

SZAKDOLGOZAT

Dr. Bene Erzsébet Krisztina SZAKDOLGOZAT

dr. Bene Erzsébet Krisztina

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Kávécseresznye – felhasználási lehetőségek

dr. Bene Erzsébet Krisztina

Budapest

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

**Szak neve: Csokoládé-, kávé-, teakészítő mester szakmérnök / szaktanácsadó szakirányú
továbbképzési szak**

Szakdolgozat készítés helye: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Hallgató: dr. Bene Erzsébet Krisztina

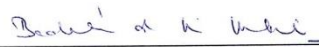
A szakdolgozat címe: Kávécseresznye – felhasználási lehetőségek

Konzulens: Badakné dr. Kerti Katalin

Beadás dátuma: 2023.05.02.


Badakné dr. Kerti Katalin
tanszékvezető


Badakné dr. Kerti Katalin
konzulens


Badakné dr. Kerti Katalin
szakfelelős

Tartalom

1. BEVEZETÉS.....	1
2. A MUNKA CÉLJA	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
3.1 A kávé, mint növény	4
3.2 A kávé feldolgozása	5
Száras eljárás.....	5
Nedves és semi-washed eljárás	6
Pörkölés – pörkölés során bekövetkező fizikai és kémiai változások	7
3.3 A cascara	12
Elnevezés.....	12
Történelmi adatok	13
Kémiai összetétel.....	13
3.4 A kávéfeldolgozás során keletkező „hulladékok” lehetséges felhasználása	17
Melléktermékek keletkezése	17
Pulp, husk.....	18
Ezüsthártya	21
Egyéb növényi részek.....	21
Kávészacc	22
3.5 Mérések elméleti háttere	22
Colorimetria	22
pH mérés	25
Érzékszervi vizsgálat.....	25
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	28
4.1 Felhasznált anyagok	28
4.2 Pörkölés.....	29
4.3 Kávéital készítése.....	29
4.4 Tömeg- és térfogatmérés.....	30
4.5 Hőmérséklet mérése	30
4.6 Színmérés	30
4.7 pH mérés	30
4.8 Érzékszervi vizsgálatok.....	30
Quantitative Descriptive Analysis (QDA)	30
Fogyasztói vizsgálat	31
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	32
5.1 Általános tapasztalatok.....	32
5.2 Tömeg- és térfogatmérés.....	33

5.3 Hőmérséklet mérése	36
5.4 Colorimetria	37
5.5 pH mérés	44
5.6 Érzékszervi vizsgálatok.....	45
QDA (Quantitative Descriptive Analysis).....	45
Fogyasztói vizsgálat	48
6.ÖSSZEFOGLALÁS	50

Dr. Bene Erzsébet Krisztina SZAKDOLGOZAT

1. BEVEZETÉS

A kávé köré épülő ipar a világ második legnagyobb üzlete az olajipar után. Ebből már egyértelművé válik, hogy a kávé és a hozzá kapcsolódó mezőgazdaság, ipar, szolgáltatások, kutatás milyen fontos szerepet tölt be a világ életében. Az Etiópiában őshonos növényt ma már a Ráktérítő és Baktérítő közötti területen több, mint 75 országban termesztik (Sipos et al., 2018). A világ kávé termelését 2016-ban 9,22 millió tonnára becsülték. A legnagyobb kávétermelő országok Brazília, Vietnam, Kolumbia, Indonézia és Etiópia. Ez az öt ország a világtermelés 68 %-át biztosítja.

A Rubiaceae családba, a *Coffea* nemzetségbe tartozó növények közül a *Coffea arabica*, ill. *Coffea canephora/robusta* magját használjuk a kávé készítéséhez. A két kávébab a kávécseresznyén belül helyezkedik el, melynek további alkotórészei a külső héj, a gyümölcsbőr, a pergamenhártya és az ezüsthártya. A kávécseresznye többlépcsős feldolgozáson megy keresztül, míg elkészül a háztartásokba is eljutó pörkölt kávé.

A feldolgozás során számos melléktermék, hulladék keletkezik, melyek potenciális veszélyt jelentenek a környezetre. A folyamatban évente legalább 25 millió t hulladék keletkezik, mely feldolgozása, lebontása jelentős terhet ró az iparra. Hulladékként jelenik meg a kávécseresznye kb. 45 %-át alkotó cascara (külső héj + gyümölcsbőr +/- pergamenhártya), az 1%-nyi tömeget képviselő ezüsthártya (Jaric et al., 2021), a pergamenhártya önmagában, az ital elkészítése után visszamaradó kávézacc, a kávénövény egyes részei (levél, virág), a feldolgozás során felhasznált víz. Néhány esetben ismerjük ezeknek tradicionális felhasználási módját (pl.: kávé levél tea, cascara tea), azonban így a keletkezett melléktermékeknek csak elenyésző mennyisége kerül feldolgozásra. Napjainkban számos kutatás próbál megoldást találni a problémára, mind a mezőgazdaság, mind az ipar, ill. az élelmiszeripar területén. Egyes kísérletek biztató eredménnyel zárultak, lehetséges felhasználási módokat bemutatva (pl.: komposztálás, gomba- és mikroorganizmusok számára táptalaj kialakítása, adszorbensként történő felhasználás, liszt-, teakészítés). Mindezek mellett a kávé iránti kereslet világszerte növekszik. Azonban a klímaváltozás következtében, ugyanúgy, ahogy tea esetében is, a kávécsersjék élettere beszűkül, megváltozik. Ennek következtében a jövőben a kávé termelés valószínűleg megtorpan, esetleg még csökkenni is fog, tehát nem tudja majd kielégíteni a növekvő igényeket. Ebben az időszakban jelenthet alternatívát a dolgozatban felvázolt elképzelés.

A cascarát megpörkölve és megőrölve próbáltunk létrehozni egy iható, inkább pörkölt kávéhoz, mint teához hasonló ízű italt. Vizsgálataink során elemeztük a cascarában a pörkölés hatására bekövetkező tömeg- és térfogatváltozásokat, megpróbáltuk mérésekkel objektívizálni a látott színeltéréseket, ill. kísérletet tettünk az elkészült italok ízprofiljának felállítására. Mérési eredményeinket a nemzetközi irodalomban fellelhető adatokkal igyekeztünk összevetni, azonban itt meg kell jegyezni, hogy olyan vizsgálatot, melyben pörkölt cascarát használtak alapanyagként, nem találtunk. Ennek megfelelően csak cascara teára, ill. pörkölt kávéra vonatkozó eredmények álltak rendelkezésünkre.

2. A MUNKA CÉLJA

Mint a bevezetőből is nyilvánvalóvá vált, a világ kávé termelése és fogyasztása hihetetlen méreteket öltött, és továbbra is növekvő tendenciát mutat. Ennek a későbbiekben az éghajlatváltozás, ill. ennek következtében a kávécserje életterének beszűkülése fog határt szabni. Addig azonban minden évben a kávéfeldolgozás során ugyanannyi „szemét” keletkezik, mint kávébab. A kávécseresznyéből származó cascara pörkölésével próbálnánk alternatív felhasználási lehetőséget keresni a keletkezett hulladék egy részének. A másik cél - a jövőre gondolva, amikor a termelt kávé mennyisége csökken, ezáltal a világ kávészükségletének kielégítése már nem lesz lehetséges -, egy a hagyományos kávéhoz nagyon hasonló (hiszen ugyanannak a növénynek más részéből állítjuk elő), ízben, aromában elfogadható „pótkávé” előállítása.

A dolgozat és a kísérletek rövidtávú célja egy iható ital létrehozása - melyet cascara pörkölésével, őrlésével és lefőzésével állítunk elő -, ill. annak vizsgálata, hogy a szárított kávécseresznye hogyan viselkedik az előállítás lépései során Irodalmi adatok alapján próbálunk választ kapni arra, hogy párhuzamba állíthatóak-e a folyamatok a kávébab feldolgozásának hasonló lépéseivel, ill. a pörkölés mennyiben változtatja meg a kávécseresznye tulajdonságait.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 A kávé, mint növény

A kávénövény a Rubiaceae (galajfélék) családba, a *Coffea* (kávé) nemzetségbe tartozó cserje, fa. A nemzetségbe több, mint 100 faj tartozik, azonban ezek közül csak néhány alkalmas emberi felhasználásra. A két legjelentősebb faj a *Coffea arabica*, ill. a *Coffea canephora/robusta*. A *C. arabica* a világ kávétermelésének kb. 59%-át adja, míg a fennmaradó 41% legnagyobb részét a robusta kávé teszi ki. A cserje őshazája Etiópia, azonban mára a Ráktérítő és a Baktérítő közötti területen már több, mint 75 országban termesztik. A növény megjelenése nagyon változatos, a cserjétől a 18-20 m magas fáig sokféle formában előfordulhat. Levelei sötétzöldek, fényesek. 3-4 éves korban fordul a növény termőre, megfelelő körülmények között akár több mint 40 évig is teremhet. Fehér illatos virágaiból alakul ki a termés, mely 9-11 hónap alatt érik meg, leggyakrabban piros színűre.



1.ábra: Kávécsereje (Internet 1.)

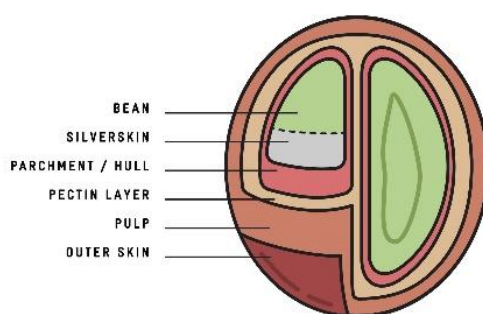


2.ábra: Kávénövény (saját kép)

A kávécsereje termése a kávécseresznye (angolul coffee cherry). A kávégyümölcs a hazai cseresznyéhez hasonlítható. Kívülről egy héj/exocarp (angolul skin) borítja, melyen belül található a magas cukortartalmú gyümölcshús, vagy mesocarp (angolul pulp). Ennek a belső rétege egy nyálkás, mucinosus rész. A következő réteg a pergamenhártya, vagy endocarp (angolul parchment). Ez alatt az ezüsthártya (angolul silver skin) borítja be a két darab magot (endosperm, angolul bean), melyből feldolgozás után a kávéital készül. Az ezüsthártya általában csak a pörkölés közben válik le a babokról.



3.ábra: Kávécseresznye (Internet 2.)



4.ábra: Kávécseresznye szerkezete (Internet 3.)

3.2 A kávé feldolgozása

Száraz eljárás

A kávé feldolgozása betakarítás után többféle módon lehetséges. A hagyományos eljárás a száraz eljárás. Ennek során a leszüretelt, érett, egész kávészemeket szétterítve a napon szárítják meg. A folyamat 10-12 napot vesz igénybe, közben a gyümölcsöt gyakran át kell forgatni. Cél a 10-12% nedvességtartalom elérése. Azokon a területeken alkalmazzák elsődlegesen, ahol nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű víz a mosott eljárás kivitelezéséhez. Leggyakrabban a robusta típusú kávék feldolgozása történik ezzel az

eljárással, azonban megfelelően kivitelezve alkalmas speciality kávék készítéséhez is. Jellemző a folyamatra, hogy fermentáció nem játszódik le a szárítás közben, azonban a gyümölcshús édes, gyümölcsös aromája később megjelenik a pörkölt kávéban. Az eljárás következtében a gyümölcs húsa megbarnul, kiszárad. További feldolgozás előtt a szemeket gépek segítségével lehántolják (Somogyi, 2018). Az így keletkezett mellékterméket az angol szakirodalom coffee husk-nak hívja.

