategóriájú teafüveken megjelenő mikroba fajok feltérképezése és azok esetleges egészségi kockázatainak vizsgálata volt. A teafüveket különböző szelektív differenciáló táptalajokra oltottuk le azért, hogy ezek segítségével feltérképezhessük az általános mikrobióta összetételüket. A penészgombák mikotoxin termelése és ezek egészségi kockázatai, az utóbbi időben rendkívül felkapott témák az egészségtudatos fogyasztók körében. Ezért kísérleteket végeztünk a teafüvekről izolált penészgombák mikotoxin termelésére, mely élelmiszerbiztonsági szempontból fontos kérdéseket vet fel.

5.2.1. Teákról izolált tenyészetek

Vizsgálataink során a teafüveket először különböző táptalajokra szórtuk, és az inkubációs idő letelte után megvizsgáltuk a teafüveken kinőtt mikrobákat (14. és 15. ábra). A zöld és fehér tea esetében megfigyelhető, hogy az alacsonyabb árkategóriájú filteres teafüveken és a magasabb árkategóriájú tearügyeken ugyanúgy megjelentek a toxint termelő *Aspergillus* spp. penészgombafajok. A zöldteák esetében mindegyik tea ugyanolyan mértékben volt spórás baktériumokkal és penészgombákkal fertőzött, a mikrobióta összetételük hasonló volt. A fehér teáknál a felső kategóriás termék esetében a szokásos inkubációs idő után jelentek meg az *Aspergillus* spp. penészgombafajok.



14. ábra Különböző árkategóriájú Zöld és fehér teafüvekről izolált penészgombák morfológiai sokszínűsége.

A rooibos teák vizsgálata során megállapítottuk, hogy a teafüvek jellemzően spórás baktériumokkal fertőzöttek. Az alsó, a közép és a felső árkategóriájú rooibos tea is hasonló mértékben szennyezett. Mindegyik mintánál megszámlálhatatlanul sok baktérium telep

fejlődött ki, és a telepek összefolytak az inkubációs idő alatt. A rooibos teák esetében 7 napos inkubálási idő után penészgombák növekedése nem volt megfigyelhető. A táptalajokon csak hetekkel a szokásos inkubálási idő után jelentek meg növekedésükben visszafogott fehér színű penészgombák.

A fekete teáknál a spórás baktériumok mellett jelentős penészgombákkal való szennyezettség figyelhető meg. A legtöbb spórás baktérium telep az alacsony árkategóriájú teánál volt látható. A prémium kategóriás teafű esetében kevesebb penészgomba fejlődött ki. Ebből arra következtethetünk, hogy ez a teafű mikrobiológiailag kevésbé szennyezett, mint a többi.



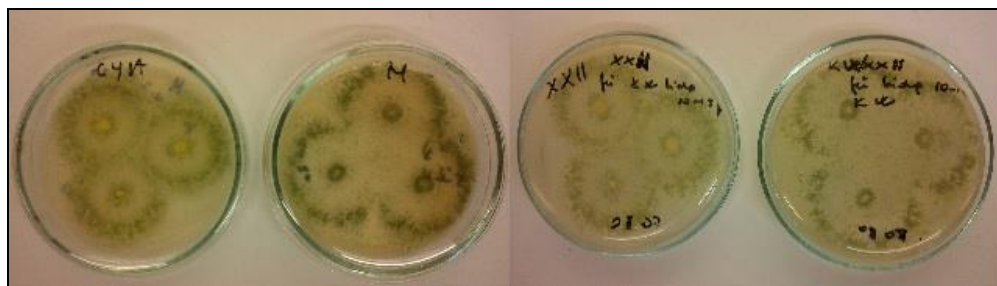
15. ábra A különböző árkategóriájú rooibos és fekete teafüvek mikrobióta összetétele.

5.2.2. A teákról izolált penészgomba tenyészetek azonosításának eredményei

A teák penészgomba szennyezettsége jelentős, ezért további vizsgálatokat végeztünk az izolátumok nemzetség, illetve faj szintű meghatározása érdekében. A szakirodalmi adatokhoz hasonlóan (Řezáčová et al., 2005) az izolátumok közül a *Rhizopus* (szürke, fekete), *Cladosporium* (feketés, zöldes, barna), *Penicillium* (zöldes, kékes) és az *Aspergillus* (fekete, barna, zöldes) nemzetség tagjai voltak beazonosíthatóak.

A nemzetségek elkülönítéséhez fontos a különböző morfológiai tulajdonságok meghatározása, mint például a telep színe, formája, felszíne, annak szerkezeti felépítése, barázdáltsága, a telep alsó (fonák) részének a színe stb. Ezeket a tulajdonságokat a fehér leveles teáról izolált eltérő táptalajra (*Czapek-Dox Agar*, *Malt Extract Agar*, *MEA*) áttoltott *Aspergillus flavus* penészgombafajon mutatjuk be (16. ábra). Az *Aspergillus flavus* *Czapek-Dox Agar*on sárgászöld, körülbelül 30-50 mm, míg *Malt Extract* táptalajon sötétzöld színű, 50-70 mm átmérőjű telepeket képez 25 °C-on 7 napos inkubáció után. Mindkét táptalajon a telepek formája és elhelyezkedése egyforma. Ezen makro-morfológiai tulajdonságokat

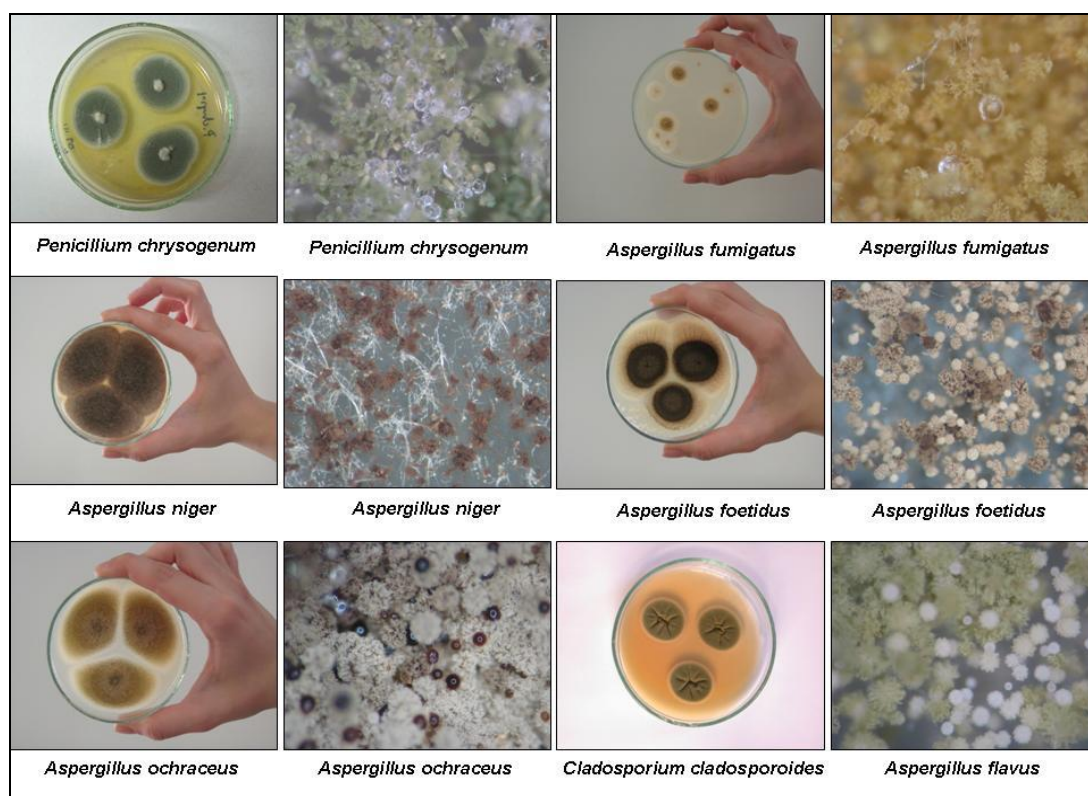
kiegészítve a sztereo-mikroszkópos vizsgálatokkal, már el tudtuk végezni a penészgomba nemzetség szintű beazonosítását.



16. ábra A Czapek-Dox Agarra és a Malt Extract táptalajra oltott fehér leveles teáról izolált *Aspergillus flavus* telep morfológiai jellemzője.

