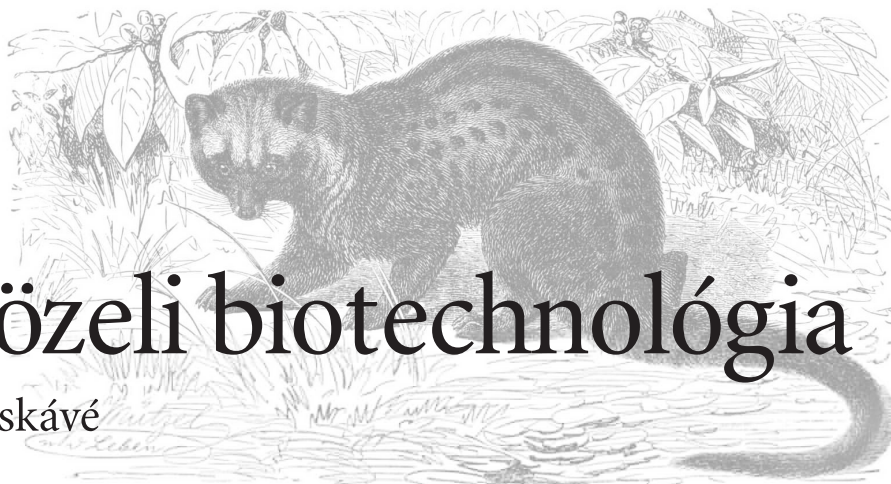




Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet

■ MTA Könyvtár és Informatikai Központ



Bizarr testközeli biotechnológia

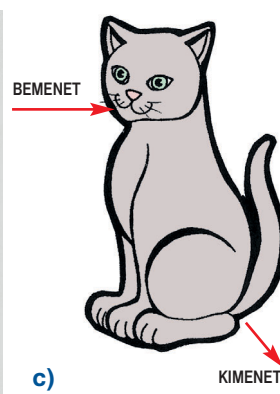
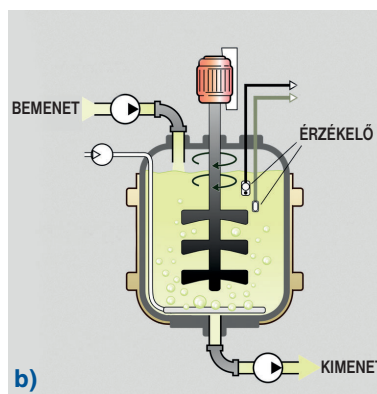
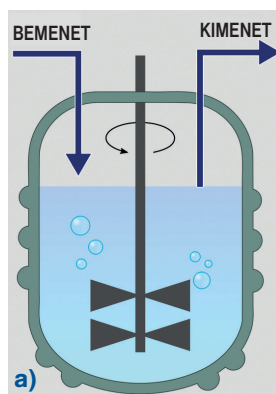
A Kopi Luwak indonéz luxuskávé

Előszó

Nem valószínű, hogy hazánkban az indonéz nyelv ismerete igazán elterjedt lenne, de a címben említett indonéz szavak megismerését lehetővé tette elterjedtségük. Előzetes magyarázatként a *kopi* indonézül kávé-t jelent, *luwak*nak egy macskaszerű, a ragadozó emlősök, a *Viverridae* családjába tartozó cibetmacskát, illetve pálmásodróként is ismert állatot neveznek. *Kopi Luwak* [1] márkanéven egy főleg indonéziai eredetű, méregdrága kávé forgalmaznak, amelyet gasztronómiai ínycsikméltsággal és luxustermék-ként kínálnak. Ezt az említett állatka szerintünk testközeli biotechnológiai folyamatként dolgozza fel és bocsátja (pottyantja) ki a táplálkozásaként fogyasztott kávécsérjéken termelt kávébogyókból.

Bevezetés

A továbbiakban célszerű a biotechnológia tudományának definíciójával kezdenünk. „A biotechnológia élőlények segítségével végzett technológia. A tudomány és technológia alkalmazása élő szervezeteken, azok részein, termékein, vagy modelljén azzal a céllal, hogy megváltoztassunk élő vagy életlen anyagokat tudás, termékek vagy szolgáltatások létrehozásáért. A szűkebb értelmezés szerint a biotechnológia fogalmán a kifejezetten profitorientált ipari és mezőgazdasági tevékenységet értik” [2]. Bár a biotechnológia több más definíciója is rendelkezésre áll, egy kitűnő hazai tankönyv szerint „mi sem jellemzi jobban a definíciók sokféleségét, mint az, hogy az USA kongresszusa is szükségét érezte a fogalom definiálásának 1984-ben: „Biotechnologies are commercial techniques, that use living organisms or substances from these organisms, to make or modify a product, including techniques used for the improvement of the characteristics of economically important plants and animals and



1. ábra. Biotechnológiai „berendezések”: a) kemosztát [5], b) bioreaktor [4], c) biosztát

for the development of microorganisms to act on environment” [3].

A fogalmat egyébként egy magyar mérnök, *Ereký Károly* vezette be 1919-ben mindazon munkafolyamatokra, amelyek során a nyersanyagokból terméket állítanak elő organizmusok segítségével” [3]. *Ereký* definíciójával messzemenően egyetértve ezenel visszatérhetünk az előszóban említett luwakra (cibetmacskára), ugyanis a főleg Szumátra, Jáva, Bali és Sulawezi indonéz szigeteken őshonos cibetmacska, mint már említettük, az ott termesztett kávécsérjék érett, piros kávébogyóival táplálkozik. Miután a kávébogyók héja az állatka gyomrában, illetve gasztrointesztinális terében feldolgozásra kerül, az emésztetlen kávébabok a széklettel ürülnek. A babszemeket onnan kiválogatják, mossák, tisztítják, majd hasonló feldolgozáson mennek keresztül, mint a nem gyomorból származó kávébabszemek (például pörkölés). Ezt a kávé jelenleg a világ legexkluzívabb és legdrágább kávéfajtájaként forgalmazzák.