Nedves és semi-washed eljárás

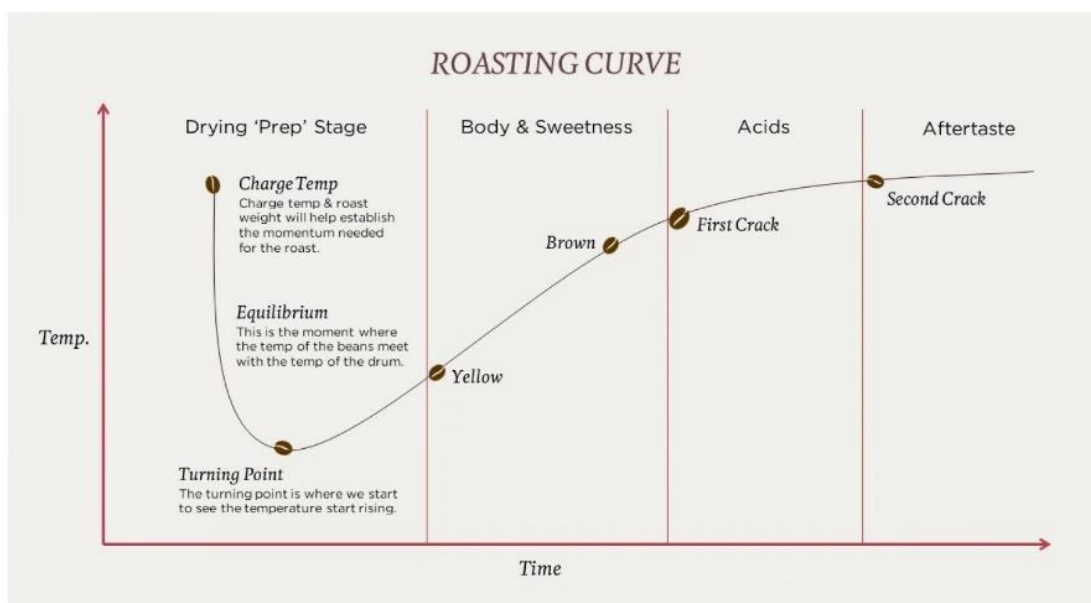
Nedves eljárást ott alkalmaznak, ahol megfelelő mennyiségű és minőségű víz áll rendelkezésre a folyamathoz. A kávécseresznyt először vízben úsztatják, ennek során lehetőség lesz szétválasztani az érett gyümölcsöt a szennyeződésektől, ill. az éretlen szemektől, mert ezek megjelennek a felülúszóban. Az úsztatás további haszna, hogy a cseresznyék jelentős mennyiségű vizet szívnak magukba, mely fellazítja a gyümölcshús szerkezetét, ezáltal megkönnyítve a pulp eltávolítást. A következő lépésben a gyümölcsök egy részleges depulpingon mennek keresztül speciális hántológépek segítségével. Ennek során ügyelnek rá, hogy a gyümölcshús belső mucinosus rétege a kávészemeken maradjon. A keletkezett „hulladék” a coffee pulp. Mindezek után a babokat 12-72 óráig fermentálják. A mikrobiológiai fermentáció során a nyálkaréteg fellazul, elbomlik, így az a folyamatot követően vízzel könnyen eltávolítható. Az így keletkezett kávé nevezik mosott kávénak, mely még tartalmazza a pergamenhéjat is. A babokat ezután természetes vagy mesterséges úton szárítják, 12 % nedvességtartalom eléréséig. Az így létrejött kávé a pergamenkávé. Az eljárás drága, ezért leginkább a minőségibb arabica fajták esetén alkalmazzák. Szállítás, további felhasználás előtt gépekkel lehántolják a kávészemekről a pergamenhéjat. Ezt a kávé hívják zöldkávének.

A félszáraz eljárás első két lépése megegyezik a mosott eljárás kezdő lépéseivel. Azonban ezt követően a babokat nem hagyják fermentálódni, hanem a szemeken maradt mucinosus réteggel együtt gondosan megszáritják a napon. A módszer előnye, hogy a feldolgozás vízigénye lényegesen kevesebb, ezáltal a folyamat olcsóbb, ill. a száraz eljáráshoz hasonlóan a gyümölcshús zamat anyagai bediffundálnak a babokba. További felhasználás előtt itt is szükséges egy hántolási lépés beiktatása. (Somogyi, 2018)

Pörkölés – pörkölés során bekövetkező fizikai és kémiai változások

A zöldkávé feldolgozásának következő lépése a pörkölés. A pörkölés során a babokat hosszabb ideig tartó magas hőhatásnak teszik ki, ami által jelentős fizikai és kémiai változások következnek be a kávéban. A pörkölés kávé esetében dobporkölőben történik a kávészemek folyamatos mozgatása közepette. A pörkölés négy szakaszra osztható:

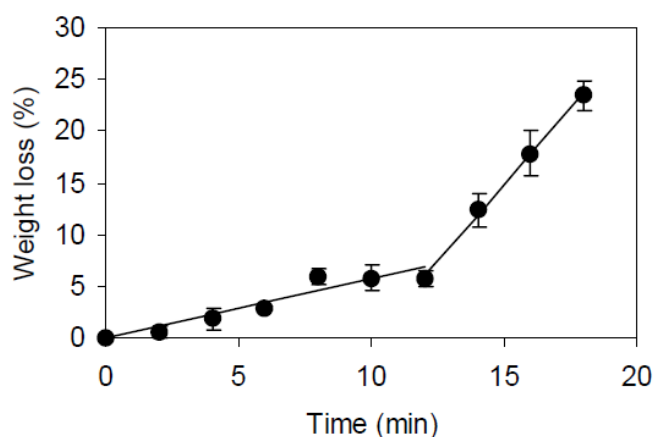
1. szakasz – a száradás szakasza, melyben a babok nedvességet veszítenek.
2. szakasz – a pörkölés megkezdésének szakasza, jellemző reakciója a Maillard reakció, melynek során a fő aroma- és színanyagok kialakulnak. Ebben a szakaszban a kávésszemek térfogatnövekedése jelentős. A szakasz az első reccsenésig tart, mely 160°C körül bekövetkező, szabad füllel is hallható hanghatás, mely a babokban keletkező gázok miatt kialakuló szövetroncsolódás következménye.
3. szakasz – a karamellizáció szakasza. A hőmérséklet további lassú emelkedése következtében megindul a karamellizáció, mely további szín-, és a növényre már nem jellemző aromaanyagok kialakulását eredményezi. A szakasz a második reccsenésig tart.
4. szakasz – pirolitikus szakasz, fekete színanyagok keletkeznek, az olajok a felszínre kerülnek.



5.ábra: Pörkölési görbe (Internet 4.)

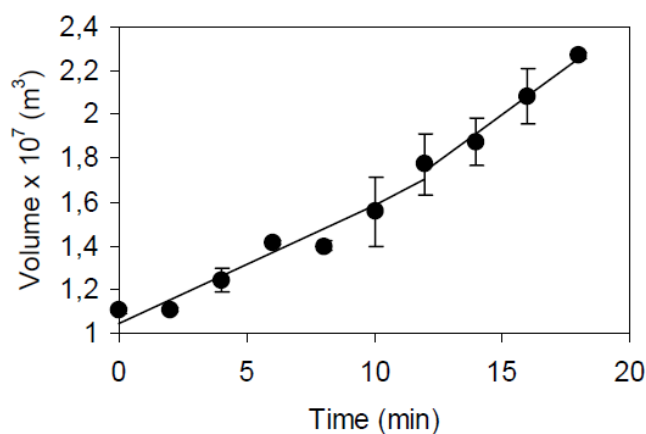
A pörkölés során végbemenő változások:

- tömegcsökkenés (18-23%),



6.ábra: Tömegvesztés a pörkölés során (Rodrigues et al. nyomán, 2002)

- gázképződés (CO₂ 87%, CO 7,3%, N₂ 5,3%, egyéb 0,4 %),
- 40-60 % térfogattömegnövekedés,



7.ábra: A kávébabok átlagos térfogatának változása a pörkölési idő függvényében (Rodrigues et al nyomán, 2002)

- vízvesztés,
- aroma anyagok és illó komponensek kialakulása,
- keserű íz kialakulása,
- savasság csökkenése,
- a szemek színe sötétedik,
- a szemek porózussá, törékennyé válnak. (Somogyi, 2018 és Sipos et al., 2018).

Pittia és munkatársai (2001) igazolták, hogy a pörkölt kávészemek összetöréséhez szükséges erő lényegesen kisebb, mint zöldkávét esetén. Ennek jelentősége az őrlés során

van: míg a zöldkáv é őrléséhez nagy erő és energiabefektetés szükséges, addig a pörkölt kávészemeket könnyű összeroppantani.

A pörkölés során jelentős kémiai változások következnek be, ekkor alakulnak ki a jellegzetes íz- és aromaanyagok.

- A diterpének (kafestrol, kaweol) mennyisége csökken a pörkölési idő függvényében. A kávéitalban mérhető mennyiségük jelentősen függ az elkészítés módjától is.

- A kávébabban található koffein relatív hőstabil vegyület, ezért a pörkölés során mennyisége csak kis mértékben csökken. Az italban jelenlévő koffein mennyisége nagy mértékben függ az őrlés és az elkészítés módjától, ill. a kávé fajtájától (robusta kávénak magasabb a kiindulási koffein tartalma).

- A fehérjék a kávé szárazanyagtartalmának kb. 8,5-12%-át alkotják. A pörkölés során mennyiségük kb. 21%-kal csökken, mivel a Maillard reakcióban részt vesznek.

- A kávébab fő aminosavai a glutaminsav, a prolin, az alanin, az aszparagin és az aszparaginsav. Pörkölés után elenyésző mennyiségben találhatóak meg a kávéban, mivel a Maillard reakció fő komponenseit képezik.

- A kávé trigonellin tartalma teljesen degradálódik a pörkölés hatására.

- A klorogénsavak a kávé szárazanyagtartalmának 6-12% alkotják. Számos pozitív élettani hatást tulajdonítanak ezeknek a vegyületeknek: antioxidánsok, anticarcinogének, szerepük lehet a testsúlycsökkentésben, és pozitív irányban befolyásolják a szervezet glükóz metabolizmusát. Antimikrobás hatásuknak köszönhetően a kávénövény ellenálló vírusoknak, baktériumoknak és gombáknak. Azonban pörkölés során mennyiségük jelentősen csökken: világos-közepes pörkölés esetén a kiindulási mennyiség kb. 60 %-a lebomlik, sötétre pörkölt kávéban lényegében teljesen degradálódik. Feltételezhető, hogy a vegyületek egy része részt vesz a Maillard reakcióban is.

- A szénhidrátok a kiinduló vegyületei a Maillard reakciónak és a karamellizációnak is, így nem meglepő, hogy mind a poliszacharidok, mind az egyszerű cukrok mennyisége jelentős csökkenést mutat a pörkölés során.

- A Maillard reakció végtermékei a melanoidinek. Ezek a barna színű, heterogén polimerek a pörkölt kávé szárazanyagtartalmának kb. 23 %-át alkotják. A melanoidinek felelősek a barna szín, valamint az íz-és aroma kialakításáért.

- A pörkölés során számos illékony aromavegyület is kialakul. Napjainkig több mint 850 illékony aroma vegyületet azonosítottak, ebből kb. 28 játszik kiemelten fontos szerepet

a kávéaroma alkotásában. Az aromaprofil függ többek között a kávé fajtájától, a termőterülettől, a pörkölési paraméterektől. (Wang és Lim, 2015).

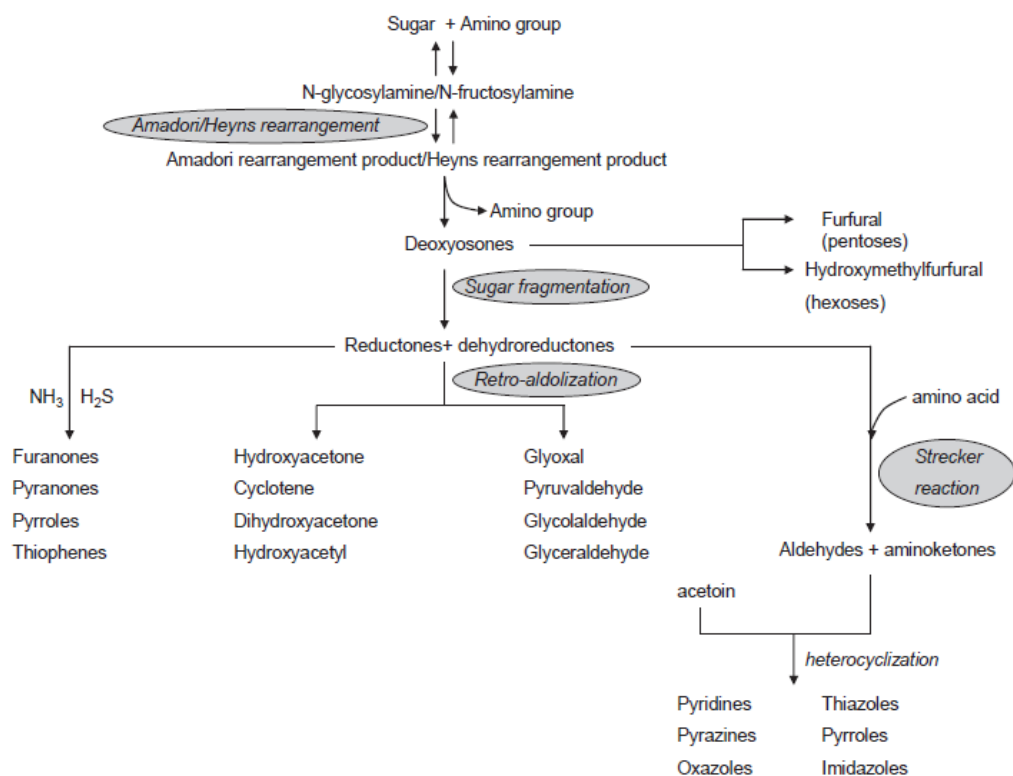
A pörkölés során lejátszódó két legfontosabb reakció a Maillard reakció és a karamellizáció. Mindkettő nem enzimátikus barnulási folyamat, melyben szín- és ízanyagok keletkeznek.