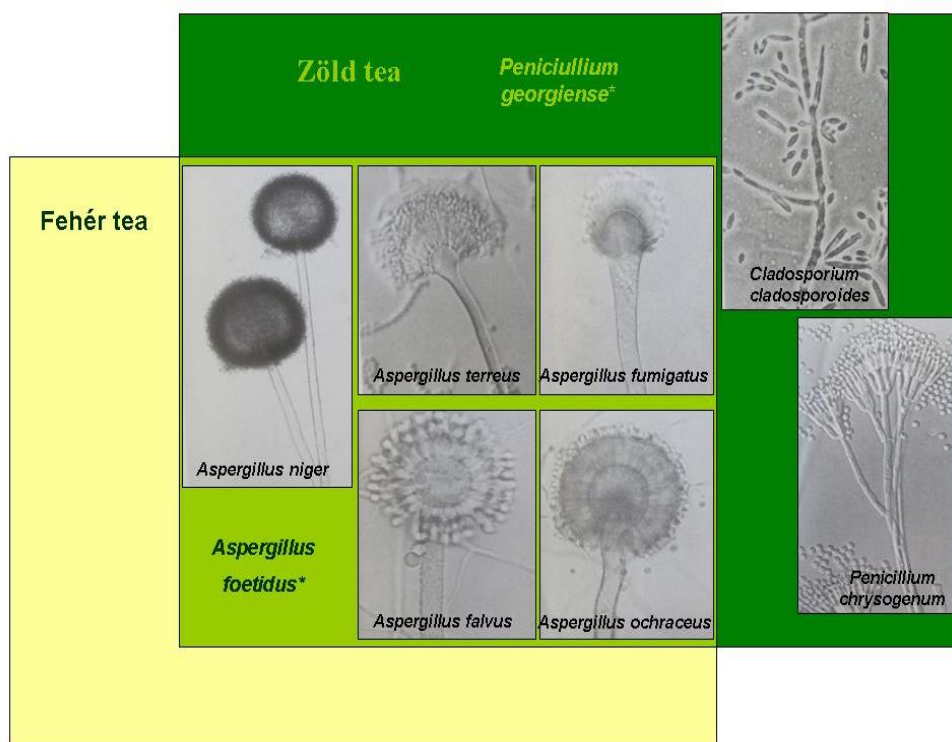
A zöld teafüveken *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. és *Cladosporium* spp., míg a fehér tearügyeken csak *Aspergillus* spp. nemzetségbe tartozó fajok jelentek meg. A fekete teákon található legtöbb penészgomba az *Aspergillus* spp. nemzetség tagja.

A mikroszkópikus vizsgálatok során megvizsgáltuk a penészgombákra jellemző hírfarészeket, az ivaros (aszospóra), illetve ivartalan szaporító képleteket (konídium), melyek a konídiumtartók végén sajátos alakzatot képeznek, így lehetővé teszik a penészgombák faj szintű meghatározását (17. ábra). A fajszerű meghatározásnak ezt a formáját csak a fehér és zöld teák esetében végeztük el.



17. ábra Teákról izolált penészgombafajok diverzitása.

A penészgombákat a határozókönyvben (Samson et al., 2004) szereplő, az adott fajra jellemző képpel illusztráluk (18. ábra). Mindkét tea fajtáról ugyanazon *Aspergillus* fajok voltak izolálhatóak. Bár a csillaggal jelölt *Aspergillus foetidus* pontos beazonosításhoz szükséges leírások a szakirodalomban fel voltak tüntetve, de a hozzá kapcsolódó illusztráció nem volt látható. A szintén csillaggal jelzett *Penicillium georgiense* viszont egy határozókönyvben sem szerepelt.



18. ábra A zöld és fehér teafüvekről izolált penészgombafajok (Samson et al., 2004).

A leírások és az illusztrációk hiányában nehéz volt a penészgombák fajszerű pontos meghatározása. Ezért három penészgombafaj beazonosítását a polimeráz láncreakción alapuló (PCR) technológia segítségével végeztük el. PCR technikát használtunk a humán patogén *A. fumigatus* faj jelenlétének megerősítésére is.

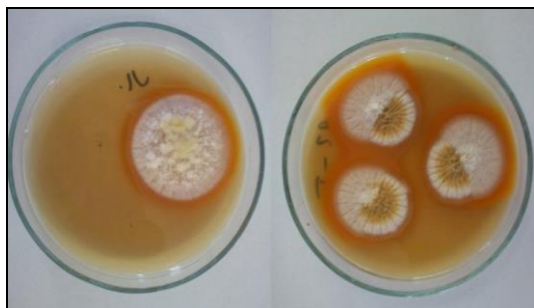
A rooibos és a fekete teafüvek vizsgálata során három makromorfológiailag különböző penészgomba fajszerű meghatározását végeztük el PCR módszerrel, melynek eredményeként meglepő módon két azonos fajt sikerült beazonosítanunk.

A meghatározás eredménye:

- *Penicillium capsulatum*
- *Aspergillus sydowii*
- *Aspergillus sydowii*

Az *Aspergillus* nemzetség több hasonló megjelenésű fajt számlál, amelyek egymástól

nehezen megkülönböztethetőek. A PCR meghatározás eredményéből is látszik, hogy egy faj különböző törzseinek makromorfológiai tulajdonságai sokszor meglehetősen különfélék lehetnek, hiszen eredetileg külső megjelenésre különbözőnek látszó három penészgomba közül végül is kettő azonos fajba tartozónak bizonyult.



19. ábra Az alacsony árkategóriájú fehér teáról izolált *Aspergillus* fajok toxintermelésének vizsgálata AFPA táptalajon.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a teafüveken eredetileg toxintermelő képességgel rendelkező penészgomba fajok a tea hőkezelése során többségében elpusztulnak, kivéve az egyes termofil penészgombákat, melyek a tenyésztési hőmérséklet vizsgálata során túléltek a 37 °C-ot. Ezek egészségügyi szempontból fontosak, hisz képesek akár az emberi szervezetben elszaporodni és toxint termelni. Ha az adott penészgombafajok toxint is termeltek az biztos, hogy a lefőzött teában megmaradt, ugyanis a gombatoxinokat még a 250

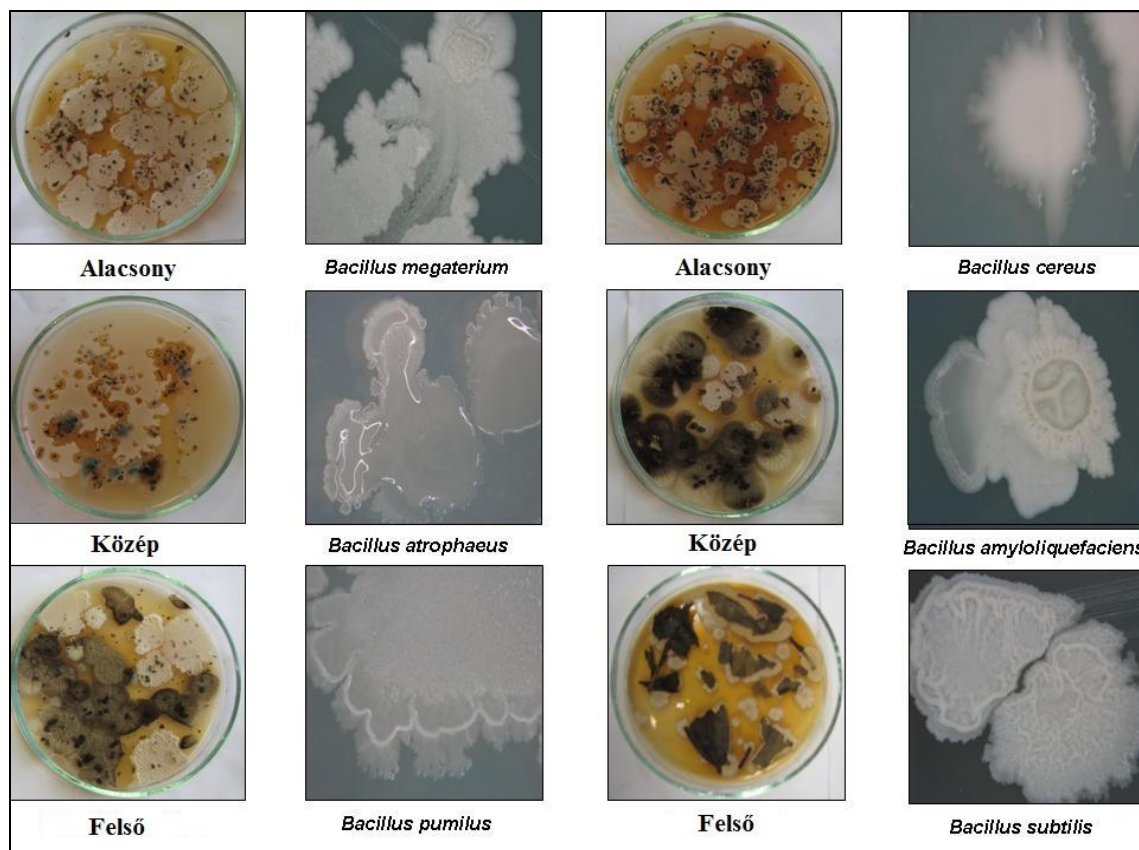
°C körüli, sütési hőmérséklet sem teszi tönkre. Ezért megvizsgálatunk a potenciálisan mikotoxin termelő képességgel rendelkező *Aspergillus* fajok toxintermelését. Az *Aspergillus* fajok körül *Aspergillus flavus*/ *A. parasiticus* selective medium (AFPA) táptalajra való oltást követően narancssárga elszíneződést tapasztaltunk (19. ábra), mely az adott penészgombafaj toxin termelő képességét jelezte. Továbbá a vizsgálat segítette a toxintermelő *Aspergillus flavus* (*A. parasiticus*) elkülönítését a toxint nem termelő *A. oryzae* fajtól.