Bioreaktor, kemosztát, biosztát

Ami az érett kávébogyókkal történik a cibetmacska belsejében, azt biotechnológiai

folyamatnak tekinthetjük, és ha ezt tesztjük, akkor analógiaként a biotechnológiában használatos berendezésekhez, a *kemosztátok*hoz, illetve bioreaktorhoz hasonlóan a kávébogyók feldolgozása során a cibetmacska szervezetét a feldolgozás során igénybe vett kémiai, illetve biokémiai folyamatokra való tekintettel úgy mond „testközeli” bioreaktornak; azaz az eddig nem használt, de itt bevezetett *biosztát* névvel illelhetjük (1.c ábra).

Hozzátehetjük, hogy bioreaktornak neveznek bármilyen gyártott, illetve épített edényt, vagy műszaki berendezést, vagy rendszert, ami fenntart egy biológiailag aktív környezetet (1.b ábra). Mint az ábrán látható, a bioreaktorba egy felső nyíláson keresztül táplálják bele a feldolgozandó komponenseket, amelyekkel az edényben bizonyos biokémiai folyamatok történnek, majd a termékeket egy alsó nyíláson (kimeneten) kiengedik [4].

A folyamatosan működő bioreaktorokat *kemosztát*ként jellemzik, miután egy ilyen berendezésben a kémiai környezet állandónak, azaz statikusnak tekinthető [5] (1.a ábra). Mint látható, ez az edény ugyancsak egy bemenő, és egy kimenő, azaz ürítő nyílással rendelkezik. Mindkét berende-



2. ábra. a) Kávécsereje, b) gyümölcsce, c) a világ kávétermesztői, r: canephora, m: canephora és arabica, a.: arabica [7], d) a világ kávéimportőrei [8]

zés működtetését villamos, illetve mechanikai energia biztosítja.

A fentiekkel összehasonlítva, illetve analogizálva miért ne tekinthetnénk egy nyersanyag (jelen esetben a kávébogyók) biotechnológiai feldolgozása során egy élő szervezetet (jelen esetben a cibetmacskát) biosztátnak, azaz olyan bioberendezésnek, amelybe felül (jelen esetben az élő állatba) betöltődik (úgy, hogy a cibetmacska megesszi) a nyersanyag (a kávébogyók), és a szervezet bioenergia igénybevételével azt feldolgozza, majd a produktum (jelen esetben az ürülék és a kávébabok) az alsó nyíláson távozik (1.c ábra).

Mindebben csak az a szokatlan, de nevezhetjük a közízlés és az ürülék említésével a prűdséget is tekintetbe véve bizarrnak, hogy a biotechnológiai folyamat végterméke ürülékként távozik a luwak-biosztátból és kerül további feldolgozásra (például pörkölésre), illetve gasztronómiai felhasználásra (kávéital készítésére) és fogyasztásra.

Kávé a világban

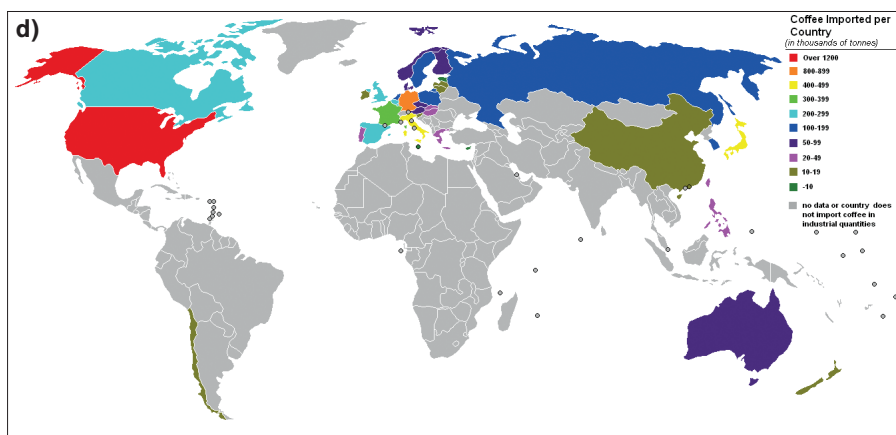
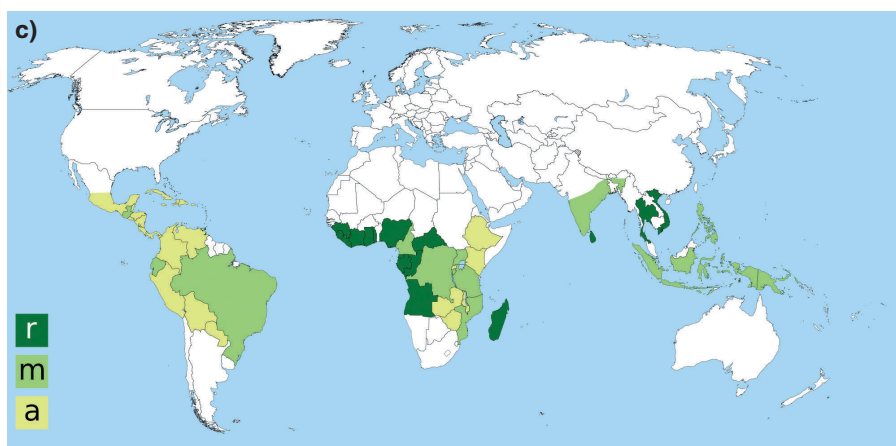
A kávé, illetve a kávécsereje (2.a ábra) gyümölcséből (2.b ábra) főzött kávéital jelenleg a világ egyik legnépszerűbb, leggyakrabban fogyasztott itala. Úgy tudják, hogy naponta több mint 2,5 milliárd csésze kávé fogyasztanak világszerte [12].