• A Maillard reakció alacsonyabb hőmérsékleten (130-160°C), víz jelenlétében végbemenő folyamat. Kiinduló lépésként egy egyszerű cukor karbonil-csoportja lép reakcióba egy aminosav szabad amino-csoportjával, N-szubsztituált-glikozilamin keletkezik a folyamat során. A reakció következő lépésében a keletkezett instabil vegyület az Amadori-Heyns átrendeződésen megy keresztül, melynek eredménye a ketózaminoknak nevezett vegyületcsoport. Ezek a reakció második fázisában három különböző úton alakulhatnak tovább:

1. Vízkilépéssel reduktonok, ill. dehidro-reduktonok alakulnak ki.
2. Schiff bázis/furfural úton, vízkilépés közben újabb aminosavval lépnek reakcióba.
3. Stecker degeneráció folyamán újabb aminosavakkal reagálva aldehidekké és aldolokká alakulnak, rövid szénláncú bomlástermékeket (pl.: diacetil, acetol, piruvaldehid) hozva létre.

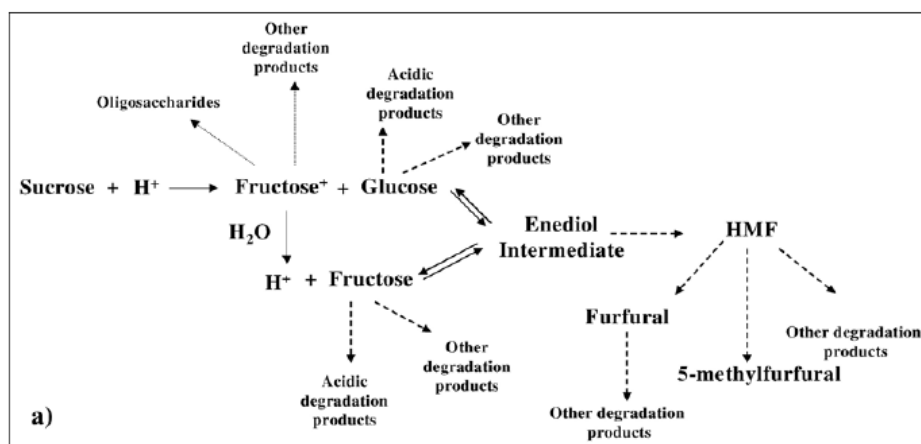
A folyamat harmadik szakaszában polimerek és kopolimerek jönnek létre, ezeket nevezzük melanoidineknak. A reakció számos még ismeretlen folyamatot és vegyületet foglal magában (Somogyi, 2018). A kialakult vegyületek típusa, összetétele, a reakció sebessége és intenzitása nagy mértékben függ a hőmérséklettől, a pH-tól, ill. a kiindulási reagensektől (a kiindulási cukor, ill. aminosav vagy protein típusától), a víztartalomtól (Boekel, 2006 és Baltes, 1981).

A Maillard reakció során keletkező fontos, egészségre ártalmas, potenciálisan carcinogén végtermék az akrilamid. A pörkölt kávéban a megengedett mennyisége 450 µg/kg, instant kávéban határértéke 900 µg/kg. Iriondo-DeHond és munkatársai (2020) kimutatták, hogy már a pulp szárítása során is lejátszódik a Maillard reakció, és a végtermékben mérhető mennyiségű melanoidin található. Akrilamidot a vizsgálat során nem tudtak kimutatni, csak az általuk instantizált formában.



8.ábra: Maillard reakció (Boekel, 2006)

• A karamellizáció magas hőmérsékleten lejátszódó barnulási folyamat, melynek reakcióihoz nem szükséges víz jelenléte. Hő hatására a cukrok oxidáción mennek keresztül, majd fragmentáció, izomerizáció és polimerizáció következtében alakulnak ki a végtermékek. A kis molekulású vegyületek (furanok – pl. furfural, 5-hydroxymethyl-furfural; furanonok; pyronok; karbociklikus vegyületek) felelősek az aroma kialakításáért, míg a polimerek (karamellánok, karamellének, karamellinek) a színért felelősek. A Maillard reakcióhoz hasonlóan a folyamat számos lépése még ismeretlen. A reakciót tovább bonyolítja, hogy az élelmiszerekben egyszerre többfajta cukor is megtalálható, mely részt vehet a karamellizációban, ezáltal befolyásolva a keletkező aroma- és színanyagokat. Élelmiszerekben leggyakrabban a fruktóz karamellizációja következik be, mert ebben az esetben játszódik le a folyamat a legalacsonyabb hőmérsékleten. A Maillard reakciótól eltérően a jelenlévő víz mennyisége nem befolyásolja a reakció alakulását, viszont a hőmérséklettől való függés itt is kimutatható. (Somogyi, 2018; Kroh, 1994 és Quintas et al., 2007)



9.ábra: A szacharóz karamellizációja (Quintas et al. nyomán, 2007)

3.3 A cascara

Elnevezés

A kávé feldolgozása során több különböző melléktermék keletkezik. Jelenleg nem mindegyik rendelkezik magyar elnevezéssel, ezért ezekben az esetekben az angolnyelvű irodalom kifejezéseit fogjuk használni. A keletkezett hulladék fajtája függ a feldolgozás módjától is. A hagyományos, száraz eljárás mellékterméke a coffee husk, mely magába foglalja a héjat, a gyümölcshúst és a pergamenhártyát is. A husk a száraz cseresznye tömegének kb. 12%-át teszi ki. (Blinová et al., 2017). Ez már száraz formában kerül lehántolásra a kávészemekről. A nedves eljárás során keletkezik a coffee pulp, melyet a külső héj és a gyümölcshús alkot, a nyálkás belső réteget már nem tartalmazza. Ez még további szárítást igényel, mely hagyományosan napon történik kb. 21 napig. A pulp a cseresznyének kb. 29%-a. (Blinová et al., 2017). A cascara elnevezés nem egységes az irodalomban. Eckhardt és munkatársai (2022) szerint a cascara szóval tipikusan a kávébabokat burkoló, keserű-édes, egyedülálló ízeket hordozó réteget írjuk le. Az EFSA (European Food Safety Authority) 2021. évi állásfoglalása szerint, melyben emberi fogyasztásra biztonságosnak minősíti a kávécseresznyéből készült italt, cascarának nevezi mind a pulp-ot, mind a husk-ot. DePaula és munkacsoportja szerint a cascara vagy a the hull elnevezés a héjat és a gyümölcshúst takarja (vagyis a nedves eljárásban keletkező coffee pulp-ot). Heeger és munkatársai (2017) tanulmányában a cascara, mint a kávécseresznyéből készült ital, tea szerepel. Az elkészített italt cascarán kívül nevezik még kávécseresznye teának, sultana-nak, qishr-nek és buno-nak is (Arpi et al., 2021).

Történelmi adatok

A cascarából forró víz segítségével hosszú idő óta készítenek italt a világ különböző pontjain: Etiópiában hashara néven, Jemenben az italt qishr-nek hívják. (Eckhardt et al., 2022). Ezekben az országokban a szárított pulp-ot sör készítéséhez is felhasználják, ill. a teát gyömbérrel, fahéjjal, és szerecsendióval ízesítik (ekkor nevezik hashara-nak) (Arpi et al., 2021). DePaula és munkatársai (2022) a felsorolást kibővítik: a teát gyógyhatású italként használják, de nem csak a fent említett országokban, hanem Bolíviában (sultana), El Salvadorban és Kolumbiában (cascara) is. Az EFSA feljegyzésében a jemeni qishr készítéséhez a husk-ot megpörköltetik, ill. a fent felsorolt fűszereken kívül szegfűszeget is használhatnak ízesítésre. Az etióp ital előfordul bunno néven is, és adhatnak hozzá tejet is. Európából is vannak feljegyzések a kávénövény egyes részeinek felhasználására. Nicolas de Bois-Regard Andry (1658-1742), orvos, a Collège du Roi professzora, „á la sultane coffee” néven készített italt a husk-ból. Neumann 1735-ben megjelent könyvében írt a „Café á la Sultane” vagy „Sultanin Café” készítéséről. Egy másik részletes leírás 1756-ból származik a Naturforschende Gesellschaft zu Danzig (Danzig Research Society) által. Eszerint a magok eltávolítása után a cseresznyét serpenyőben megszáritották (de nem pörkölték!), majd forró vízzel felöntötték és forralták. Színében a teához hasonló italt kaptak (Klingel et al., 2020).

Érdekességgént megemlítenénk, hogy a kávé levéléből készült teát dokumentáltan fogyasztották a 19. századi Angliában, és árulták a pörkölt kávé leveleket, mint tea alapanyagot is. A kávénövény leveléből hosszú idő óta készítenek teát Szumátrán, Etiópiában, Jamaikán, Indiában, Jáván és Szudánban. Számos elnevezésük létezik: kahwa daun vagy kawa Szumátrán, giser Jemenben, kuti, jeno vagy jenuai Etiópiában. A szedést követően a leveleket különböző módon dolgozzák fel: gőzölik, sodorják, szárítják, fermentálják, esetenként pörkölik. A teát leggyakrabban vízzel készítik el (Klingel et al., 2020).

Kémiai összetétel

Kémiai összetétel szempontjából külön kell beszélni az alapanyagról, ill. az italról.

A kávécsereznye összetételét a különböző szerzők különböző értékekben adják meg. Ezt foglalja össze a következő táblázat:

1.táblázat: Kávécseresznye kémiai összetétele az egyes szerzők szerint

	Heeger et al., 2017	Delgado et al., 2019	Arpi et al., 2021
víz (%)			84,2
szénhidrát (%)	50		35-50
redukáló cukrok (%)		12,4	4,1
fehérje (%)	10	9-11	5,2-10
lipid (%)	2,5	2-17	2,5
koffein (%)	1,3	1,3	1,3
cellulóz (%)		13-27	
pektin (%)		6,5	
tanninok (%)		4,5	
nitrogént nem tartalmazó vegyületek (%)		57-63	
rostok (%)			20-30,8
ásványi anyagok (%)			3-10,7
fenolos vegyületek	számszerű adatot nem ad meg	számszerű adatot nem ad meg	számszerű adatot nem ad meg

Delgado és munkatársai (2019) egyetértenek Heeger munkacsoportjával abban, hogy az összetételt jelentősen befolyásolják a kávénövény fajtája, ill. a termesztési körülmények. Sholichah és munkatársai (2021) a kávé termésének koffeintartalmát a következőkben adják meg: az egész arabica kávécsereznye tartalma 1,3-5,2 mg/g, a kávébaboké 1,3-5,4 mg/g, míg a husk-é 1-1,3 mg/g. Természetesen a robusta kávék koffeintartalma ennél magasabb. Tanulmányukban különböző mikrobákkal fermentált cascarát vizsgáltak, és azt találták, hogy a természetes módon erjesztett kávécsereznye koffeintartalma alacsonyabb volt, mint a *Lactobacillus plantarum* vagy a *Saccharomyces cerevisiae* használata esetén. Ezt azzal magyarázták, hogy a mintában jelen lévő vegyes mikrobák pektinolitikus és proteolitikus enzimeket termelnek, mely lehetővé teszi számukra a koffein hidrolízisét és degradációját. A fenolos komponensek négy nagyobb csoportját azonosították a kávécsereznyében:

flavan-3-olok, hidroxi-fahéjsavak, flavonolok és anthocianidok. A legnagyobb mennyiségben előforduló fenolos komponens a klorogénsav. (Heeger et al., 2017 és Delgado et al., 2019). A pulpban a klorogénsav tartalom függ attól, hogy *C. arabica* vagy *C. canephora* cseresznyéből származik-e. Ugyanúgy, ahogy a kávé esetében is, a pulpról is elmondható, hogy a robusta típusban magasabb a klorogénsavak mennyisége, mint az arabicákban. A kávébabhoz viszonyítva azonban jelentősen kevesebb található a pulpban. (Clifford, 1991). A gyümölcshúsban található még galluszsav és rutin is. A pulpban található cianadin-3-rutinozid jelentős antioxidáns, anticarcinogén, antiinflammatorikus és hypoglikémia ellenes hatással bír. (Thaiphanit et al., 2020). A cseresznyében található fenolos vegyületek mennyiségét számos tényező befolyásolja: a feldolgozási mód, a termesztési paraméterek (tengerszint feletti magasság; éghajlati viszonyok – hőmérséklet, páratartalom, csapadék mennyisége; talaj minősége; mezőgazdasági technikák) és a szüret ideje (Heeger et al., 2017). A fenolos vegyületek tehetők felelőssé a cascara antioxidáns tulajdonságáért. Delgado és munkacsoportja (2019) kimutatta, hogy a FRAP (ferric reducing antioxidant power – vas ion redukálásán keresztül kimutatható antioxidáns hatás) vizsgálat a flavonoid tartalommal, míg az ORAC (oxygen radical absorbance capacity – oxigén gyökfogó kapacitás) a tanninok mennyiségével mutat szoros összefüggést.