5.2.3. A teákról izolált baktérium fajok meghatározása

A teafüvekről izolált baktériumok általában a talajról, levegőből, illetve technológiai folyamatok (feldolgozás, csomagolás, tárolás) során kontaminációval kerülhetnek az adott termékekre, melyek tájegységenként, kultúránként különböznek, így csak az általunk kiválasztott és vizsgált teatípusok mikrobiológiai biodiverzitásáról vonhatunk le következtetéseket.

A makromorfológiai vizsgálatok során az egyes baktérium fajra jellemző tulajdonságokat, például a telepek alakját, méretét, opálosságát (opálos, áttetsző), színét (barna, fehér), felületét (sima, fénylő, matt, ráncos), alakját (pont, kör, orsó, gyökérszerű, fűrtös, szabálytalan), kiemelkedését (lapos, magas, félgömb), széleit (fűrész, lebenyes, hullámos, ép), konzisztenciáját (ragadós, nyúlós, nyálkás, száraz) a könnyebb és pontosabb beazonosítás

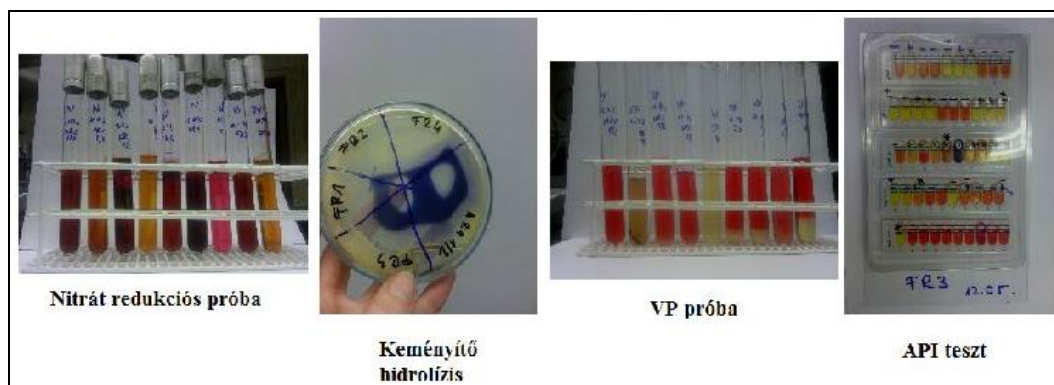
céljából vizsgáltuk meg. A 20. ábrán látható zöld és fehér teafüvekről izolált baktériumfajok morfológiai jellemzőit néhány kiemelt példával ismertetjük. A közép árkategóriájú zöld teafüvön kinőtt *Bacillus atrophaeus* a ferde agaron fénylő, nyálkás, barna színű összefüggő telepeket képzett. A filteres fehér teán kinőtt *Bacillus amyloliquefaciens* baktérium nyálkás, fehér fényes színű telepei lebenyes szélűek, és a kidomborodó erek jellegzetes kráter formát alkottak.



20. ábra A különböző árkategóriájú teafüvekről izolált penészgombafajok diverzitása.

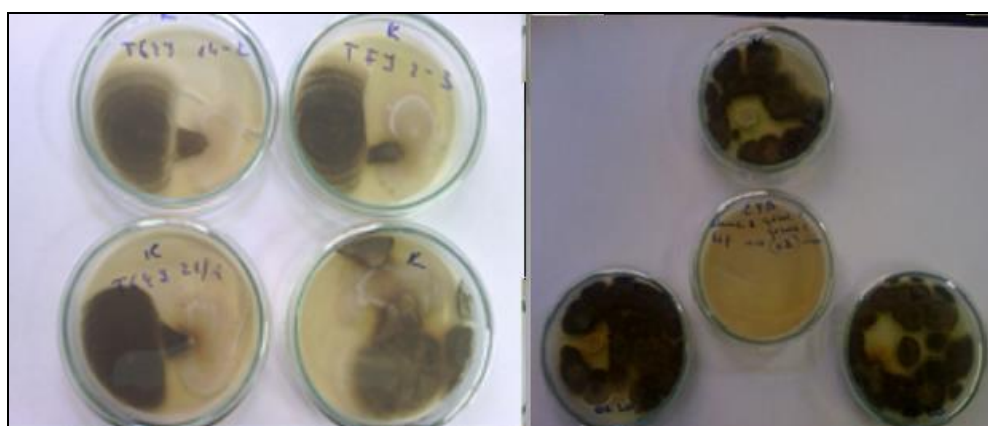
Továbbá tenyésztési hőmérséklet vizsgálatokat végeztünk, mely során az összes izolált baktérium tenyészet túlélte a 37 °C, illetve az 50 °C-on történő inkubálást. Az eredmény nem meglepő hisz a teafüvek feldolgozásának technológiai lépései is már egyfajta mikrobiális szelekciót eredményeznek. A feldolgozás végső folyamatát, a szárítást már csak spórás baktériumok élnek túl. Egyes baktérium fajok, melyek az emberi szervezet testhőmérsékletén is képesek szaporodni, akár jelentős egészségügyi kockázatot is jelenthetnek.

A baktériumok pontos faj szintű beazonosításához mikromorfológiai, fiziológiai- és biokémiai tesztek végeztünk el (21. ábra). Az előzetes vizsgálatok alapján a feltételelesen nem azonosítható törzs meghatározására API 50 CHB tesztet használtuk, aminek az eredménye alapján az izolátum *B. pumilus* fajként volt azonosítható.



21. ábra Nitrát redukciós próba, keményítő hidrolízis, VP próba, API teszt.

A fekete teákon kinőtt penészgombák és baktérium telepek vizsgálata során egy érdekes jelenségre lettünk figyelmesek. Némely baktérium körül a penészgombák fejlődése visszaszorult. A penészgombák az adott baktérium telep körül minden irányban adott nagyságú sugárban nem voltak képesek szaporodni, a telep széle éles vonallal elhatárolódott (22. ábra). A baktériumok olyan anyagot termeltek, amelyek gátolták a penészgombák szaporodását, mely a táptalajba diffundált és gátlási zónát hozott létre.



22. ábra Gátlási zóna.

A jobb oldali képen (22. ábra) a penészgombát közvetlenül a baktérium telep mellé oltottuk, de az inkubációs idő alatt a penészgomba fejlődése látványosan visszaszorult a baktérium telep felé eső részén. A penészgombákat jellemző sugár irányú növekedés jól láthatóan megtört. Ez a jelenség magyarázhatja azt a tényt is, hogy a rooibos teafüveken csak hosszabb inkubálási idő után kezdenek el a penészgombák növekedni, mivel a rooibos tea mikrobióta összetételét jellemzően spóras baktériumok alkotják, melyek közül a penészgombák növekedését gátló *Bacillus subtilis* fajba tartozó törzset magunk is izoláltuk.