A világ kávétermelésének több mint



	Brazília	2,70
	Vietnam	1,28
	Kolumbia	0,47
	Indonézia	0,63
	Etiópia	0,37
	Peru	0,33
	India	0,30
	Honduras	0,28
	Mexikó	0,25
	Guatemala	0,24
A világ összesen		8,46

1. táblázat. A nyerskávé tíz legnagyobb termelője – 2011 [7] (millió tonna)



90%-a fejlődő országokban folyik (1. táblázat, 2.c ábra). Ez 2011-ben 8,46 millió tonnát jelentett. A fogyasztás szempontjából a hangsúly erősen áttolódik a világ fejlett régióira (2.d ábra). A termelés megoszlik a különböző fajták között, amelyek leggyakoribbait a 2. táblázat mutatja be. A kávé eredete az etiópiai hegyvidékre vezethető vissza, de az arabok már a 17. században termesztették. Az új világba és a szubtrópusokra a 17. században került. A kávécsereje botanikailag a Rubiaceae családnak tartozik. A kávé minősége számos szemponttól függ, például a növény kiválasztásától, a növekedési körülményeitől, a későbbi pörköléstől, illetve erjesztéstől. A

feldolgozás egyik legfontosabb lépése, mint említettük, a pörkölés. Ennek folyamán számos fizikai változás történik a kávébabban párhuzamosan végbemenő kémiai reakciók során (Maillard- és Strecker-reakciók aminosavak és cukrok között), amelyek

2. táblázat. Kávék [6]

Család	Génusz	Fajta	Változat
Rubiaceae	Coffea	Arabica	Typica
		Canephora	Robusta
		Liberica	



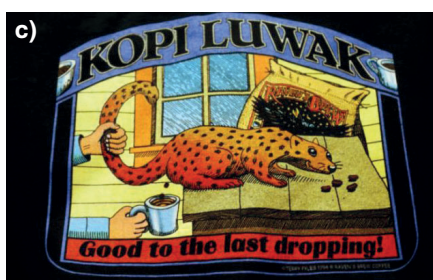
KITEKINTÉS

különböző mechanizmusokkal több ezer vegyületet hozhatnak létre. Ezek a változások kritikus befolyást gyakorolnak a kávé ízére, aromájára, színére és végső jellemzőire. Például körülbelül 800 illékony vegyületet azonosítottak a pörkölt kávé aromájában [13].

Az említett világtermelési és forgalmazási méretek mellett teljesen érthetővé válik, hogy a kávé ára számos gazdasági és kereskedelmi tényezőtől függ, de itt talán elegendő megemlíteni, hogy a kurrens ár kilónként körülbelül 2,5–3,0 dollár körül mozog [14].

A Kopi Luwak

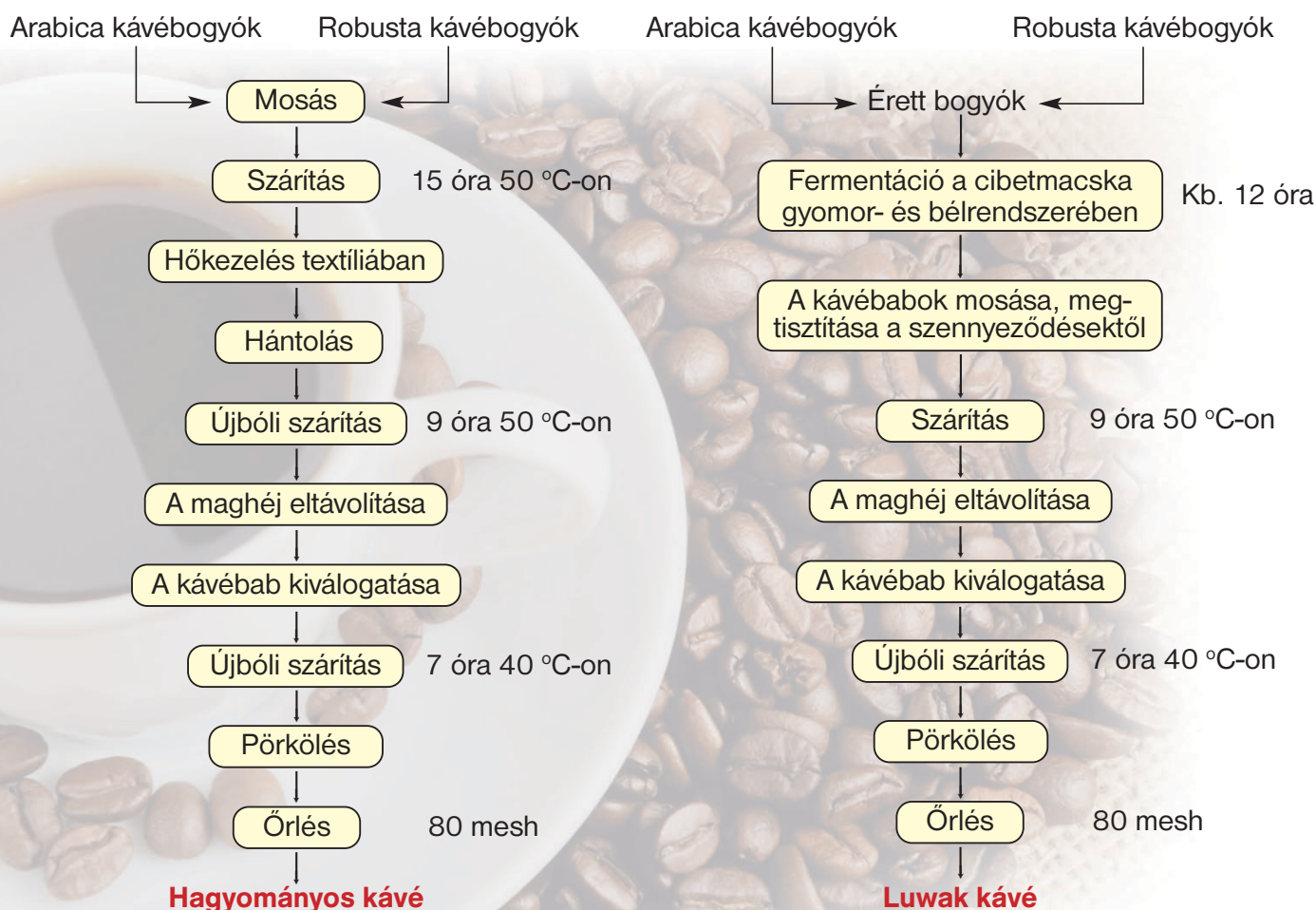
A Kopi Luwak kávé története körülbelül 200 évre nyúlik vissza, amikor holland telepesek kávéültetvényeket kezdtek telepíteni az akkori gyarmatokon, azaz a mai Indonéziához tartozó Jáva, Szumátra és Szulavézi szigeteken, de megtiltották a bennszülött farmereknek és az ültetvényeken dolgozóknak a kávébogyótermés használatát. A szigeteken honos, részben rova-