Oliveira és Franca (2015) külön eredményeket közöltek a coffee husk és a coffee pulp összetételére vonatkozóan:

2.táblázat: A coffee husk és a coffee pulp kémiai összetevői (g/100 g száraz anyag) (Oliveira és Franca nyomán, 2015)

	Coffee Husk (száraz eljárás)	Coffee pulp (nedves eljárás)
Fehérje	8-11	4-12
Lipid	0,5-3	1-2
Ásványi anyagok	3-7	6-10
Szénhidrátok	58-85	45-89
Koffein	kb. 1	kb. 1
Tanninok	kb. 5	1-9

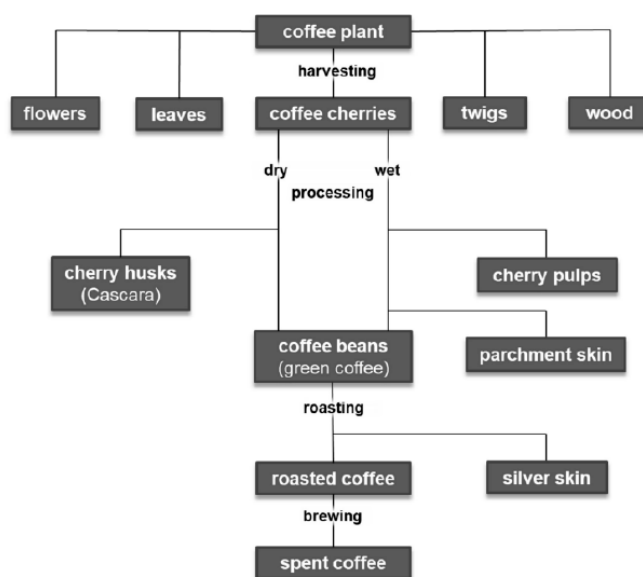
Szintén Oliveira és Franca (2015) a husk nedvességtartalmát 7-18% közé teszik, míg szerintük a pulp kezdeti 75% körüli nedvességtartalma a szárítás folyamán kb. 13%-ra csökken.

A cascara tea koffeintartalma megegyezik az átlag fekete tea koffeintartalmával, de mennyisége nagymértékben függ a kávénövény tulajdonságaitól és a termesztés körülményeitől (Heeger et al., 2017). Delgado és társai (2019) szintén alátámasztják azt, hogy a kávécseresznye tea koffeintartalma alacsonyabb a hagyományos kávéénál, azonban ők a koffeinmentesített kávé koffeintartalmával tartják összehasonlíthatónak. Arpi és munkatársai (2021) összefüggést találtak a pulp feldolgozás előtti tárolása és az elkészített ital koffeintartalma között. Eredményeik szerint minél hosszabb a tárolási idő, annál kevesebb a koffein mennyisége. Ennek hátterében az lehetséges, hogy a hosszan tárolt gyümölcsben megindul a fermentáció és 12-36 óra után megkezdődik a koffein degradációja. Klingel és munkatársai (2020) szerint a cascarafőzet 226 mg/l koffeint tartalmaz. A víz hőmérséklete és az áztatási idő jelentős mértékben befolyásolja a tea koffein tartalmát: minél forróbb a víz, ill. minél hosszabb ideig ázik a cascara a vízben, a koffein koncentrációja annál magasabb. ((Eckhardt et al., 2022) Az ital esetében is a domináns fenolos komponens a klorogénsav, csekély mennyiségben itt is megtalálható a galluszsav és a rutin is. A fenolos vegyületek előfordulása jelentős mértékben függ az ital elkészítési módjától. (Heeger et al., 2017). Bár az irodalomban számos adat fellelhető arról, hogy a hőmérséklet növelésével nő az oldhatóság, az oldószer diffúziója és a dilúciós együttható, de nem szabad elfelejteni, hogy bizonyos hőfok felett egyes vegyületek degradálódhatnak. Az összes fenoltartalom 50 és 70°C között egyértelmű csökkenést mutat. Ebből Delgado munkatársaival (2019) arra következtetett, hogy a kávécseresznyében található fenolos vegyületek thermolabilisak. Ennek megfelelően a hő felhasználásával történő szárítás során a pulp veszít fenoltartalmából, míg a liofilizálás tökéletesen megőrzi a fenolos komponenseket. A fenolos komponensek mennyiségének csökkenése ellenére a cascara tea is jelentős antioxidáns tulajdonságokkal bír, tehát valószínűleg nem csak a cseresznyében jelenlévő fenolok felelősek ennek kialakulásáért. (Delgado et al., 2019). Thaiphani munkacsoportja (2020) szintén szignifikánsan alacsonyabb összes fenoltartalmat és antioxidáns kapacitást detektált a 90°C-nál magasabb hőmérsékleten végzett extrakció esetén. Delgado és munkatársai (2019) szerint a cascara italban mért fenoltartalom kevesebb, mint a hagyományos kávéban detektálható. Mivel a tanninok adják a kávé keserűségét, nyersességét, valamint kiváló antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek, érdemes róluk említést tenni. A cascara ital tannintartalma megegyezik a közepes pörkölésű (5-7 perc)

gabona pótkávékban található tannin mennyiségével (Delgado et al., 2019). A tanninok összefüggésbe hozhatóak a tea színével is: a sötétebb szín esetén alacsonyabb tannin koncentráció figyelhető meg. A nedves eljárással feldolgozott kávécseresznyéből készült ital tannintartalma alacsonyabb, mivel a vegyületek a feldolgozás során felhasznált vízbe kioldódnak. (Arpi et al., 2021).

3.4 A kávéfeldolgozás során keletkező „hulladékok” lehetséges felhasználása

Melléktermékek keletkezése



10.ábra: Kávéfeldolgozás során keletkező melléktermékek (Klingel et al., 2020)

A kávé gyártás során nagy mennyiségű mezőgazdasági hulladék keletkezik, a feldolgozás módjától függően a teljes kávé termelés 30-50 %-a. A zöldkávé mindössze 50-55 %-át adja a kávécseresznye tömegének. (Oliveira és Franca, 2015).

A száraz eljárás során a szárítást követően a cseresznyét meghántolják, ekkor keletkezik a coffee husk, mely magába foglalja a külső héjat, a gyümölcshúst és a pergamenhártyát is. A husk tömege kb. 12 %-a a szárított kávécseresznye tömegének. (Murthy et al., 2012) Más aspektusból nézve kb. 0,18 t husk termelődik 1 t friss kávécseresznyéből, és ebből kb. 150-200 kg zöldkávé lesz. (Blinová et al., 2017)

A nedves feldolgozás során az úsztatást, válogatást követi a pulp eltávolítása. Az itt keletkező hulladék a coffee pulp, mely tartalmazza a külső héjat és a gyümölcshús külső részét. Ezt felhasználás előtt leggyakrabban megszárazítják. Irodalmi adatok szerint minden 2

t érett kávécseresznyéből kb. 1 t zöldkávét és 1 t pulp keletkezik. (Murthy et al., 2012). A pulp az egész cseresznye száraz tömegének 29 %-a (Blinová et al., 2017). A kávé további feldolgozáson esik át: fermentálják, majd a szemekről eltávolítják a mucinosus réteget. Ezután hántolják, ennek során keletkezik a következő melléktermék, a pergamenhéj.

Az ezüsthártya kb. 4 %-át teszi ki a zöldkávét tömegének. (Blinová et al., 2017) Ez a pörkölés hulladéka, melyet a pörkölési folyamat után távolítanak csak el a szemekről.

A pörkölt kávéból a háztartásokban kávéitalt, az iparban instant kávé készítenek. Mindkét folyamat végén nagy mennyiségű zacc keletkezik. Számokban kifejezve: minden tonna zöldkávét után kb. 650 kg kávézacc termelődik (Murthy et al., 2012), ez évente 6000000 t nedves kávézaccot jelent világszerte (Klingel et al., 2020).

Pulp, husk

A kávécseresznye felhasználható számos módon, mind az élelmiszeriparban, mind a mezőgazdaságban, mind az iparban. A problémát azonban az okozza, hogy a legtöbb felhasználási lehetőség megfelelő előkezelést (pl. koffeinmentesítést) tesz szükségessé, mely jelentős költségnövekedést okoz. A kávé melléktermékekben található „toxikus” anyagok semlegesítése történhet forró vízzel történő kezeléssel, mikrobiológiai biodegradációval, ill. aerob fermentáció során (Murthy et al., 2012)

1. Mezőgazdasági felhasználás:

• Takarmányozás

A kávécseresznye csak kiegészítő táplálásra használható, mivel koffein és tannin tartalma csökkentheti az állatok étvágyát. Szarvasmarháknál a maximális mennyiség 30-40 %, sertések 5-10 %-ot tolerálnak, juhoknak kukorica mellé legfeljebb 25 %-ban adható. Halaknál a tolerálható mennyiség függ hal fajtájától, ill. a táp típusától. (Oliveira és Franca, 2015). Az irodalomban előfordul még utalás egyéb állatoknál történő felhasználásra is: csirkék, lovak, nyulak. (Oliveira és Franca, 2015; Murthy et al., 2012)

• Szerves trágya

A kávécseresznye gazdag káliumban és egyéb ásványi anyagokban, ezért szerves trágyának felhasználható, mind kezeletlenül, mind pedig előkészítést követően. (Oliveira és Franca, 2015)

• Komposztálás és vermikomposztálás

A cascara kontrollálatlan körülmények között történő komposztálásának számos kellemetlen következménye lehet: legyek elszaporodása, rothadó szagok, termőtalajba

beszívargó vegyületek. Azonban ellenőrzött körülmények között történő komposztálás eredményeként jól használható talajjavító trágya készíthető a kávécseresznyéből. Tanulmányok szerint a husk alkalmas férgek általi komposztálásra is. (Oliveira és Franca, 2015)

- Fermentálás

Különböző baktériumtörzsek felhasználásával indukált fermentáció során az egyes baktériumok más-más enzimeket, vegyületeket képesek termelni. Coffee pulp felhasználásával leírtak már citromsav, galluszsav, bakteriális cellulóz, xylanáz, polifenol-oxidáz, tannáz, β -glikozidáz termelést is. (Oliveira és Franca, 2015; Klingel et al., 2020; Blinková et al., 2017)

- Gombatermesztés

A husk és a pulp is alkalmas lehet mikroszkópikus és egyéb, akár ehető gombák termesztésére (Oliveira és Franca, 2015; Blinková et al., 2017).

2. Ipari felhasználás:

- Bioüzemanyag gyártás

A cascara alkalmas lehet mind folyékony bioüzemanyag, mind etanol, mind pedig biogáz előállítására. Felhasználása további kutatásokat igényel pl. az üzemanyaggyártás melléktermékeként keletkező NO_x gázok mennyiségének csökkentése, vagy a husk biometanolizálással szembeni ellenállóképességének csökkentése érdekében. (Oliveira és Franca, 2015; Klingel et al., 2020; Blinková et al., 2017)

- Adsorbensek előállítása

A cascarából készített aktív szén kiválóan alkalmas a vízben lévő festékanyagok, pl. metilénkék megkötésére. A husk felhasználható nehézfémionok kiszűrésére folyadékokból. Összehasonlítva préselt cukornáddal, kókuszhéjjal, banánhéjjal és földimogyoró hüvellyel, azt találták, hogy a cascara rendelkezik a legmagasabb adszorpciós kapacitással (Oliveira és Franca, 2015; Blinková et al., 2017)

- Bioaktív komponensek előállítása

A kávécseresznye gazdag anthocianinokban. Ezek részben felhasználhatóak élelmiszerszínezékként, részben pedig antioxidáns tulajdonságaik révén élelmiszeradalékként. A kávécseresznye piros színéért a cianidin-3-rutinozid felelős. A klorogénsav a fő antioxidáns a kávéban. A koffein szintén kivonható a kávégyártás melléktermékeiből. Magas élelmirost tartalommal rendelkeznek, ezek további felhasználására is vannak lehetőségek. (Oliveira és Franca, 2015).

- Egyéb

Vannak kutatások a husk felhasználására forgácslapokban, amikor is a faanyag egy részét helyettesítik cascarával, ill. a kerámia ipar is foglalkozik azzal, hogy a husk-ot belekeverje az agyagba, ezáltal erősítve meg az anyag szerkezetét. (Oliveira és Franca, 2015) Blinová és munkatársai (2017) tesznek említést a cascara fűtő pelletként történő felhasználásáról.