A különböző árkatóriájú tealeveleken főként *Bacillus* spp. nemzetségbe tartozó baktérium fajok jelentek meg. Kísérleti eredményeinket a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat A teafüvekről izolált baktériumfajok

<i>Zöld tea</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus atrophaeus</i>
	<i>Bacillus megaterium</i>
	<i>Bacillus pumilus</i>
<i>Fehér tea</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Fekete tea</i>	<i>Bacillus cereus</i>
	<i>Bacillus licheniformis</i>
	<i>Bacillus megaterium</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Rooibos tea</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
	<i>Bacillus atrophaeus</i>
	<i>Bacillus cereus</i>
	<i>Bacillus circulans</i>
	<i>Bacillus megaterium</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus thermocloaceae</i>
	<i>Paenibacillus polymyxa</i>

A tealevél feldolgozási technológiája során főként magasabb hőmérsékletet is tűrő baktériumok szelektálódtak. A teafüveken lévő legtöbb baktérium termotróf vagy termofil tulajdonságú. A 37°C-on történő inkubálás alatt az összes izolátum fejlődni tudott. A testhőmérsékleten szaporodni képes baktériumok egészségügyi kockázatot jelentenek, ezért ezek pontos faj szerinti meghatározása minden esetben rendkívül fontos.

A teafüvekről izolált baktériumok közül a *B. cereus* a legveszélyesebb humán patogén mikroorganizmus, mely legfőképp a gyengébb immunrendszerű csecsemők és az idősebb korosztály esetén súlyos megbetegedést is okozhat. A közönséges talajlakó *B. cereus* nyálkás, fehér színű, fényes, opálos, hullámos szélű, összefüggő telepeket hoz létre. Spórái kis számban, élelmiszerekben és adalékanyagokban egyaránt megtalálhatóak. Egyes törzsei a földdel szennyezett, szárított élelmiszerekben, így a teafüveken is elszaporodva, enterotoxinokat termelhetnek, melyek különféle megbetegedéseket, például ételmérgezést okoznak. A toxintermelés a tea hosszú idejű tárolása során néhány óra alatt felszaporodó (10^5 - 10^8 /g) sejtszám esetén már az élelmiszerben is megindulhat (Laczay, 2008). Ezért is fontos a tea megfelelő hőkezelése, rövid idejű és zárt edényben való tárolása.

Kísérletünk eredményeként megállapítottuk, hogy a zöld, fehér és rooibos teák esetében az alsó, közép és felső árkategóriájú teafüveken ugyanazok a spórás baktérium- és

penészgomba fajok jelentek meg. A mikrobióta jellemzőik tanulmányozása alapján megállapítható, hogy nem tapasztalható jelentős minőségbeli különbség az általunk vizsgált zöld, fehér és rooibos teák esetében. A fekete teáknál a prémium kategóriás termékről egyértelműen megállapítható, hogy mikrobiológiailag tisztább. Ennek ellenére mindegyik teánál érdemes az egészségügyi kockázatra is figyelni, mert az azonosított baktériumok és penészgombák között patogén mikroorganizmusok is vannak. Annak érdekében, hogy minél kevesebb mikroorganizmus maradjon az elkészített teában, a legcélszerűbb, ha néhány tea esetében az elkészítési javaslatokat figyelmen kívül hagyva, forrásban lévő vízzel készítünk teát.

5.3. Antioxidáns kapacitás vizsgálatok és statisztikai kiértékelésük

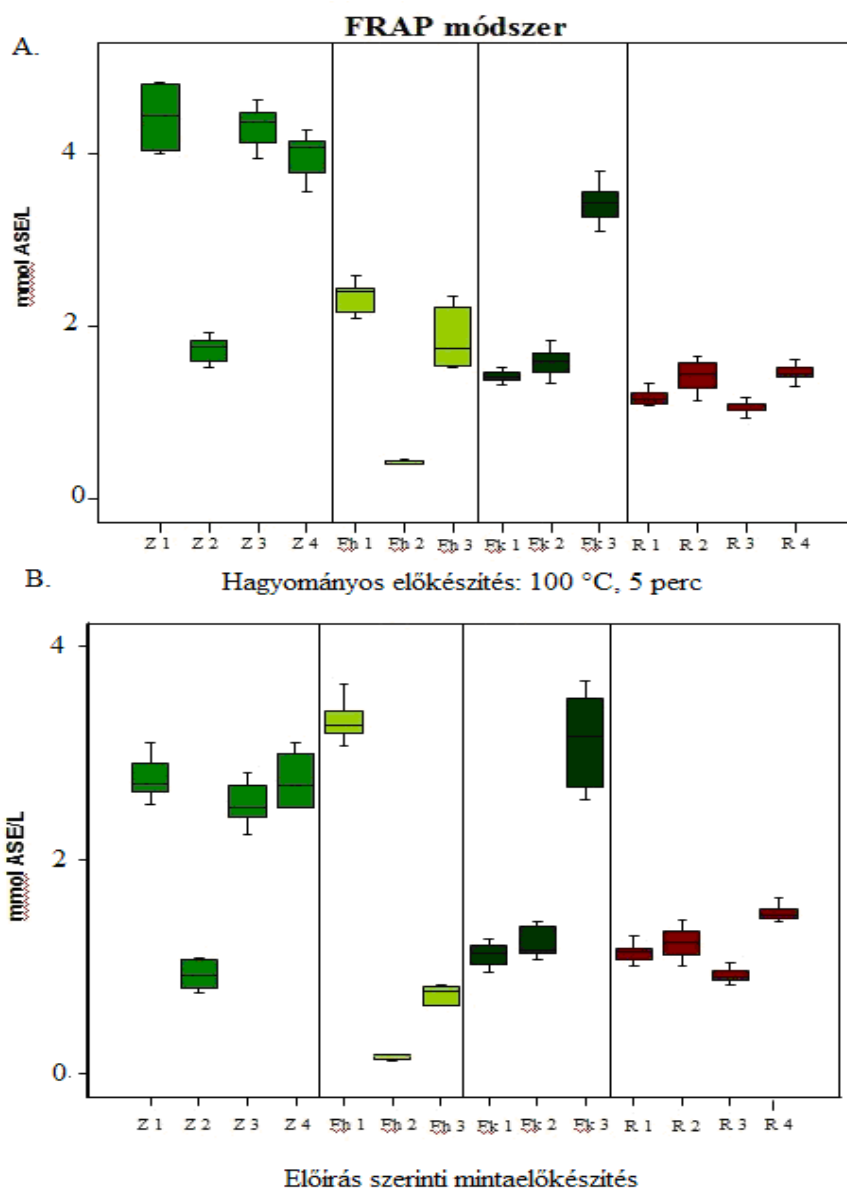
Különböző lefőzési és tárolási kísérleteket végeztünk az eltérő árkategóriájú teákkal. A leves és rügyes teáknál az antioxidáns tulajdonságú vegyületek kioldódásának fokozásához további méréseket végeztünk. Az elvégzett kísérletek eredményeit az alábbi pontokban mutatjuk be.

5.3.1. Tea elkészítési módok közötti különbségek

Más kísérleti eredményekhez hasonlóan (Arnao, 2000; Arnao et al., 1998) mi is azt tapasztaltuk, hogy a különböző mérőmódszerek eredményei között lehetnek kisebb eltérések, de összességében hasonló tendenciát mutatnak, ezért szemléltetés céljából csak a FRAP módszerrel kapott eredményeket emeltük ki.

A teákat kétféle módon készítettük el. A hagyományos előkészítés során, 100°C-os vízzel forráztuk le a teafüveket, amelyeket 5 percig áztattunk, a másik előkészítés során pedig követtük a csomagolásokon feltüntetett útmutatókat (2. táblázat). Egyik kísérleti célunk az elkészítési módok közötti antioxidáns kapacitás különbségek feltárása volt.