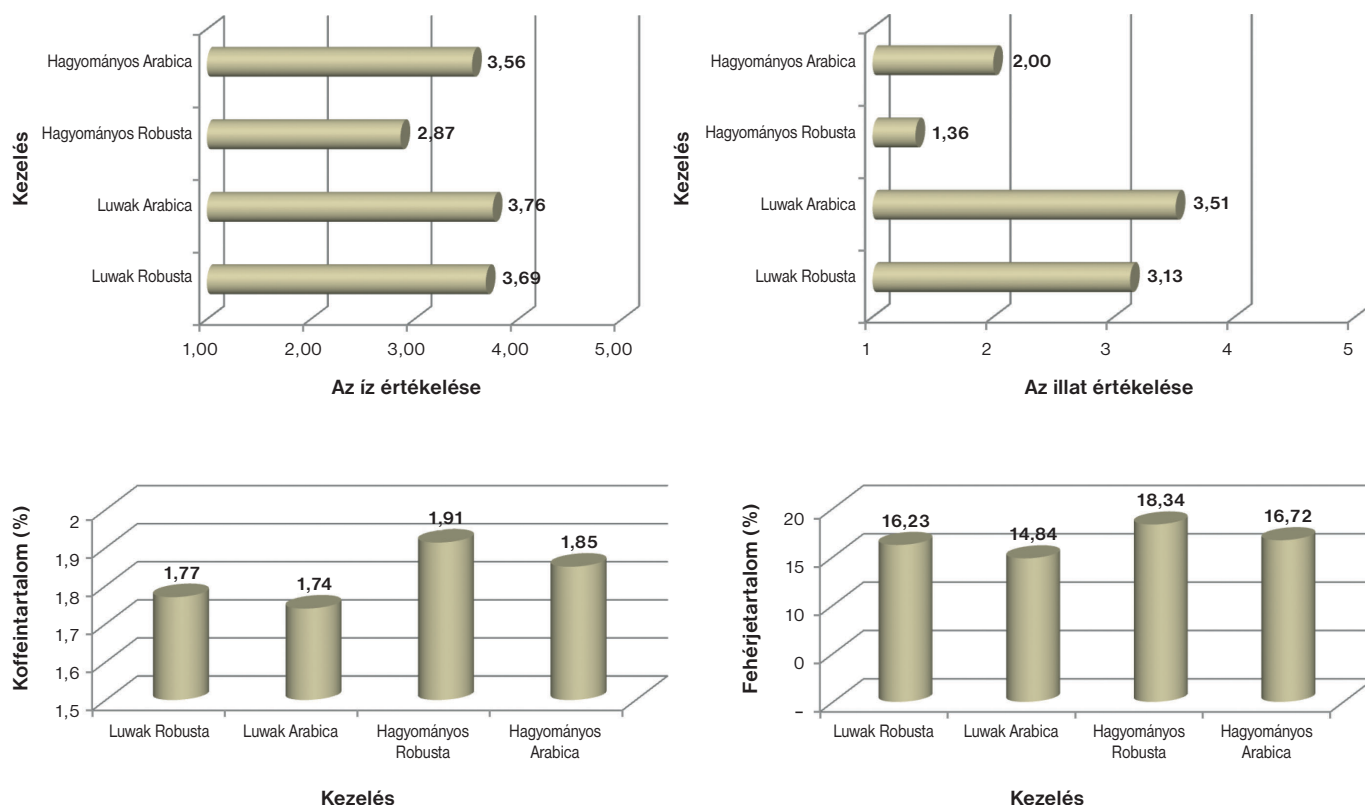


3. ábra. A luwak (biosztát) és bemeneti nyersanyaga (a) [9], kimeneti végterméke (b) [10], és a Kopi Luwak méregdrága indonéz luxuskávé reklámcsomagolása (c) [11]