3. Élelmiszeripari felhasználás:

- Liszt

A kávé cseresznye háromszor több fehérjét tartalmaz, mint a kelkáposzta és négyszer több rostot, mint a búza. Mindezek mellett gluténmentes. A lisztet a cseresznye szárítása után őrléssel állítják elő. Tekintettel arra, hogy melléktermékről van szó, az ültetés, a termesztés és a szüretelés nem jelent extra költséget az előállítás során. Mindezek mellett magas az antioxidáns tartalma, a kókuszliszthez mérten 42 %-kal több rostot és 84 %-kal kevesebb zsírt tartalmaz. Ízében inkább virágos, citrusos, pörkölt gyümölcsös, mint kávéra emlékeztető. Felhasználható brownie, granola, tészták, szószok készítéséhez. (Arya et al., 2021). Kenyér készítésekor megfigyelték, hogy a pékáru színe inkább a teljeskiőrlésű kenyérre emlékeztetett, több mint 5% koffeinmentes kávéliszt hozzáadása után a terméknek erőteljes földes utóíze lett, 10% bekeverése után pedig a tészta is nehezen kezelhetővé vált. Sütés után a kenyér sötétebb színű és sűrűbb állagú lett. A liszt pozitív hatását bizonyították a szénhidrát és zsírsavcserére, magas az antioxidáns és rosttartalma, ill. tartalmaz C-vitamint és vasat is. (Eckhardt et al., 2022).

- Lekvár (Eckhardt et al., 2022)

- Szörp, tea

- Zselé

- Gyümölcspüré

- Energiaital

A magas koffein- és tannintartalom miatt lesz alkalmas alapanyagként a cascara energiaitalok készítéséhez. (Blinková et al., 2017)

- Energia szeletek

A szárított cseresznyét leőrölve energia szeletek adalékaként használják fel. Mivel semmilyen kémiai eljárásnak nem vetik alá, teljes rost- és antioxidáns tartalma belekerül a termékbe. (Blinková et al., 2017)

Ezüsthártya

Az ezüsthártya a pörkölés során keletkező melléktermék. 60-80% diétás rostot tartalmaz, mely alkalmassá teszi az egészségtudatos táplálkozás jegyében készülő élelmiszerek alapanyagává. A fő alkotók a cellulóz, a hemicellulóz és a lignin mellett a xilóz, az arabinóz, a galaktóz és a mannóz. A rostok nagy része oldható. Szintén a magas rosttartalom miatt felhasználható lehet kekszek hozzávalójaként is. A husk-kal és a pulp-pal ellentétben az ezüsthártya tartalmaz a Maillard reakció során keletkező vegyületeket, melyek a pörkölés során alakulnak ki. A pörkölés során kialakult aromák és színanyagok miatt felhasználják természetes élelmiszer színezékként, ill. füst aroma készítéséhez is. Szintén tartalmaz koffeint (0,8-1,4 g/100 g) és antioxidáns vegyületeket is. (Klingel et al., 2020). Arya és munkacsoportja (2021) szerint antioxidáns kapacitása a fekete csokoládé, fűszerek és gyógynövények antioxidáns kapacitásával vetekszik. Pozitív antimikrobás hatással rendelkezik pl. *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* és *Staphylococcus aureus* ellen. Húsipari termékeknél megfigyelték tartósító hatását, csökkenti a színváltozást, a zsírsavak oxidációját, antimikrobás hatást fejt ki. Magas protein tartalma miatt alkalmazható kozmetikumok alkotóelemeiként, ill. használható táptalajként gomba és baktérium tenyészetekben. Bizonyított az ezüsthártya bélflórára kifejtett jótékony hatása, ezért prebiotikumként is alkalmazható lehet. (Arya et al., 2021; Blinková et al., 2017)

Egyéb növényi részek

A kávénövény virága szárítás után felhasználható gyógynövénytea készítésére. Magas összes fenoltartalom mellett a *C. canephora* virága 1 g/100 g száraz anyag koffeint és ugyanennyi trigonellint tartalmaz. (Klingel et al., 2020)

A levelekből, mint már korábban említettük, évszázadok óta készítenek teához hasonló főzetet. A termőterületek környékén, mint gyógynövényt használják a kávécserje levelét. Számos pozitív élettani hatása van: antioxidáns, gyulladáscsökkentő, antihypertenzív, rendelkezik baktérium és gombaölő hatással is. A friss levél 1,8 mg/g, az érett pedig 3,2 mg/g koffeint tartalmaz. Napjainkban számos egyéb felhasználási lehetőséget vizsgálnak: autó illatosító, arctisztító, dohány helyettesítő, állati takarmány, deodoráns, csomagolóanyag. (Klingel et al., 2020)

A pergamenhártya felhasználási lehetőségei is az érdeklődés középpontjába kerültek: igyekeznek kihasználni gombaellenes és antioxidáns hatását az élelmiszerekben.

Vércukorszint szabályozó és vérzsír szint csökkentő hatása miatt ígéretes alapanyaga lehet az alacsony kalória tartalmú élelmiszereknek. (Klingel et al., 2020)

Kávézacc

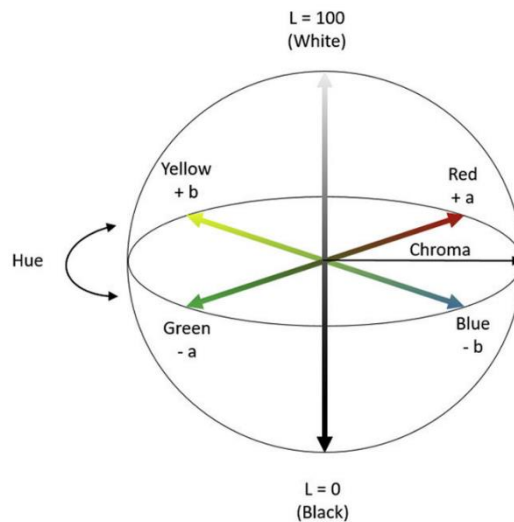
A kávé ital elkészítésével, ill. az iparban az instant kávé előállítása során hatalmas mennyiségű kávézacc keletkezik. Minden elkészült kg instant kávéra 2 kg nedves kávézaccal kell számolnunk. Lehet diétás rost forrása, alapanyag péksüteményekhez. A liszt előállításához a szárítást követően az olajokat ki kell vonni, majd sterilizálni kell a zaccot. Az így keletkező lisztnek magas a rosttartalma, proteinben gazdag és gluténmentes. Felhasználható péksüteményekhez, süteményekbe, kekszekhez, félkész termékekbe. Koffeintartalma értelemszerűen alacsonyabb a pörkölt kávé koffeintartalmánál (az ital készítése során jelentős mennyiségű koffein oldódik ki a kávéból). (Klingel et al., 2020). A kávézacc is felhasználható táptalajként különböző gombakultúrákban. Jelentős antioxidáns hatása és rosttartalma miatt alkalmazható funkcionális élelmiszerek alapanyagaként is. (Arya et al., 2021). Ezeken kívül Blinková és munkacsoportja (2017) említést tesz egyéb felhasználási lehetőségekről is: biodízel és bioetanol előállítás, fűtőpellet készítése, újrahasznosítható poharak gyártása, alkoholos italok készítése, nehézfémek és festékanyagok adszorpciója, gombatermesztéshez táptalaj előállítás, antioxidánsok és biológiailag aktív vegyületek gyártása a gyógyszer- és élelmiszeripar számára.

3.5 Mérések elméleti háttére

Colorimetria

Az élelmiszerek színvizsgálatára többféle módszer áll rendelkezésre. Mindegyik rendszer a színeket számszerűsíti, és egy koordináta síkban vagy rendszerben helyezi el. Az egyik általánosan és nem csak az élelmiszeriparban használt típus az RGB (red-green-blue).

Élelmiszerek estén azonban sokkal gyakrabban használt rendszer a CIE (Comission Internationale de l'Eclairage) 1976-ban kifejlesztett $L^*a^*b^*$ szisztémája. Ebben a rendszerben az L^* , az a^* és a b^* koordináták pozícionálják a színt egy három tengelyű koordináta rendszerben. Az L^* a fehér (+100) – fekete (0) színeket, vagyis a világosságot határozza meg, az a^* a piros (+120) és a zöld (-120) színekhez kapcsolható, míg a b^* tengelyen a sárga (+120), ill. a kék (-120) színt ábrázolják (Leme et al., 2019).



11.ábra: CIE L*a*b* színrendszer (Internet 5.)

A két minta színtér értékeinek különbségét kiszámíthatjuk, ezt ΔE^* -gal jelöljük. Kiszámítása a következő (Leme et al., 2019):

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

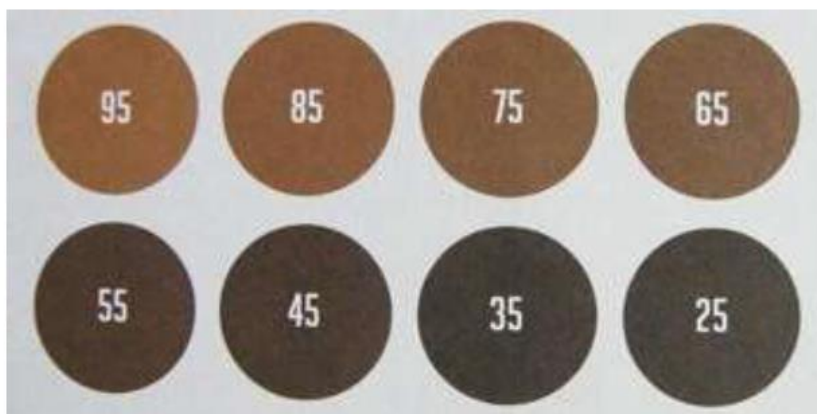
Ennek segítségével megmondhatjuk, hogy két szín között van-e látható különbség. Amennyiben ΔE^* értéke kisebb, mint 1,5, akkor a színek között nincs vizuálisan érzékelhető különbség, 1,5 és 3 között már érzékelhető a színeltérés, 3 és 6 között már jól látható, 6 felett pedig nagy különbség tapasztalható. Az irodalomban egyes szerzők az L^* érték mellett a H^0 (árnyalat) és a C^* (színtelítettség) értékeket használják, melyeket a mért a^* és b^* értékek felhasználásával lehet kiszámítani. (Celenk, 1993)

$$H^0 = \tan^{-1}(b^* / a^*)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

A mérőeszközök (coloriméter, spektrométer) azonban csak kevés és egységes minták mérésére használhatóak. Ennek kiküszöbölésére bonyolult számítógépes rendszereket fejlesztenek, melyek egyszerre mérnek az RGB rendszerben és a CIE rendszerében, és a kapott adatokat egymásnak megfeleltetik, átkonvertálják. (Leme et al., 2019; Markovic et al.; León et al., 2006).

A pörkölt kávé színének számszerűsítésére az AGTRON skálát használják leggyakrabban. A mérési eljárás a fényvisszaverésen alapul, ennek megfelelően mivel a sötétebb felület több fényt nyel el, a hozzá tartozó AGTRON szám kisebb lesz.



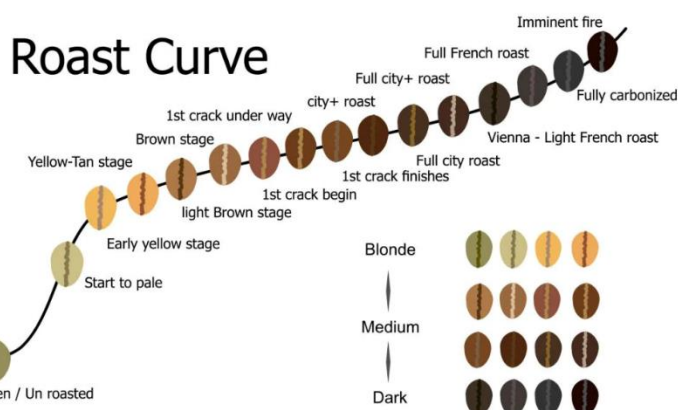
12.ábra: AGTRON színek (Somogyi, 2018)

Azonban mind a mai napig a kávépörkölés mértékét sok esetben vizuálisan határozzák meg. Szín alapján számos pörkölési fokozat létezik.

Az enyhe pörkölési fokozatok közé tartozik: light city, half city, New England, fahéj, hamburgi, bécsi

Közepes pörkölésű kávék: city, amerikai, breakfast, full city, francia

Az erősen pörkölt kávék típusai: high, New Orleans, continental, espresso, olasz



13.ábra: A kávé pörkölési fokozatai (Internet 6.)