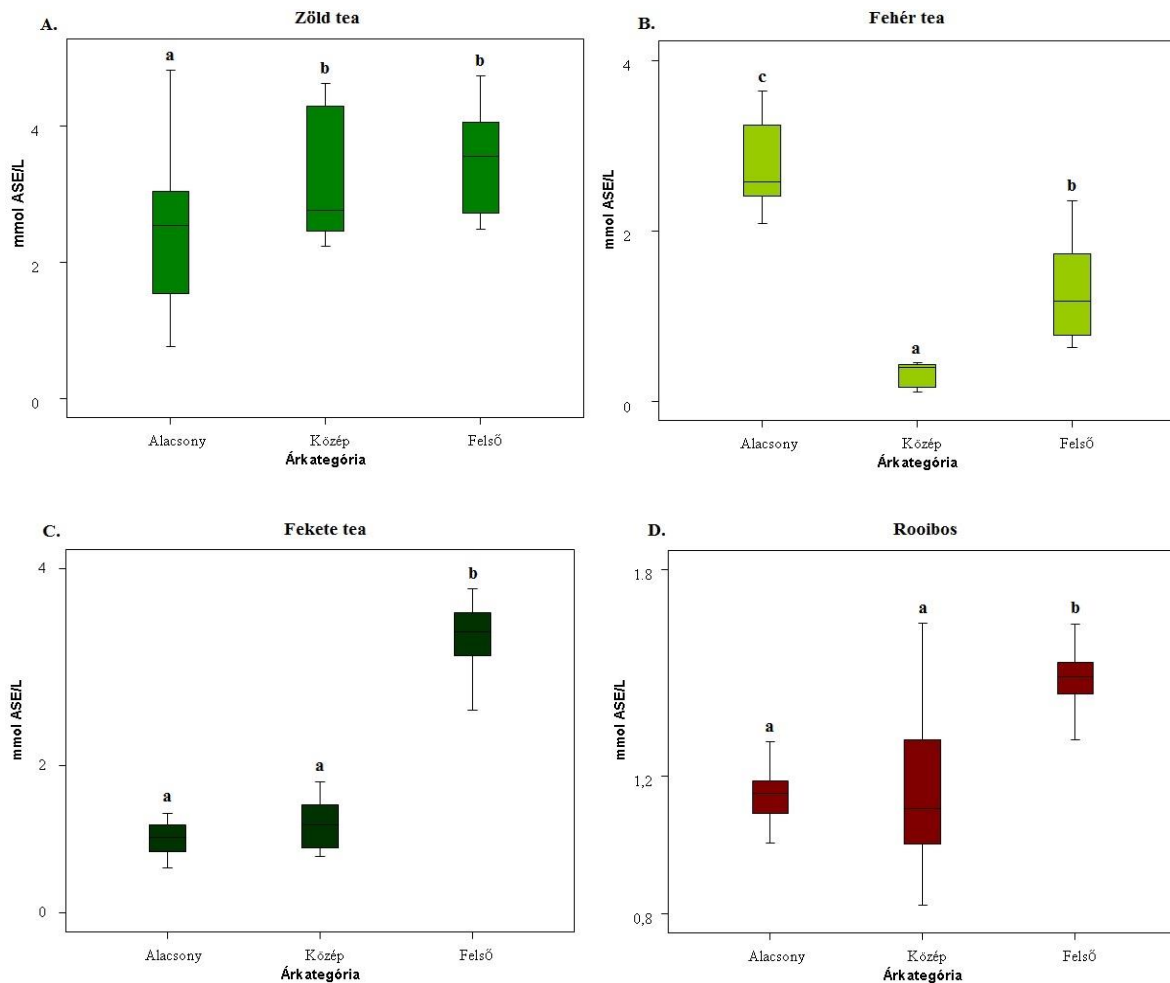
Az eredmények alapján megállapítható, hogy átlagosan a zöld teák antioxidáns kapacitása a legnagyobb, azt követi a fekete, a zöld és végül a rooibos tea. A hagyományosan elkészített teafüvek antioxidáns kapacitás értékei szignifikánsan nagyobbak lettek (23. ábra). Főként a zöld és a fehér teák esetében tapasztaltunk nagyobb eltérést a két előkészítési módszer között, mivel ezeknél a teáknál az elkészítési útmutató csak 2-3 perces áztatást javasol és a hőfok is alacsonyabb (70 °C), mint 100 °C. Vizsgálataink során mi is megbizonyosodtunk arról, hogy az antioxidáns tulajdonságú anyagok kioldódásának a magas hőfok és hosszabb ideig tartó áztatás kedvez.



23. ábra A különböző teafajták antioxidáns kapacitása (FRAP, mmol ASE/L).
100°C-os 5 percig történő áztatás (A), valamint a csomagoláson javasolt előkészítés után (B).
Z: zöld tea, Fh: fehér tea, Fk: fekete tea, R: rooibos tea.

Tukey-teszt segítségével összehasonlítottuk, hogy árkategóriánként volt-e különbség az egyes teafajtákon belül (24. ábra). A zöld teák közül az alacsony árkategóriás filteres tea értékei szignifikánsan alacsonyabbak, mint a többi zöld tea értékei. A fekete teáknál a felső árkategóriába sorolt termék antioxidáns kapacitás értéke szignifikánsan nagyobb. A rooibos teák esetében is, a felső árkategóriájú termék értékei szignifikánsan magasabbak, bár arányaiban ez az eltérés nem olyan jelentős, mint a fekete teák esetén. A fehér teáknál szignifikáns különbség van, a leveles, a rügyes és a filteres teák között. A két, nem filteres kiszerelésű tea antioxidáns kapacitása szignifikánsan kisebb, ezért szerettük volna feltárni ezeknek a különbségeknek az okát.

FRAP módszer



24.ábra Különböző árkatagóriájú teák antioxidáns kapacitása (FRAP, mmol ASE/L).

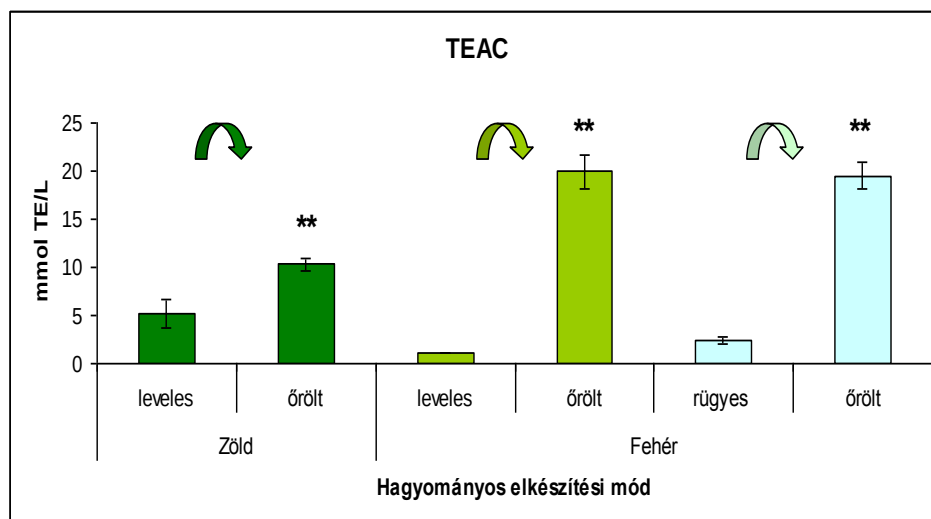
Zöld tea (A), Fehér tea (B), Fekete tea (C) és Rooibos tea (D).

Az ábrákon az eltérő betűk a szignifikánsan eltérő csoportokat jelölik.

Az eredmények alapján érdekesnek tűnt az alacsony és közepes árkatagóriába tartozó leveles, rügyes kiszerelésű fehér teák kis antioxidáns kapacitása, melynek oka feltételezésünk szerint a levelek, rügyek viszonylagos nagy mérete lehet. A két említett fehér teához hasonlóan kisebb antioxidáns kapacitást tapasztaltunk az egyik alacsony árkatagóriába tartozó, leveles kiszerelésű zöld tea esetében is. Így ezeket a teákat további vizsgálatoknak vetettük alá.

5.3.2. Teafüvek mérete és antioxidáns hatásuk közötti összefüggések

Az emberek általában nagyobb kulináris és egészségi szerepet tulajdonítanak a rügyes és leveles, általában drágábban beszerezhető teafüveknek. Kísérleteink során feltűnt ezen kiszerelésű teák kis antioxidáns kapacitása, ezért további vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy hogyan lehetne ezen értékeket megnövelni. Az előző kísérlethez hasonlóan, a mérőmódszerek hasonló eredményei miatt, a minták antioxidáns kapacitását csak egyféle módszer (TEAC) alapján mutatjuk be (25. ábra).