okkal, kisebb állatokkal és gyümölcsökkel táplálkozó ragadozók, a cibetmacskák (luwakok, 3.a ábra), az új lehetőségekből eredően rákaptak a kávécsérjék érett, piros bogyóinak a fogyasztására. A tiltásból eredően az ültetvények dolgozói elkezdtek gyűjteni és mosni, tisztítani a cibetmacskák potyadékat. Nem világos, hogyan jöttek rá, vagy kinek jutott eszébe a potyadékból (3.b ábra) tisztított, majd pörkölt babokból kávé főzni, amiről megállapították, hogy egészen különleges íze, illata, aromája és zamata van. Innen indult a Kopi Luwak kávé termelése és forgalmazása (3.c ábra). A kávéból csak körülbelül 150–230 kilogrammot termelnek világszerte, és jelenlegi kilónkénti ára körülbelül 1000–3500 dollár között mozog [15–16].

4. ábra. Kávéitalok feldolgozása [17]: a) hagyományos kávé, b) luwak kávé





5. ábra. Kávéitalok érzékszervi és analitikai kémiai elemzése [17]

A kávébab feldolgozása, a kávéital érzékszervi (kóstolási) értékelése, fizikai és kémiai analízise

Érdekes talán végigfutni azon a feldolgozási folyamaton, amelyen általában a különböző változatú kávébabok a kávéital elkészítése (főzése) előtt végigmennek. A lépésről lépésre megvalósított folyamatot a 4. ábra mutatja be a Kopi Luwak és a hagyományos változatú kávéfajták feldolgozásánál. Mint látható, a két folyamat teljesen megegyezik, kivéve a kávébab luwak-féle (biosztátus) fermentációját [17].

Egy indonéziai folyóiratban 2012-ben megjelent cikk [17] a következő kérdésekkel foglalkozott:

- a luwak eredetű kávébab kémiai összetétele és annak összehasonlítása a hagyományos (arabica-robusta) összetételével,
- említett kávébabokból főzött kávéitalok íz-összehasonlítása nemzetközileg elfogadott eljárás szerint [15–16].

Az úgynevezett hedonikus (érzékszervi) eljáráshoz [15] kávéitalt kedvelő, gondosan kiválasztott értékelők (kóstolók) külön fülkékben, elválasztva végezték a vizsgált kávéitalok íz- és illatrangsorolását. Az érzékelt íz-összehasonlítást számszerűen jelezték a következőképpen: 5 (nagyon jó), 4

(jó), 3 (normális), 2 (nem jó), 1 (nagyon nem jó). Az eredmények statisztikai feldolgozása szignifikáns különbségeket mutatott a kávéfajták között ($p > 0,01$), amint az 5.a ábrán is látható és érdekes módon úgy az íz, mint az illat szempontjából a Kopi Luwak kapta a kedvezőbb értékelést [17].

A kémiai elemzések is mutattak ki szignifikánsnak nevezhető különbségeket, ezek közül az alacsonyabb koffeintartalom volt a jelentősebb, ami ennek megfelelően a kevésbé keserű ízben is megnyilvánult. Ezzel szemben a luwak-kávéban kisebbnek mutatkozott a fehérjeteralom is (5. ábra). De ez a csökkentett koffeinnel együtt okozhatta a kevésbé keserű ízt.

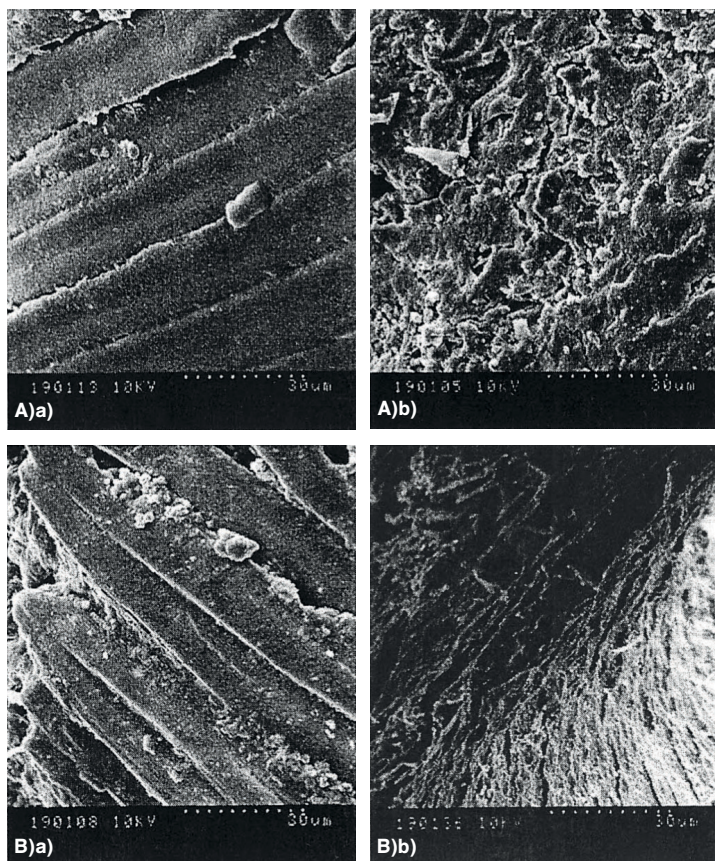
A leírt vizsgálatokat végző indonéz szerzők az észlelt különbségeket nagyjából kedvezőnek tekintették, és a megnövekedett minőséget főleg – a luwak (biosztát) gasztrointesztinális terében – a kávébabban végbemenő savasítási, enzimikus és bakteriális folyamatoknak tulajdonították. Egy nagyon alapos és részletes kanadai vizsgálat [19], amelynek szerzője valószínűleg nem ismerte a fentebb leírt indonéz eredményeket, több szempontból is hasonló adatokhoz jutott, de azokat kiegészítette és gyarapította. A kiegészítés azzal is jellemezhető, hogy a vizsgálat kiterjedt az indonéz luwak (cibetmacska) Etiópiában honos rokonára is (etiópiai cibetmacska),

és számos műszeres fizikai és kémiai mérésre támaszkodott, például kolorimetriára, SDS-PAGE elektroforézisre, mechanikai, reológiai, elektronikusor-vizsgálatra, valamint mikrobiológiai és érzékszervi vizsgálatokra is.