Rodrigues és munkacsoportja (2002) CIE $L^*a^*b^*$ rendszerben színméréseket végeztek szemes és őrölt kávé pörkölés közben. Nem meglepő módon az L^* érték a pörkölés során csökkenést mutatott, mivel a karamellizáció és a Maillard reakció során a cukrok barna színanyagokká alakultak át. őrölt kávé esetén magasabb értékeket mértek. Tapasztalatuk szerint a pörkölés vége felé a babok színe egyre inkább egységessé vált. Robusta kávé esetén

a mérhető színváltozás kevésbé jelentős, valószínűleg a robusta kávé alacsonyabb cukortartalma miatt (Pittia et al., 2001).

Sholichah és munkatársai (2020) fermentált cascara italt vizsgálva azt találták, hogy a sárga színért felelős vegyületek az epikathekinek, míg a vörös színt a rutin, a β -karotin és az anthocianin okozzák. Méréseikben az L^* érték átlaga 28,22, az a^* értéke 2,59, a b^* értéke pedig 3,72.

pH mérés

Mind a kávébab, mind pedig a cascara számos savas vegyületet tartalmaz, melyek egy jelentős része az italkészítés során kioldódik, ezáltal a főzet pH-ját jelentősen befolyásolva. Kávé esetén az ital savasságát több tényező befolyásolhatja: a kávé alacsony pörköltégi szintje, túl savas kávéfajta, alacsony főzési hőmérséklet, az őrlemény durvasága, az ital készítéséhez használt víz pH-ja (Sipos et al., 2018).

Tarigan és munkatársai (2022) szerint a világosabbra pörkölt kávé pH értéke alacsonyabb, mint a sötét pörkölésű. Méréseik alapján a francia pörkölésű kávé pH-ja (6,09-6,18) magasabb, mint a zöldkávée (5,65-5,88), ill. a világos pörkölésű baboké (4,86-5,23).

Arpi és munkacsoportja (2021) cascara teák pH-ját vizsgálta. Eredményeik szerint az ital pH értéke 4,18-5,63 közé tehető, átlagosan 5,05. Megfigyelték, hogy a hosszú szárítási idővel készült cascara tea savanyúbb, több savas komponenst tartalmaz. Ennek oka lehet, hogy a hosszú szárítási folyamat során a 6. napot követően megindul a cukrok lebomlása, belőlük többek között tejsav, etanol, vajsav keletkezik. DePaula és társai (2022) szintén végeztek vizsgálatokat különböző területekről származó, száraz és nedves eljárással feldolgozott cascara főzeteken. Az extraktumok pH értéke 4,18 és 4,22 között helyezkedett el.

Érzékszervi vizsgálat

Mivel Európában a kávécseresznye és a belőle készült ital új élelmiszernek számít, fontosak lehetnek a későbbiekben az ezeken végzett érzékszervi vizsgálatok eredményei. A vizsgálatok típusa függ a vizsgálatban résztvevő személyek képzettségétől, a vizsgálatokkal megválaszolni kívánt kérdésektől, a rendelkezésre álló mintáktól, erőforrásoktól...stb.

Az egyik gyakran alkalmazott módszer, a fogyasztói kedveltségi vizsgálat, amikor arra keresik a választ, hogy egyes termékeket a fogyasztók mennyire kedvelnek, ill. utasítanak

el. A teszt legtöbbször vakteszt. A vizsgálat kritikus pontja a vizsgálók megfelelő száma (100 körül ideális), ill. a bevont alanyok reprezentativitása. A feltett kérdések kizárólag a termék/terméktulajdonság kedveltségére, esetleg vásárlási hajlandóságra vonatkoznak. Mivel a bírálók ebben a vizsgálatban laikusok, ezért a kérdések megfogalmazása, egyértelművé tétele nagyon fontos. A laikusok könnyen elfáradnak, ezért a minták számát úgy kell megválasztani, hogy ez ne történjen meg, az összes kérdésre tudjanak válaszolni.

Egy másik fontos vizsgálati módszer a profil analízis, vagy más néven QDA (Quantitative Descriptive Analysis). Ezt leggyakrabban szakértői csoportok alkalmazzák. A vizsgálat végén megtudható, hogy milyen érzékszervi tulajdonságokkal lehet leírni egy terméket, ill. azt, hogy ezek közül melyik dominál vagy van háttérben.

A vizsgálatok során a mintákat általában háromjegyű random számokkal kódolják, a bírálatok leggyakrabban vaktesztként történnek. A hivatalos vizsgálatokat szabványosított körülmények között, érzékszervi laboratóriumokban végzik. (Sipos et al., 2018).

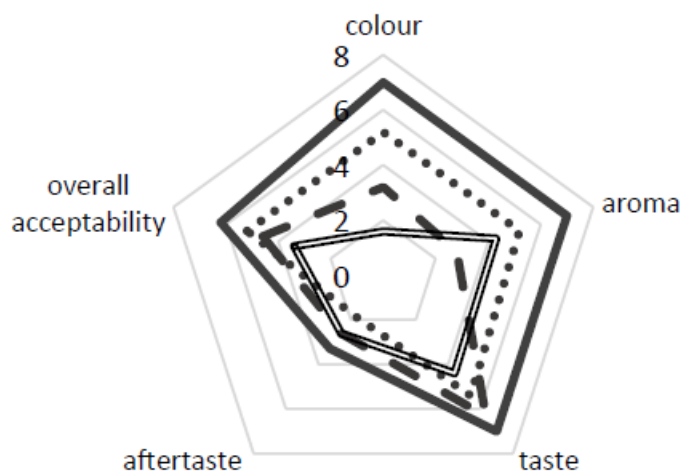
DePaula és munkatársai (2022) által végzett fogyasztói vizsgálat eredménye szerint a cascara tea potenciális fogyasztói a diplomás, 25-34 év közötti családös nők körében keresendők. Ezzel szemben a 18-24 éves, alacsonyabb végzettséggel rendelkező fiatalok csoportja nem fogékony az italra. Szintén ugyanezen munkacsoport elvégezte a teák profilanalízisét is. Megállapították, hogy a fermentált teák sokkal gazdagabbak aromákban, mint a nem fermentáltak. A cascara italok aromája, íze és zamata számos tényező függvénye: a genetika, a terroir, az időjárási tényezők, a feldolgozási mód, ezen belül a fermentáció; mind befolyásolja kialakulásukat. Riandini és munkatársai (2022) eredményeivel összehasonlítva DePaula és csapata jóval összetettebb és gazdagabb ízprofilt alkotott, azonban az alap ízekben és az azokért felelős aromavegyületek összetételében lényegében a két csoport hasonló eredményekre jutott.

Riandani munkacsoportjával (2022) cascara teák profilanalízisét végezte el három körös szakértői bírálat során. A domináns tulajdonságai az italoknak a megjelenésre és a szájbeli érzetre vonatkozóan a következők voltak: fényes, vízszerű, testes, hosszantartó, barna színű. Azt találták, hogy az arabica kávéból készült italok inkább gyümölcsös (tamarindusz, hibiszkusz, őszibarack, őszibarack, aszalt gyümölcs, virágos), míg a robusta származékok inkább virágos, fekete teához hasonló, ill. szényszerű aromával rendelkeztek. A kávéitalhoz hasonlóan az arabica cascara főzeteknek inkább savasabb, gyümölcsösebb friss íze van, szemben a robustából készült italok keserű, pörkölt ízével. Meglepő módon a vizsgálat során nem találtak szignifikáns korrelációt a koffeintartalom és a keserű íz között. Irodalmi adatok szerint a kávé keserű ízének kialakításában csak 10 %-ban felelős a koffein,

egyéb vegyületek (pl.: trigonellin, flavonolok, ferulasav, kávésav) is szerepet játszanak ezen íz létrejöttében. A citromsav felelős a cascara savanykás ízéért. A pH és a citrusos íz között negatív korreláció fedezhető fel. Hasonló az összefüggés a pH és a fanyarság között: a fanyar íz intenzitásának erősödésével a pH csökken. A fekete teához hasonló szájösszehúzás, fanyar ízjegyeket a tanninoknak és kathekineknek tulajdoníthatjuk. A fenolos komponensek számos íz kialakításáért felelősek, köztük többek között a fanyarság, a lime, a hibiszkusz, a virágos íz és a keserűség szerepel.

Jaric és csapata (2021) 10 képzetlen vizsgáló bevonásával végzett profilanalízist, összehasonlítva a pörkölt kávéból, a zöldkávéból, az ezüsthártyából és a cascarából készült italok főbb érzékszervi jellemzőit. Természetesen mind ízben, utóízben, mind színben, mind pedig aromában a pörkölt kávé érte el a legmagasabb kedveltséget. Ízben a pörkölt kávé után a cascara következett. Az általános kedveltség, elfogadás szempontjából is a pörkölt kávé lett a nyertes, hiszen a megszokott kávé tulajdonságait mutatta, emiatt a bírálókhoz közel állt minden tulajdonságában. Ezt követte az ezüsthártya tea, majd a cascara. A cascara főbb ízjegyeit ennek a vizsgálatnak a során a következőkben határozták meg: gyümölcsös, édes, citrusos, pörkölt mogyoróra emlékeztető.

— cascara silverskin — green — roasted



14.ábra: Érzékszervi tulajdonságok vizsgálata pörkölt kávéból, zöldkávéből, ezüsthártyából és cascarából készült italokban (Jaric et al., 2021)

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1 Felhasznált anyagok

A vizsgálatokhoz felhasznált cascara a Costa Ricán található magyar tulajdonú Finca Bányai Speciality Coffee Farmról (Régió: Costa Rica – Alajuela – Naranjo – Lourdes – Cirri Sur; tengerszint feletti magasság: 1530 m) származik. Coffea arabica Caturra variánsból készült mosott eljárással, hagyományos feldolgozással.

A kontrollként felhasznált kávé szintén a Bányai Farm terméke: Bányai Cirri Sur 22. A Coffea Arabicának Villasarchi fajta variánsa szolgáltatja az alapanyagot. Natural eljárást követően a szekszárdi Lucky Cap micro roasteryben pörkölték.



15.ábra: Vizsgálatokhoz felhasznált cascara (saját kép)



16.ábra: Vizsgálatainkhoz felhasznált cascara csomagolása (saját kép)



17.ábra: Vizsgálatainkhoz felhasznált kávé csomagolása (saját kép)

4.2 Pörkölés

A vizsgálathoz a cascara pörkölése három módszerrel történt: serpenyőben, sütőben, ill. sütőben sütőpapír alkalmazásával. 180°fokra előmelegített Hotpoint Ariston villanysütőben, légkeverésen zománcozott tepsiben pörköltük meg a cascarát, 3, 5, 8 és 10 perces időtartamokkal, sütőpapír nélkül, ill. annak alkalmazásával. Mindkét esetben a tepsit is előmelegítettük. A serpenyős pörköléshez Silvercrest márkájú dupla indukciós lap állt rendelkezésre, melynek max. teljesítménye 2000 W. A lap, ill. a teflon bevonatú serpenyő itt is előmelegítésre került, a főzőlap hőmérsékletét 180 fokra állítottuk. A pörkölés ebben az esetben folyamatos keverés mellett 3, 5, 8, ill. 10 percig történt. Mindhárom esetben a hűtést szobahőmérsékletű zománcozott tepsiben folyamatos mozgatással végeztük, elkerülve a cascara további spontán pörkölődését. Minden mintához 100 g natúr cascarát használtunk fel.

4.3 Kávéital készítése

A pörkölt cascarát Bosch elektromos késes kávédarálóval őröltük meg.

Az italt French press típusú kávéfőzőben készítettük el, 3 g pörkölt, őrölt cascarához 100 ml 92-95 fokos csapvizet adtunk hozzá, majd a kész italt 5 perc áztatás után öntöttük le. A mérésekhez felhasznált natúr cascara és kávé ugyanilyen módon lett elkészítve.

4.4 Tömeg- és térfogatmérés

A tömegméréshez Sencor SKS 32BL konyhai mérleg állt rendelkezésre, a térfogatmérést 500 ml-es, 10 ml-es beosztással rendelkező mérőpohárral kivitelettük.

4.5 Hőmérséklet mérése

A pörkölési hőmérséklet meghatározásához a serpenyőben történt pörkölés során TP101 digitális konyhai hőmérőt használtunk. A kiindulási hőmérséklet (0 perc) a serpenyő előmelegített hőmérséklete volt.

4.6 Színmérés

A színmérés adatainak gyűjtése Minolta cr310 spektrofotométerrel történt, megfelelő kalibrációt követően. Az adatokat $L^*a^*b^*$ rendszerben kaptuk meg. A méréseket mind por, mind pedig a fent leírt módszerrel készített ital formában minden mintán ötször végeztük el. A port a mérés előtt fehér háttérre helyeztük, a folyadék színmérése 60 mm átmérőjű üveg Petri csészében, szintén fehér háttér előtt történt, 20 ml folyadék felhasználásával.

4.7 pH mérés

A pH méréshez a folyadékokat szintén a 3g por/100ml folyadék arányban French press kávéfőzőben készítettük el. A mérést Testo 206-pH2 mérővel kivitelettük, minden mintát ötször vizsgálva. A folyadékok hőmérséklete a vizsgálatkor 52-60 fok között volt.