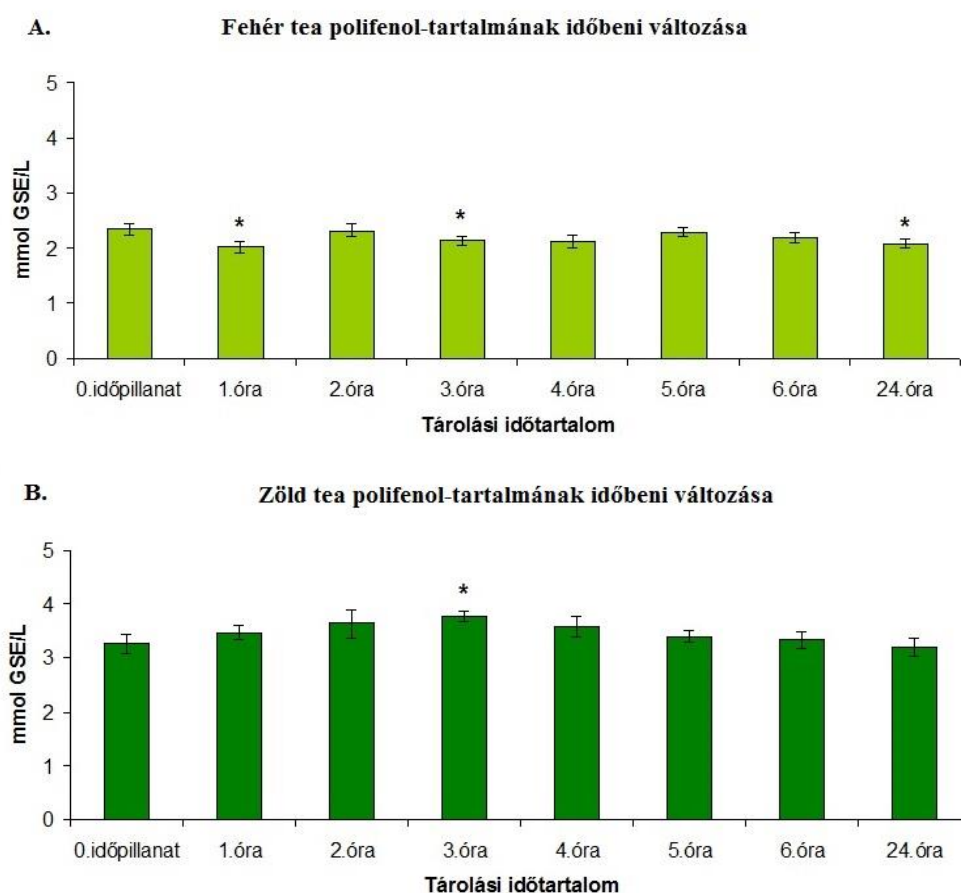
25. ábra A teafüvek mérete és antioxidáns kapacitásuk közötti összefüggések (TEAC, mmol TE/L) (** $p < 0,001$).

A tea levelek, rügyek szétmorzsolását követően a lefőzött teák antioxidáns kapacitásának értéke jelentősen megnőtt (25. ábra). A nagyobb kioldódási felület kedvezett az antioxidáns tulajdonságú vegyületek intenzívebb kioldódásának. Míg a zöld teánál csak kétszeres, addig a fehér rügyes teánál közel ötszörös, a fehér levelesnél pedig több mint tízszeres növekedés figyelhető meg. Aki egészségügyi célból vásárol magasabb árkategóriájú teákat, azok jelentős többsége már csak esztétikai szempontból sem gondol a tea levelek széttörésére, pedig eredményeink alapján elmondható, hogy a tearügyek összetörésével akár dörzsmozsárban, akár otthon kézzel, antioxidáns kapacitás szempontjából értékesebb főzethez juthatunk. Azonban, ha valaki a teát élvezeti értéke miatt fogyasztja nem célszerű dörzsmozsárban szétdörzsölni, hisz a felület növelésével a keserű íz anyagok is intenzívebben kioldódhatnak.

5.3.3. A lefőzött teák antioxidáns kapacitásának időbeni változása

Kísérletünk során azt is megvizsgáltuk, hogy a tárolás időtartama mennyire befolyásolta az előírás szerint lefőzött teában lévő polifenol-tartalmat (26. ábra) mivel a lefőzött teák antioxidáns kapacitása külső környezeti tényezők (fényerősség, hőmérséklet), tárolás körülményei (hűtő, szobahőmérséklet) hatására változhatnak.

Vizsgálatainkhoz két alacsony árkategóriás terméket választottunk a fehér és a zöld teák közül. Mindkét teafajta esetén hasonló tendenciát láthatunk. Vizsgálati eredményként megállapítható, hogy a tárolási kísérlet során a kiindulási 0. időpillanathoz viszonyítva a lefőzött teák antioxidáns kapacitás értéke 24 óra elteltével szinte változatlan maradt, csak egy minimális csökkenés mutatkozott. A tárolási kísérlet, alapján megállapíthatjuk, hogy az adott körülmények között az általunk vizsgált teákban nem csökkent az antioxidáns tulajdonságú anyagok mennyisége, a termék ezen tulajdonsága nem változott, ami a fogyasztás szempontjából kedvező.



26. ábra Teák polifenol-tartalmának időbeni változása, fehér tea (A), valamint zöld tea (B) esetében. A szignifikáns eltérést a 0. időpillanattól *-al jelöltük ($p < 0,05$).

6. Összefoglalás

Egy **kérdőív** segítségével szerettünk volna képet kapni a különböző nemű és korosztályú vásárlók fogyasztási szokásairól. A kérdőív válaszai alapján megállapítható, hogy a vevők jelentős többsége, főként a fiatal korosztály, nem egészségtudatos fogyasztó. Korosztálytól függetlenül a válaszadók többsége a tea élvezeti értékét részesítette előnyben. A válaszok alapján az is kiderült, hogy a fogyasztók inkább a hétköznapiak során könnyebben elérhető, olcsó filteres teákat részesítik előnyben a jobb minőségű, drágább leveles teákkal szemben. Tehát a vevők a vásárlás során elsősorban ár alapján döntenek. Szerettük volna megtudni, hogy az egyre szélesebb kínálattal bővülő teapiacra a fogyasztók vajon milyen típusú teákat részesítenek előnyben. A válaszok alapján kiderült, hogy sokak számára az egyes teatípusok, főként a fehér és a rooibos teafajták ismeretlenek voltak. Nem volt meglepő, hogy az egyik legnépszerűbb teafajta a gyümölcstea. Bár a különböző ízesítésű teatípusok csak néhány évtizede kerültek forgalomba, sikerük és népszerűségük elsőpró.

Mikrobiológiai vizsgálataink célja a teafüveken megjelenő mikrobafajok feltérképezése volt. A tealevelek mikrobiális biodiverzitása függ az éghajlati viszonyoktól, a talaj adottságaitól, a teatermesztés hagyományaitól, illetve a feldolgozás technológiai lépéseitől és a teafüvek biokémiai összetételétől. A teafüveken lévő mikrobák jelentős része kontaminációval kerül a tealevelekre, ezért csak következtetni tudunk az egyes teatípusok eredeti mikrobiotájának sokszínűségére.

A zöld és fehér tea esetében megfigyelhető, hogy az alacsonyabb árkategóriájú filteres teafüveken és a magasabb árkategóriájú tearügyeken ugyanúgy megjelentek a toxint termelő *Aspergillus* spp. penészgombafajok. A rooibos teák vizsgálata során megállapítottuk, hogy a teafüvek jellemzően spórás baktériumokkal fertőzöttek és mindegyik árkategória termékei hasonló mértékben szennyezett. A fekete teáknál a spórás baktériumok mellett jelentős penészgombákkal való szennyezettség figyelhető meg, de a prémium kategóriás tea kevéssé szennyezett, mint a többi.

A zöld, a fehér és a fekete teák esetében elsősorban penészgombák voltak izolálhatóak a különböző táptalajokra (2% Malt Extract Agar, Yeast extract-Glucose Pepton (YPG) Czapek-Dox Agar, Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC), Dichloran Glycerol Agar, (DG-18 agar)) kiszórt teafüvekről. A csersav, illetve a teafüvekben lévő teaflavonolok csoportjába tartozó néhány polifenol komponens gátolta a legtöbb vegetatív baktérium növekedését. Ez alól elsősorban kivétel az antibiotikumot termelő *Bacillus subtilis*, ami viszont a penészgomba fajok növekedését, illetve megjelenését gátolta. A teafüveken

megjelenő mikrobafajok közül érdemes kiemelni a *Bacillus cereus*, illetve a toxintermelő *Aspergillus* spp. fajok jelentését. Az *Aspergillus* spp. fajok közül mi is izoláltuk a két legveszélyesebb humán patogén fajt, az *A. flavus* és az *A. fumigatus*, melyek toxinjai súlyos egészségi károsodást, az utóbbi pedig akár tüdőmikózist okozhat. Ezért további kísérleteket végeztünk a teafüvekről izolált penészgombák mikotoxin termelésére, mely élelmiszerbiztonsági szempontból fontos kérdéseket vet fel.