A fentieket kiegészítendő a különböző eredetű kávébabokat pásztázó elektronmikroszkopos vizsgálatoknak (1000, 5000 és 10 000-szeres nagyítással) is alávetették. A felvételek 10 000-szeres nagyításai a 6. ábrán láthatók.

Bár a különböző kávébabok színárnyalata más volt a babok eredetétől függően, a színváltozás nem volt alkalmas a biosztátált kávék eredetének az eldöntésére, de azt igazolni látszott, hogy az emésztési biokémikáliák (gyomorsav és proteázok) az állat gyomrában áthatoltak a kávébogyó külső héjburkán és elértek a kávébab felületére, ahol a színváltozás történhetett.

Amint a 6. ábrán látható, a gyomorkezelte kávébabok felülete jelentősen különbözött a kezeletlenektől, erős gödörösödést, rücskösödést mutatva a gyomornedvek hatására. Ez a szerző szerint indikációként használható a gyomorkezeletlen kávébaboktól való megkülönböztetésre. A fentiek eredményeképpen állítható, hogy a rücskösített kávébabfelületen keresztül a gyomornedvek könnyebben behatolhattak a babokba és ott a fehérjéket proteolitikus



6. ábra. 10 000-szeres nagyítású pásztázó elektronmikroszkópos felvételek [19].
A) a) Kopi Luwak kontroll kávébab (nem ment át az állaton), b) Kopi Luwak kávébab.
B) a) Etiópiai kontroll kávébab, b) etiópiai cibetmacskán átment kávébab

bontásnak tehetők ki. Ezt a babokon végzett SDS-PAGE elektroforetikus mérések-nél tapasztaltak is igazolták. Mivel a fehér-jék bomlása a keletkező aminosavak mennyiségének a növekedéséhez vezet, ezek a pörkölés közben végbemenő Maillard-bar-nulás révén észlelhető, illetve mérhető hatást gyakorolhatnak az állati eredetű kávék íz- és aromajellegére a kontrollbabokkal szemben.

Azt is érdekes újra megjegyezni, hogy a fehérjék mennyiségének a csökkenése hozzájárulhat a luwak-kávék keserű ízének a csökkenéséhez is, mivel a fehérjéket tartják bizonyos pörkölés közben keletkező keserű komponensek prekursorainak.

A [19] hivatkozásban részletezett vizsgálat szerint a kávébabok ásványi komponensei terén nincs jelentős különbség a babok között. Ennél viszont sokkal érdekesebb, hogy bakteriális szempontból sincs, sőt a luwak-babok kisebb bakteriális szennyezettséget mutattak. Feltételezik, hogy ez abból ered, hogy a potyádekből származó babok mosása és tisztítása alaposabban történt. Bár az elektronikus orral végzett vizsgálatok a pörkölt és őrölt kávékkal jól megkülönböztethető aromajelleget mutat-

tak a luwak-kávéknál, ezeket nem találták eléggé jellegzetesnek. Ezt nem annyira a cibetmacska biosztátos gyomorhatásának, mint inkább a pörkölés során bekövetkezett illat- és aromaváltozásoknak tulajdonították. Az ízlelési, illetve kóstolási kísérletek is nagyjából hasonló következtetésekre jutottak [19].

Mindenképpen szintén említésre érdemes egy japán kutatás [20], amit a szerzők analitikai kémiai és metabolomikai alapon végeztek a közelmúltban. Valószínűleg nem felesleges itt előbb a metabolomikát definiálni. A metabolomika a metabolitokkal foglalkozó kémiai folyamatok tudományterülete [21], azaz azoknak az egyedi kémiai ujjlenyomatoknak rendszeres vizsgálata, amiket specifikus sejteket érintő folyamatok okoznak. A szerzők ezt a tanulmányt szerintük a világon elsőként annak érdekében készítették, hogy eredményeivel olyan diszkriminatív markereket határozzanak meg, amivel a Kopi Luwak kávébabokat eredményesen azonosíthatják és jellemezhetik a hamisítványokkal szemben.

A különböző metabolitok és markerek mérésére a szerzők főleg tömegspektrometriás gázkromatográfiát használtak, és

az értékelést kemometriás, illetve főkomponens-analízissel (PCA), diszkriminancia-analízissel (OPLS-DA) [22] és mikrosorozat metabolitszignifikancia-analízissel (SAM) [23] kombinálva végezték. Három kávétermelési régióból származó 21 (*Coffea arabica* és *Coffea canephora* fajokhoz tartozó) kávéfajtát elemeztek és kemometriásan értékelték. Ennek alapján a citromsavat, az almasavat és az inozitol/pirog glutaminsav arányt választották további igazolásra, illetve bizonyították azok alkalmaságát különböző kávéfajták differenciálására. Ezek a markerek megfelelően bizonyultak az eredeti, a hamisított Kopi Luwak, a köznap kereskedelmi és 50%-os Kopi Luwak keverékkávé-minták differenciális azonosítására. Sőt, a citromsav jelenlétét a Kopi Luwak kávé különleges ízének a magyarázataként is említették.