4.8 Érzékszervi vizsgálatok

Quantitative Descriptive Analysis (QDA)

A vizsgálatához Riandani és munkatársai (2022) által készített vizsgálat eredményeit vettük alapul: a cascara italban általuk meghatározott tulajdonságokat kerestük a saját vizsgálati anyagainkban. Az elemzés két körben történt: első alkalommal laikus kóstolók meghatározták az italban általuk fellelhető ízeket, aromákat; második alkalommal szintén laikus, de másik kóstolókkal meghatároztattuk 10 pontos skálán a korábban megállapított tulajdonságok erősségét. Tekintettel a magas mintaszámra, a vizsgálat második felében a

mintákat a pörkölés módja szerint három csoportba rendeztük és három különböző időpontban 4-4 mintát kóstoltattunk meg ugyanazokkal a vizsgálókkal. A kóstolást a vizsgálat menetének és az egyes jelölt ízek leírásának megbeszélésével kezdtük. A kóstolást követően lehetőség volt a mintákról rövid vélemény adására is. Mindegyik vizsgáló rendszeresen fogyaszt kávé. (Tekintettel arra, hogy laikus vizsgálók lettek bevonva a vizsgálatba, az ízprofil kevésbé részletes és kiterjedt.)

3.táblázat: Cascara ital domináns érzékszervi tulajdonságai Quantitative Descriptive Analysis (QDA) alapján (Riandani et al. nyomán, 2022)

Tulajdonság kategória	Tulajdonság	Tulajdonság kategória	Tulajdonság
<i>Megjelenés</i>	Átlátszó/tiszta Barna Fényes	<i>Szájban keltett érzet</i>	Hosszantartó Vízszerű Testes
<i>Íz</i>	Keserű Citromsav Astringens hatású Tamarindusz Lime Fekete tea Gyógynövényes Pörkölt Hibiszkusz	<i>Aroma</i>	Aszalt gyümölcs Mazsola Őszibarack Tamarindusz Virágos Fekete tea Széna Hibiszkusz

Fogyasztói vizsgálat

A fogyasztói vizsgálatához, mivel a 12 db különböző minta a rendelkezésre álló tapasztalatok alapján túl sok, úgy döntöttünk, csökkentjük a mintaszámot. A színmérések és az ízprofil vizsgálat eredményét is figyelembe véve, végül a serpenyőben pörkölt változatokra esett a választás. A vizsgálatához az italokat a szokásos módon készítettük el, háromjegyű számokkal ellátott fehér poharakban szervíroztuk a kóstolóknak. A vizsgálatban résztvevők érzékszervi szempontból mindannyian laikusok, de napi szinten fogyasztanak kávé, teát. Azt kértük tőlük, hogy kóstolás után a kapott mintákat rangsorolják kedveltség szerint, majd végül pedig adjanak egy rövid szöveges értékelést.

5.KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1 Általános tapasztalatok

A minták beszerzése, előkészítése során több nehézséget is észleltünk, ezekről is szeretnénk néhány szót ejteni, mert a jövőre nézve tanulságosak lehetnek.

Elsőként az alapanyag beszerzése nehézkes, kevés helyen lehet még Magyarországon nagyobb mennyiségű cascarához hozzájutni. Ez valószínű a jövőben változni fog, tekintve, hogy az EFSA (European Food Safety Authority) engedélyezte a cascara Unión belüli felhasználását, egyelőre csak italok készítéséhez.

Következő lépést a pörkölés jelenti, melynél a problémát a cascara nem egységes nagysága jelenti. Az egészen apró törmeléktől a nagy darabokig mindenféle méret található a mintában, amely lehetetlenné teszi az egységes pörkölést. Ráadásul a serpenyőben történő hevítés és keverés közben a darabok tovább tudnak aprózódni. A legapróbb részek elkülönítésére nagyobb lyukú szita használható. Azonban még így is a kisebb darabok viszonylag hamar megégnek.

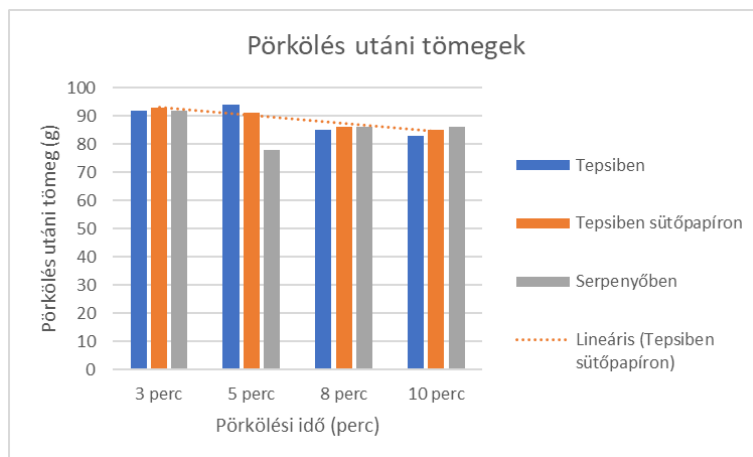
A harmadik problémás terület az őrlés. Az első próbálkozások Hario Skerton PRO típusú kerámia késes kézi őrlővel történtek, azonban sikertelenül. A lapos cascara darabok aprítás nélkül átcúsztak a kések között, kisebb méretre állítva pedig beszorultak a résbe. Így, bár a cél az egységes szemcseméret kialakítása lett volna, nem sikerült kivitelezni ezzel a módszerrel. Ezért a rendelkezésre álló lehetőségek közül maradt a Bosch késes daráló, mely a legjobb beállítások mellett sem tud azonos méretű szemcséket előállítani.

A legizgalmasabb folyamat mind között a lefőzés. Többfajta módszerrel próbáltunk élvezhető és fogyasztható italt készíteni, azonban csak French press-szel és filteres kávéfőzővel sikerült. Ennek oka, hogy a leőrölt minta a főzés során olyan mértékben megduzzad, hogy nem engedi át a folyadékot. Így sikertelenek voltunk hagyományos kotyogós kávéfőzővel, ill. Szarvasi Mini Espresso géppel is. Az ezekből kinyert néhány ml folyadékminta ráadásul élvezhetetlen ízű volt, valószínű azért, mert a forró víz túl sokáig érintkezett az őrlött mintával, ezáltal túl sok nemkívánatos anyagot oldva ki abból.

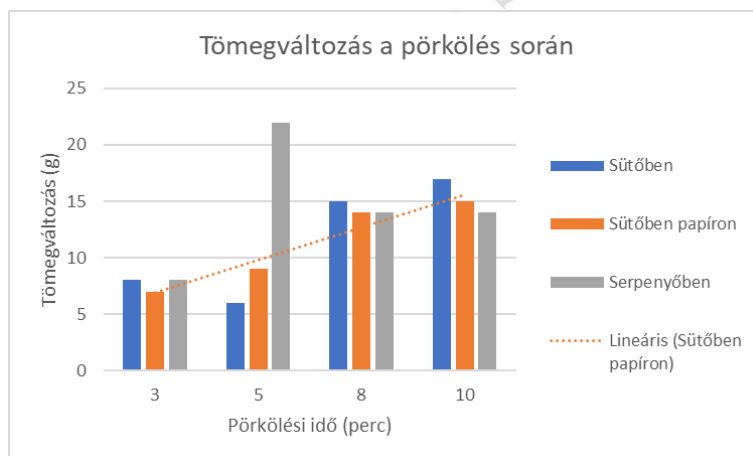
A következő felmerülő kérdés a szárazanyag/folyadék arány volt. Az irodalomjegyzékben szereplő tanulmányok során az italokat teaként 1-3,5 g /100 ml arányban készítették el. French press-ben kávé „főzéséhez” azonban más cikkek 15 g őrlött kávé és 250 ml vizet javasoltak. Végül elkészítettük a 3 és a 6 g cascara/100 ml víz arányú italokat. Megkóstolva arra jutottunk, hogy a magasabb koncentrációban cascarát tartalmazó

folyadék szerintünk ihatatlan, ezért döntöttünk a vizsgálatokhoz a 3 g-os változat felhasználása mellett.

5.2 Tömeg- és térfogatomérés



18.ábra: Pörkölés utáni tömegek



19.ábra: Tömegváltozás a pörkölés során

A kávébab pörkölése során a színváltozás mellett a legfontosabb fizikai változások a tömegcsökkenés, ill. a térfogatnövekedés. A tömegcsökkenés kb. 18-23 %-ra tehető (Somogyi, 2018), oka jelentős részben a vízvesztés. A térfogatnövekedés a pörkölés során keletkezett gázok (CO_2 , CO , N_2 , ill. egyéb gázok) hatására következik be, a bab szerkezete fellazul, porózussá válik: makro-, mezo- és mikropórusok alakulnak ki (Wang és Lim, 2015).

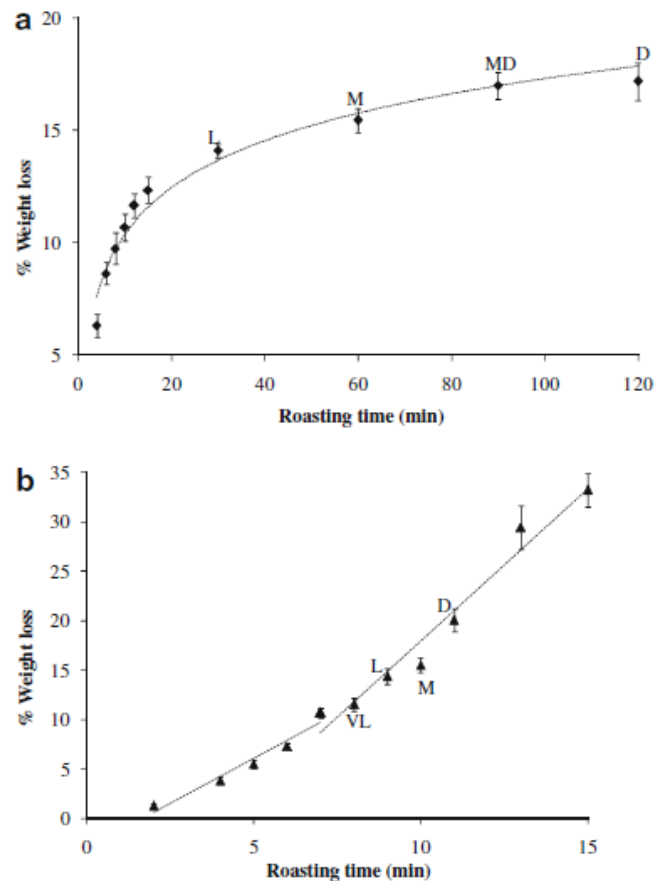


Fig. 1. Weight loss during roasting at: (a) 200 °C and (b) 300 °C. VL = very light roast, L = light roast, M = medium roast, MD = medium/dark roast, D = dark roast.