Analitikai vizsgálataink során két előkészítési mód: a hagyományos (100 °C, 5 perc) és a dobozon feltüntetett előírás alapján hasonlítottuk össze a különböző teák *in vitro* antioxidáns kapacitását. Az eredmények alapján megállapítható, hogy átlagosan a zöld teák antioxidáns kapacitása a legnagyobb, azt követi a fekete, a zöld és végül a rooibos tea. A fekete és a rooibos teák esetében a felső árkategóriába sorolt termék antioxidáns kapacitás értékei szignifikánsan nagyobbak, a zöld tea esetében az alsó kategóriás termék értékei voltak szignifikánsan kisebbek. Vizsgálataink során feltűnt, hogy a leveles és rügyes teák antioxidáns kapacitás értékei a vártnál jóval kisebbek lettek a szakirodalomban (Carloni et al., 2012) olvashatóakkal szemben. Ezért a kioldódási felület növelése céljából a tearügyeket dörzsmozsárban szétdörzsöltük, majd a hagyományos elkészítési mód alapján lefőztük. Míg a zöld leveles teánál kétszeres, addig a fehér rügyes-, leveles teáknál öt-tízszeres növekedést tapasztaltunk antioxidáns kapacitásban.

A tárolási kísérlet során megvizsgáltuk, hogy az előírás szerint lefőzött, filteres zöld és fehér tea összes polifenol-tartalma hogyan változik a tárolás során. Célszerű-e a tea azonnali elfogyasztása vagy sem? Kísérlet eredményeként megállapítható, hogy bár tárolás során jelentős változást nem tapasztaltunk a minták *in vitro* antioxidáns kapacitásában, mégis azok mikrobiológiai tulajdonságai miatt célszerű a teát azonnal elfogyasztani.

A hétköznapi életben jelentős kockázattal járnak a nem megfelelően hőkezelt és hosszabb ideig tárolt termékek. A kérdőívre kapott válaszok alapján kiderült, hogy az idősebb korosztály a lefőzött teát hosszabb ideig tárolja. Elégtelen hőkezeléssel járhat, ha a forrázó vizet jelentősen alacsony hőmérsékletű tároló bögrébe öntjük, így a forrázó víz hőmérséklete akár 10-15°C-kal is csökkenhet (pl.:70°C-ról 59-63°C-ra). Ezen a hőmérsékleten a hőtűrő spórák baktériumok nem pusztulnak el. Kedvező körülmények között újra regenerálódhatnak és toxint termelhetnek, ami újabb egészségügyi kockázatokat vethet fel. Ha valaki forrázást követően csészébe vagy kannába önti ki a vizet, célszerű azt előmelegíteni. Hagyományos fogyasztás során az ital porcelán kannába öntése, majd porcelán csészébe való kiöntésekor a teafű hőkezelésének hatása nagyon lerövidült, ami az elkészített tea mikrobiológiai

minőségére rossz hatással volt. Ez alapján ajánlott a tároló előmelegítése.

Az árkategóriára vonatkozóan, a vizsgálataink alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy a magasabb árú termékek minden esetben jobb tulajdonságokkal is rendelkeznek. Kísérleti eredményeink alapján azt javasoljuk, ha valaki egészségügyi célból vesz teát, annak célszerű a teafüveket (tealeveleket, rügyeket a megfelelő homogenizálás után) magasabb (100°C) hőmérsékleten lefőzni, majd hosszabb ideig (10-15 percig) áztatni. Ha inkább az érzékszervi tulajdonságokat tartjuk szem előtt, akkor elég az üzletekben kapható tájékoztató szerint lefőzni a tea leveleket.

Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnénk köszönetet mondani Lehoczkiné Dr. Tornai Judit Tanárnőnek és Papp Nórának, hogy lehetővé tették a TDK munkánkhoz szükséges kísérletek elvégzését és biztosították a megfelelő tárgyi és anyagi feltételeket.

Továbbá szeretnénk megköszönni, Stefanovitsné Dr. Bányai Éva Tanárnő hasznos tanácsait és támogatását, Dr. Dlauchy Dénesnek a PCR módszer megismertetését, valamint köszönjük a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteménye, az Alkalmazott Kémia Tanszék valamennyi Munkatársának, hogy segítették dolgozatunk elkészülését.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Aal, E. 1998 Tea. Borbarát. (3) 1:68-71.
2. Ahmed E. Yousef, Carolyn Carlstrom 2003. Food Microbiology A Laboratory Manual. The Ohio State University. A John Wiley& Sons, INC., Publication.
3. API 50 CH, 2002. REF 50 300 tesztleírás.
4. Arnao, M. B., 2000. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 419-421.
5. Arnao, M. B., Cano, A., Acosta, M. 1998. Methods to measure the antioxidant activity in plant material. A comparative discussion. *Free Rad. Res.*, 31, 889-896.
6. Barrow, G. I., Feltham, R. K. A. 1993. Cowan and Steel's Manual for the identification of medical bacteria Third Edition. In Great Britain at the University Press, Cambridge Method 1 228 p./ A2.6.14 203 p., 1993 Method 1 220 p./233 p., Method 1 220 p./232 p./ A2.6.27 206 p., Method 3 222 p./ A2.5.10 199 p., A2.6.6 201 p., Method 1 236 p./ A2.5.13 200 p.
7. Benzie, I.I.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measuring of „antioxidant power”. The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 239:70-76.
8. Berke, Sz., Jakusovszki, D. 2005. A tea, mint funkcionális élelmiszer: táplálkozási előnyök és fogyasztói magatartás. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*. 2 (1-2): 45-54.
9. Bors, W., Heller, W., Michel, C., Saran, M. 1990. Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods in Enzymology.*, 186: 343-355.
10. Campos, F. M., Couto, J. A., Hogg, T. A. 2003. Influence of phenolic acids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. *Journal of Applied Microbiology.*, 94 (2): 167–174.
11. Carloni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Custum, C., Kay, A., Damiani, E., 2012. Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar, *Food Research International*.
12. Cheney, R.H., Scholtz, E., 1963. Rooibos tea, a South African contribution to world beverages. *Economic Botany*. 17: 186-194.
13. de Hoog, G. S., Guarro, J., Gené J., Figueras M. J. 2000. Atlas of clinical fungi second edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures/ Universitat Ro virai Virgili.
14. Deák, T., Kiskó, G., Maráz, M., Mohácsiné Farkas, Cs. 2006. *Élelmiszer mikrobiológia*

- In.: Balla Cs., Siró I. (szerk.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 284. 52-55. 102-103.
15. Del Rio, D., Stewart, A. J., Mullen, W., Burns, J., Lean, M. E. J., Brighenti, F., Crozier, A. 2004. HPLC–MS analysis of phenolic compounds and purine alkaloids in green and black tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 2807–2815.
 16. Dlačny, D., Tornai-Lehoczki, J., Péter, G. 1999. Restriction Enzyme Analysis of PCR Amplified rDNA as a Taxonomic Tool in Yeast Identification. National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms, University of Horticulture and Food Science, Budapest, Hungary. *Journal of Systematic and Applied Microbiology*. 22: 445-453.
 17. FAO 2005. Current market situation and medium-term outlook. Committee on Commodity Problems, Intergovernmental Group on Tea. Sixteenth Session. Indonesia, Bali, (2005.) www.fao.org
 18. Hegedűs, A., Papp, N., Pfeiffer, P., Stefanovicsné Bányai, É., Szabó, I. 2012. Természetes antioxidáns-forrásunk: A Gyümölcs. szerkezete In: Pallay M. (szerk.) Debreceni Egyetem, AGTC, Kertészettudományi Intézet, Debrecen 47-48. 68-69. 86. 90-91.
 19. Kiss, M. 2007. Teakalauz A Tea Kultúrtörténete. In: Szentirmai D., Falcsik M. (szerk.) HVG Kiadó Zrt., Budapest. 16., 96-107.
 20. KSH. 2010. Egy főre jutó tejfogyasztás. 1960-2010. (2010.)
http://www.ksh.hu/docs/hun/agraar/html/tabl1_5_5_2.html
 21. Laczay P. 2008. Élelmiszer-higiénia Élelmiszerlánc- biztonság. In: Aranyossy Á., Gerlóci J., Berkes T. (szerk.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 59. 32.
 22. Lu Jü, 2005. Teáskönyv, A Teázás Szent Könyve a Nyolcadik Századi Kínából. In: Prutkay Cs. (szerk.) Terebess Kiadó, Budapest, 63-64.
 23. Lugasi, A. 2001. Az antioxidáns hatású anyagok jelentősége. Új diéta. 1: 16-18.
 24. Lugasi, A., Blázovics A. 2001. Az egészséges táplálkozás tudományos alapjai. Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Budapest.
 25. Madigan, N. T., Martinko, J. M., Parker, J. 2003. Brock Biology of Microorganisms, Tenth Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc., USA, 1019.
 26. Manach, C., Schabert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 727-747.
 27. Merck Magyarország Kft. 2005. Mikrobiológia kézikönyv. Budapest, Kat. szám 1.10128.0500, Kat. szám 1.05398.0500, Kat. szám 1.05460.0500, Kat. szám 1.00465.0500.