Kopi Luwak-szerű kávé előállítás a cibetmacska (biosztát) nélkül

Miután a fentiekben leírt ismeretek bőséges anyagot szolgáltatottak a Luwak által gasztrointesztinális (biosztátos) feldolgozású kávé összetételéről és tulajdonságairól, felmerült annak a gondolata, hogy ezt a speciális kávéváltozatot az állat igénybevétele nélkül, *in vitro* eljárással is elő lehetne állítani, illetve olyan technológiát is ki lehetne dolgozni, ami a kávébabok savas és proteolitikus enzimekkel való kezelése során jelentősen *fokozza, illetve megnöveli* a kezelt kávék illatát, ízét, aromáját és zamatát. Ennek érdekében egyesült államokbeli szerzők nagyon részletes, alapos és szerintük eredményes vizsgálatokat végeztek [24], amiknek ismertetésére itt sem hely, sem lehetőség nincs, de hozzá kell tenni, hogy a fenti kutatásokat és szabadalmaztatást egy floridai egyetemen folyó kutatási program keretében valósították meg.



Kopi Luwak-hasonmások

Mint a közismert mondás állítja, a jó példa ragadós. Ennek jegyében a világ más tájain is elkezdtek előállítani és forgalmazni a luwak-kávéhoz hasonló, méregdrága termékeket [27]. Brazíliában, a változatosság kedvéért, nem cibetmacska, hanem egy ott honos *jacu* nevű madárfajta szintén érett kávébogyókkal is táplálkozik, és potyadékat összeszedve és tisztítva *jacu madár kávéként* forgalmazzák. A Fülöp-Szigeteken honos kávébogyókat faló *alamid* (*Paradoxurus Hermafroditus Philippensis*) cibetmacskafaj megtisztított ürülékéből a Kopi Luwakhoz hasonló *Kape Alamid* luxuskávé állítják elő és forgalmazzák. Ugyancsak forgalmaznak egy Malajziában termelt hasonló kávé *Kopi Muncak* (Kopi Muntjac) néven. Talán a legismertebb és legelterjedtebb hasonmást egy Vietnámban honos, kávébogyókat kedvelő menyétfajta (weasel) végtermékéből állítják elő és *Weasel Coffee* néven forgalmazzák.

Ez utóbbihoz legenda is párosul, már csak azért is, mert az ily módon készült kávé *Legend Gold* néven forgalmazza egy *Trung Nguyen* nevű vietnami vállalkozó és kávétulajdonos. Valószínűleg szintén a legendához tartozik az a hír is, hogy a vállalkozó 1996-ban megbízott egy német kutatókból álló csapatot, hogy tanulmányozzák az állatkában végbemenő biosztatikus jelenségeket és folyamatokat, és ennek alapján kísérjék meg enzimatással a különleges kávé *in vitro* reprodukálását. E cikk szerzőjének azonban 17 évvel az említett dátum után sem sikerült semmilyen rögzített leírását felfedeznie a német kutatócsoport eredményeinek. Az azonban valószínűnek tűnik, hogy a vietnami vállalkozó kitűnő üzletember, mert a *Legend Gold* kávé világforgalma túlszárnyalta az indonéz Kopi Luwakét annak ellenére, hogy előbbi kereskedelmi ára elérte a 3000 dollárt.

Utószó

Mítosz vagy gasztronómiai ínycsengés a Kopi Luwak? A válasz mind a két oldalról megközelíthető. Kezdjük talán a mítosz változattal és alkalmazzuk a szó szótári magyarázatát, miszerint „a valóságban meg nem történt nagyszerű események, kitálat történet” [28]. A *Kopi Luwak kávéital eredete az indonéziai ködös homályba vész.*

Az említett alapos kémiai elemzések adatait szolgáltatottak a biosztatizált (azaz a luwak cibetmacska emésztőrendszerén át-

ment) kávébabok összetételéről, és ezeket összehasonlították a hagyományosan feldolgozott kávébabok összetételével. Mind ezek azonban nem, vagy nagyon részrehajlóan magyarázzák, illetve értelmezik a Kopi Luwak gasztronómiai különlegességét. Maradnának a szintén már megemlített, és megfelelő tudományos háttérrel elvégzett érzékszervi (kóstolási) vizsgálatok eredményei. Tényként kell azonban leszögezzük, hogy bármelyik, érzékszervre (hallás, tapintás, szaglás, ízlelés) alapozott tudományos vizsgálatot tekintjük, azok eredményeit messzemenően befolyásolhatják az egyéni emberi megítélések és az azokat befolyásoló mítoszok. Ezt két dolgozatunkban az ízlelés, illetve a hallás oldaláról már bemutattuk [29–30]. A második esetben [30] (hallás) azt is leszögeztük, hogy bár a vonatkozó mítoszrombolás létezhet, ennek ellenére a mítoszok fennmaradnak, de általánosan elfogadtatni nem lehet őket. Sajnos, ez jelen esetben is fennáll. Amerikai [15] és kanadai [19] kutatók kidolgozták az állat nélküli, Luwak-szerű, sokkal olcsóbb kávé előállítását, de azt magas áron forgalmazni nem lehet, mert a sznob fogyasztók ragaszkodnak a méregdrága és bizarr állati eredetű termékhez. Ez utóbbinak magyarázatát valószínűleg három újabb fogalom háttérben kell keresnünk. Ezek az exkluzivitás, a luxus és a reklám. Bizonyos, anyagilag jól szituált fogyasztói rétegek főleg Európában, az Egyesült Államokban és Japánban továbbra is vevőként szerepelnek a méregdrága Kopi Luwak luxuskávé piacán. Ehhez még a terméket előállítók rendkívül agresszív reklámhadjáratát is hozzájárul. Manapság a fejlett média és az Internet varázsserejének akkora a hatása az exkluzivitás, a luxusigények vonzerejére és a sznobizmusra, hogy eldöntheti a Kopi Luwak-szerű termék kereskedelmi és felhasználói sorsát.