28. Miller, N. J., Rice, Evans C., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84: 407-412.
29. Nazer, A. I., Kobilinsky, A., Tholozan, J. L., Dubois-Brissonnet, F. 2005. Combinations of food antimicrobials at low levels to inhibit the growth of *Salmonella* sv. Typhimurium: A synergistic effect? *Food Microbiology*, 22 (5): 391-398.
30. Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K., Jena, B. S. 2003. Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chemistry*, 80 (3): 393-397.
31. Pandey, A., Palni, S. M. L., Coulomb, N. 1997. Antifungal activity of bacteria isolated from the rhizosphere of established tea bushes. *Microbiol. Res.*, 152., 105-112.
32. Péter, G. 2007. A penészgombák fogalma, rövid rendszertani áttekintése In: Balla Cs., Siró I. (szerk.): Élelmiszer- biztonság és minőség I. Alapismeretek, Mezőgazda Kiadó Budapest, 124-125. 133-154.
33. Pettigrew, J. 2007. The Connoisseur's Guide to Tea. Apple Press, London, 28-29.
34. Pitt John L., Hocking Alisa D. 2009. *Fungi and Food Spoilage* second edition. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
35. Poór, Cs. 2005. Kicsi és erős. A ceyloni tea sikere. *HVG* 27 (1): 33-34.
36. Reiss, J. 1981. *Mycotoxine in Lebensmitteln*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart-New York.
37. Řezáčová, V. és Kubátová, A. 2005. Saprobic microfungi in tea (*Camellia sinensis*) and dried herbs.-*Czech Mycol.* 57:79-89.
38. Samson R. A., Frisvad J. C., 1991. Current taxonomic concepts in *Penicillium* and *Aspergillus*. In: Chelkowski, J. (ed.), *Cereal Grain, Mycotoxin, Fungi and Quality in drying and storage*. Amsterdam. Elsevier, 405-439.
39. Samson, R. A., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C. 2004. Introduction to food -and Airborne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures- Utrecht, The Netherlands, 379. 64- 195.
40. Singleton, V. L. Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vit.*, 161. 144-158.
41. Szabó, Cs. 2006. *Kamikaze molekulák*. Typotex, Budapest.

42. Szalai, L. 2005. természetesség és egészség a jelszó a teapiacon is. *Élelmiszer* 13 (12): 36-38.
43. Szerdahelyi, K. 2003. A magyarok teája. *Vendéglátás* 47 (11):6-7.
44. Taguri, T., Tanaka, T., Kouno, I. 2004. Antimicrobial activity of 10 different plant polyphenols against bacteria causing food-borne disease. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 27(12):1965–1969.
45. Tamás, J. 2003. Tea - A világ legkedveltebb teafajtái. Alexandra Kiadó, Budapest, 120.
46. Valko, M., Rhodes, C. J., Moncol, J., Izakovic, M., Mazur, M. 2006. Free radicals metals and antioxidants in oxidative stress- induced cancer. *Chemo-Biological Interactions*, 160: 1-40.
47. Venditti, E., Bacchetti, T., Tiano, L., Carloni, P., Greci, L., Damiani, E. 2010. Hot vs. cold water steeping of different teas: Do they affect antioxidant activity?. *Journal of Food Chemistry* 119:1597-1604.
48. Vos, D. V., Garrity, M. G., Jones, D., Krieg, R. N., Ludwig, W., Rainey, A. F., Schleifer, H.-K., és Whitman, B. W. 2009. *Bergey's manual of Systematic Bacteriology* Second Edition. Springer, 72., 90., 93-96., 109.,114.
49. Wilson, C., MD, Dettenkofer, M., MD, Jonas, D., MD, Daschner, F. D., MD 2004. Pathogen growth in herbal teas used in clinical settings: A possible source of nosocomial infection? *Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology*, 1c. Freiburg, Germany.
50. Jakusovszki D. 2005. A hazai teafogyasztási szokások marketing szem-pontú vizsgálata. KE-GTK. Kaposvár. Tanulmány.
51. Törőcsik M. 2011. Fogyasztói magatartás - Insight, trendek, vásárlók. Akadémiai Kiadó, Budapest.
52. Nolte, L.E., 1968. Die produksie van rooitee. *Boerdery in Suid-Afrika*. 44:17-22.
53. De Beer, S. W., Joubert, E., 2002. Preparation of tea-like beverages. *South African Patent*. 2802.

MELLÉKLETEK

I. Táptalajok összetétele:

Tryptone Glucose Extract Agar, (TGE agar) (Merck, 2005) [500g]

Összetétel (g/l): Pepton kazeinből (5,0), húskivonat (3,0), D(+)- glükóz (1,0), agar-agar (15,0)

Malt Extract Agar, (MEA agar) (Merck, 2005) [500g]

Összetétel: (g/l): malátakivonat (30,0), pepton szójaszorból (3,0), agar-agar (15,0)

Yeast extract-Glucose Pepton (YPG) (Barrow et al. 1993)

Összetétel (g/l): pepton(10,0), glükóz (10,0), élesztőkivonat (10,0), agar-agar (15,0)

Czapek-Dox Agar (Merck, 2005) [500g]

Összetétel (g/l): szacharóz (30,0), nátrium-nitrát (3,0), magnézium-szulfát (0,5), kálium-klorid (0,5), vasIII-szulfát (0,01), dikálium-hidrogén-foszfát (1,0), agar-agar (13,0)

Dichloran rose bengal chloramphenicol Agar (DRBC) (Barrow et al., 1993)

Összetétel (g/l): pepton (5,0), glükóz (10,0), kálium-dihidrogén-foszfát (1,0), magnézium szulfát (0,5), diklorán (0,002), rose bengal (0,025), chloramphenicol (0,1), agar-agar (15,0)

Dichloran Glycerol Agar, (DG-18 agar) (Merck, 2005) [500g]

Összetétel (g/l): pepton (5,0), glükóz (10,0), kálium-dihidrogén-foszfát (1,0), diklorán (0,002), magnézium szulfát (0,5), chloramphenicol (0,1), agar-agar (15,0)

Aspergillus flavus/ A. parasiticus selective medium (AFPA) (Samson et al., 2004)

Összetétel (g/l): élesztő kivonat (20,0), pepton (10,0), vas ammónium citrát (0,5), dichloran(0,002), chloramphenicol (0,1), agar-agar (15,0)

II. Fogyasztói szokások felmérése kérdőív segítségével

Életkor:

15- 30 30- 45 45- 50 50- 65 65- 70 70-

Nem:

férfi nő

1. Teafogyasztás gyakorisága: (1 válasz adható)

naponta többször hetente havonta nem iszom teát

2. Rangsorolja az alábbi teákat, teafogyasztási szokásainak megfelelően! (1-el jelölje a leggyakrabban fogyasztott teát)

___ . gyümölcstea

___ . gyógytea

___ . fekete tea

___ . zöld tea

___ . fehér tea

___ . rooibos tea

___ . ízesített tea

3. Ön milyen kiszerelésű teákat részesít előnyben?

filteres leveles mindkettő

4. Melyiket gondolja egészségesebbnek?

filteres leveles nincs különbség

5. Ön leginkább miért fogyaszt teát? (1 válasz adható)

élvezeti érték koffeintartalom gyógyhatás folyadékpótlás

egyéb (pl.: fogyás céljából) _____

6. Ön szerint mitől egészséges egy tea? (1 válasz adható)

antioxidáns tartalom ásványi és nyomelem tartalom koffeintartalom
speciális összetevők

7. Ön miért döntött a jelenleg is fogyasztott teafajta mellett?

egészségügyi ok anyagi ok élvezeti érték

8. Ön elolvassa a termék oldalán feltüntetett elkészítési útmutatót illetve tea összetevőket?

igen nem

9. **Ha igen akkor betartja-e a csomagoláson lévő útmutatást?**

igen nem

10. **Ön egyszerre mennyi teát főz le?**

egy csészényit 1 litert több litert

11. **Ön az elkészített teát általában mennyi ideig tárolja? (1 válasz adható)**

megissza 1-2 óráig fél napig 1 napig 1-2 napig

12. **Tárolás körülményei:**

asztalon (szobahőmérsékleten) hűtőben

13. **Ön szerint melyik tea „egészségesebb”?**

zöld fehér

14. **Miért gondolja így? (1 válasz adható)**

nagyobb antioxidáns tartalom speciális összetevő technológiai különbség
nem tudom