Befejezésül jelen szerző már csak a közismert mondásra tud hivatkozni: „honni soit qui mal y pense” (rossz az, aki rosszra gondol).



IRODALOM

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Kopi_Luwak (utolsó hozzáférés: 2013. október 9.)
- [2] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Biotechnol%C3%B3gia> (utolsó hozzáférés: 2013. október 11.)
- [3] Sevela Béla, Biomérnöki műveletek és folyamatok, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2011.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bioreactor_principle.png (utolsó hozzáférés: 2013. október 11.)
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/chemostat> (utolsó hozzáférés: 2013. október 11.)
- [6] <http://www.ico.org/botanical.asp> (utolsó hozzáférés: 2013. október 28.)
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Economics_of_coffee (utolsó hozzáférés: 2013. október 28.)

- [8] [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coffee_Imported_per_Country_in_2005\(USDA\).v2.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coffee_Imported_per_Country_in_2005(USDA).v2.png) (utolsó hozzáférés: 2013. október 28.)
- [9] <http://www.erdekesvilag.hu/a-vilag-legdragabb-kaveja-kopi-luwak/> (utolsó hozzáférés: 2013. október 8.)
- [10] <http://www.economist.com/blogs/prospero/2012/01/coffee-vietnam> (utolsó hozzáférés: 2013. október 8.)
- [11] K. Kleiner, *New Scientist*, 2004, October 16, 44.
- [12] S. Ponte, The 'LatteRevolution'? Regulation, Markets and Consumption in the Global Coffee Chain http://my.ewb.ca/site_media/static/attachments/threaded-comments_threadedcomment/42867/The%20Latte%20Revolution%20-%20Regulation%20markets%20and%20consumption%20in%20the%20global%20coffee%20chain.pdf (utolsó hozzáférés: 2013. november 8.)
- [13] http://www.imreblank.ch/ASIC_1991_14_117.pdf (utolsó hozzáférés: 2013. október 25.)
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Economics_of_coffee (utolsó hozzáférés: 2013. október 25.)
- [15] <http://www.nacsonline.com/Research/FactSheets/InStoreMerchandise/Pages/Coffee.aspx> (utolsó hozzáférés: 2013. november 8.)
- [16] http://www.fairtrade.net/fileadmin/user_upload/content/290310_EN_Price_and_Premium_table.pdf (utolsó hozzáférés: 2013. november 8.)
- [17] M. Mahendradatta, Zainal, Israyanti, A. B. Tawali, Comparison of chemical characteristics and sensory value between Luwak Coffee and original coffee from Arabica (Coffea arabica. L) and Robusta (Coffea canephora. L) varieties, The Pharmaceutical Affairs and Food Sanitation Council, 2012, 11, 14. <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2550/Meta%20Mahendradatta.pdf?sequence=1> (utolsó hozzáférés: 2013. október 29.)
- [18] E. Lamond, Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food, Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa
- [19] M. F. Marcone, Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian civet coffee, Food Research Internat. (2004) 37, 901.
- [20] U. Jumhawan, S. P. Putri, Yusianto, E. Marvani, T. Bamba, E. Fukusaki, Selection of discriminant markers for authentication of Asian palm civet coffee (Kopi Luwak): a metabolomics approach, J. Agricult. Food Chem. (2013) 61, 7994.
- [21] <http://en.wikipedia.org/wiki/Metabolomics> (utolsó hozzáférés: 2013. november 5.)
- [22] S. Wilund, E. Johansson, L. Sjostrom, E. J. Mellorowicz, U. Edlund, J. P. Shokor, J. Gottfries, T. Moritz, J. Trygg, Visualisation of GC/TOF-MS-based metabolomics data for identification of biochemically interesting compounds using OPLS class models, Anal. Chem. (2008) 80, 115.
- [23] V. G. Tusher, R. Tibshirani, G. Chu, Significance analysis of microarrays applied to the ionizing radiation response, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (2001) 98, 5116.
- [24] L. F. Marcone, Quality enhancement of coffee with acid and enzyme treatment. A thesis presented to the Graduate School of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master Science, University of Florida, 2007.
- [25] Patent application title: Quality enhancement of coffee beans by acid and enzyme treatment. Inventors: L. F. Marcone, M. O. Balaban, (PC8 Class, AA23F502F1) USPC Class: 426 45, Publication date: 2009-09-03, Patent application number: 20090220645
- [26] <http://www.reeis-usda.gov/web/crisprojectpages/0202321-quality-enhancement-of-coffeebeans-byacid-and-enzyme-treatment.html> (utolsó hozzáférés: 2013. november 5.)
- [27] <http://www.realkopiluwak.com/urban-myth/>
- [28] Bakos Ferenc, Idegen szavak és kifejezések szótára, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002.
- [29] Braun Tibor, Gasztronómiai íz-, illat-, és zamat-párosítások molekuláris háttere és lehetőségei, Magy. Kém. Lapja, megjelenés alatt.
- [30] Braun Tibor, Mítoszrombolás hegedűvel. A Stradivari hangszerek akusztikái, kémiai és biotechnológiai jellemzése, Magy. Kém. Lapja (2013) 68, 230.