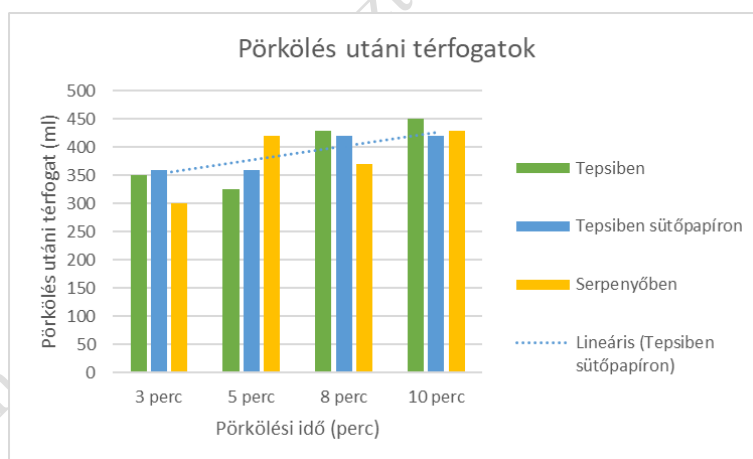
20.ábra: Tömegvesztés kávépörkölés közben (Franca et al., 2009)

A vizsgálat során minden mintához csak egyszer 100 g cascara került megpörkölésre, tehát a mérésekből komoly tudományos következtetések nem vonhatóak le, azonban a trendek mindenképpen érdeklődésre tarthatnak számot. A grafikonokból egyértelműen látható, hogy cascara esetében is megfigyelhető a pörkölési időtől függően változó mértékű tömegcsökkenés, ill. térfogattömegnövekedés. Minél hosszabb a pörkölési idő, annál nagyobb a tömegcsökkenés, ill. fokozottabb a térfogattömegnövekedés. A következő táblázat tartalmazza a tömegváltozások százalékos mértékét:

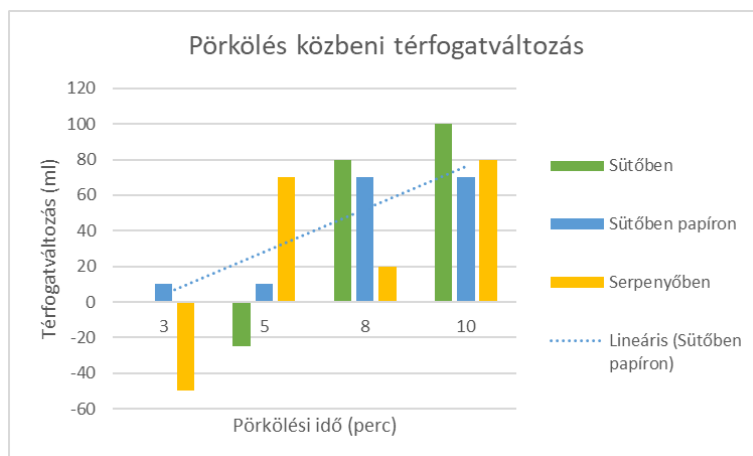
4.táblázat: Pörkölés során bekövetkező tömegváltozások

(Kiindulási tömeg: 100g)	Sütőben								Szerpenyőben			
	Tepsiben				Papíron							
Pörkölési idő (perc)	3	5	8	10	3	5	8	10	3	5	8	10
Pörkölés utáni tömeg (g)	92	94	85	83	93	91	86	85	92	78	86	86
Tömegváltozás (g)	8	6	15	17	7	9	14	15	8	22	14	14
Tömegváltozás (%)	8	6	15	17	7	9	14	15	8	22	14	14

A szerpenyőben történt 5 percig tartó pörkölés a többi érték közül kissé kiugrik, ennek magyarázata az lehet, hogy ez a minta makroszkóposan több apró darabot tartalmazott, melyek intenzívebben pörkölődtek meg, némelyik szinte megfeketedett. Ez a minta megfeleltethető lehet egy jóval hosszabb ideig tartó pörkölésnek.



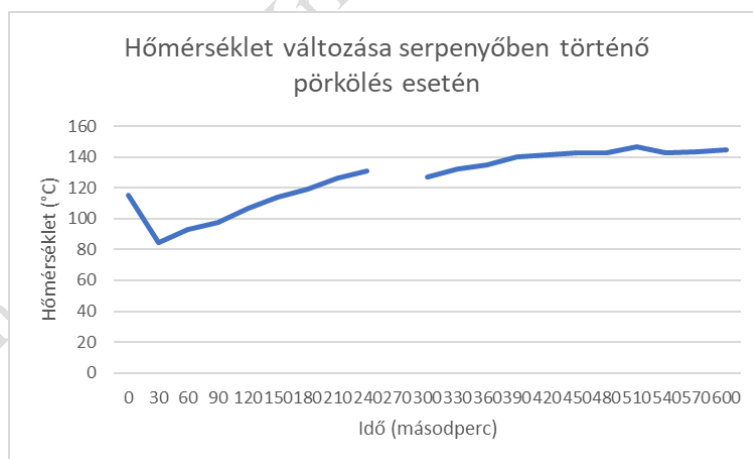
21.ábra: Pörkölés utáni térfogat



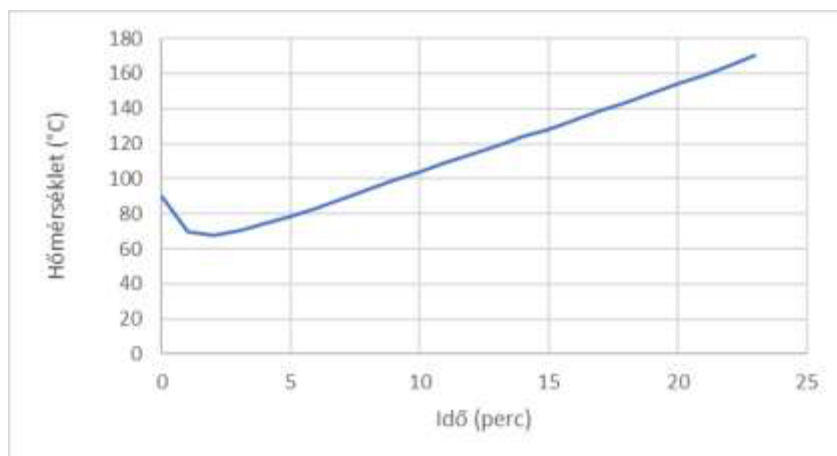
22.ábra: Pörkölés közbeni térfogatváltozás

A térfogatmérésnél kiindulási értéknek a natúr 100 g cascara térfogatát tekintettük, ez esetünkben 350 ml volt. A térfogat esetében kevésbé látványosak az adatok, helyenként még térfogatcsökkenést is észleltünk, azonban a növekvő tendencia ezekben az esetekben is kimutatható. A térfogatmérés eredményeinek nagyobb eltérésében az is közre játszhat, hogy a még darabos cascara térfogatának leolvasása mérőpohárban kissé körülményes.

5.3 Hőmérséklet mérése



23.ábra: Hőmérséklet változása serpenyőben történő pörkölés esetén



24.ábra: Hőmérsékletváltozás a kávé pörkölése során (Sipos et al., 2018)

A hőmérséklet mérése konyhai maghőmérővel történt, amely nem kapcsolható össze az értékeket folyamatosan regisztráló egységgel, ezáltal a leolvasás szakaszos jellegű volt. Másik nehézség a mérés során, hogy az üres serpenyő hőmérséklete nehezen detektálható ezzel az eszközzel, mert a mérésnél lényeges, hogy a hőmérő végét a vizsgálni kívánt anyag legalább kis mértékben körbevegye. Ebben az esetben a hőmérőt folyamatosan az üres serpenyő aljához érintettük, a lehető legnagyobb felületen.

A kapott görbét megnézve elmondható, hogy a görbe lefutása teljes mértékben hasonló, mint kávépörkölés esetén. Itt is megfigyelhető a kezdeti jelentős hőmérsékletcsökkenés, melyet a szobahőmérsékletű cascara serpenyőbe öntése okoz. Ezután egy folyamatos emelkedés látható, ez idő alatt a cascara átveszi az edény hőmérsékletét. A görbe 6-7 perc környékén lényegében ellaposodik, tehát a cascara felvette a környező hőmérsékletet és tartja azt. A vizsgálat során nem volt cél a pörkölési hőmérséklet további emelése, mert a tapasztalat szerint a serpenyőben a kisebb darabkák már ezen a hőmérsékleten is gyorsan megégtek. A későbbiekben további kísérleti lehetőséget biztosíthat a különböző pörkölési hőmérsékletek összehasonlítása is.

5.4 Colorimetria

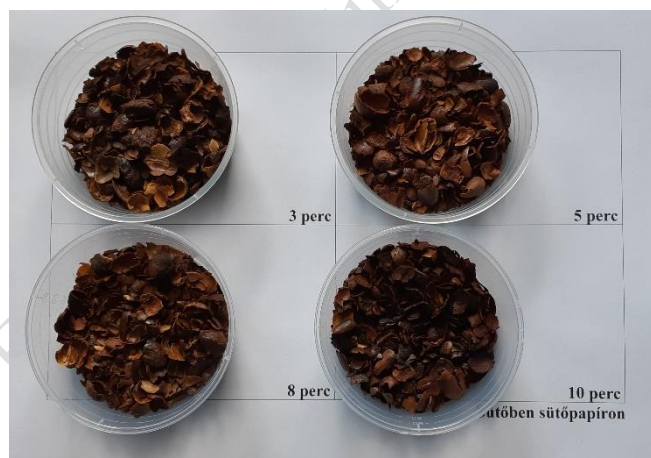
A kávé pörkölése és minősítése szempontjából nagyon fontos tényező a pörkölt kávészem, ill. a belőle készült ital színe. Kávébab esetén a pörkölés fokozatát szín alapján határozzák meg. Számos beosztás létezik (pl: hamburgi, bécsi, francia, olasz pörkölési fok), ezek jelentős része a pörkölő mester által szubjektíve megállapított színre épül. Objektív összehasonlításra az AGTRON színskálát használják. A pörkölt kávé színéből egyértelműen

következtethetünk a kávéital tulajdonságaira és az ital optimális elkészítési módjára is. Tekintettel arra, hogy kávé esetén a szín ennyire fontos, mintáinkon is színmérést végeztünk.

A színek vizsgálata során először vizuális összehasonlítást végeztünk az egyes minták között, mind darabos, mind por, ill. folyadék formában. Ezekről dokumentálás céljából fényképeket készítettünk.



25.ábra: Sütőben pörkölt cascara színösszehasonlítása (saját kép)



26.ábra: Sütőben papíron pörkölt cascara színösszehasonlítása (saját kép)



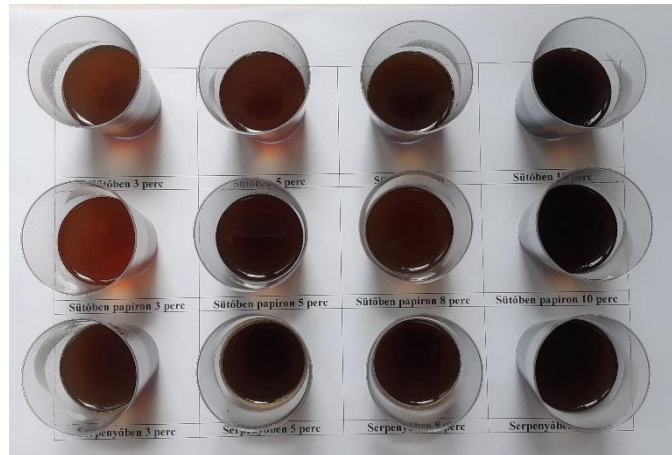
27.ábra: Serpenyőben pörkölt cascara színösszehasonlítása (saját kép)

A darabos cascara szemmel látható kifejezett, drasztikus színeltérést nem mutatott. Ezzel szemben por alakban például jól megfigyelhető, hogy a sütőben pörkölt minták színe a pörkölési idő növekedésével láthatóan sötétedik. A másik két esetben nem ilyen egyértelműen szembetűnő a változás, azonban színkülönbség szabad szemmel itt is észlelhető.



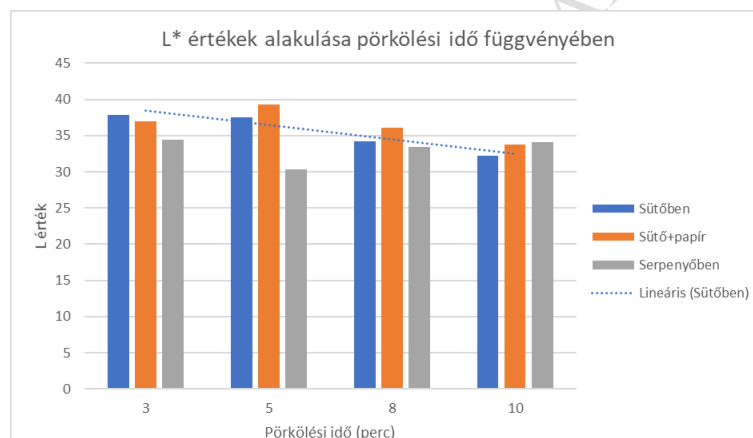
28.ábra: Őrölt cascara színösszehasonlítása (saját kép)

Folyadékok esetében, mint ezt a mérések is igazolták, a pörkölés idő függvényében jelentős színeltérések észlelhetőek: a kevésbé pörkölt minták áttetszőek, halványbarnák, az erős pörkölésűek viszont már átlátszatlanok, majdnem feketék.

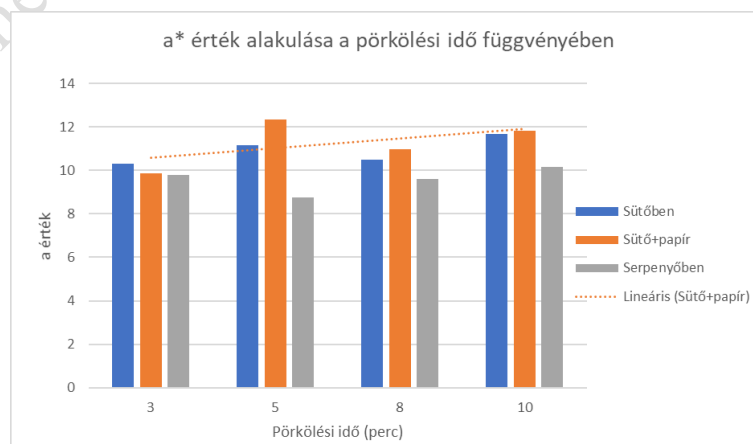


29.ábra: Italok színének összehasonlítása (saját kép)

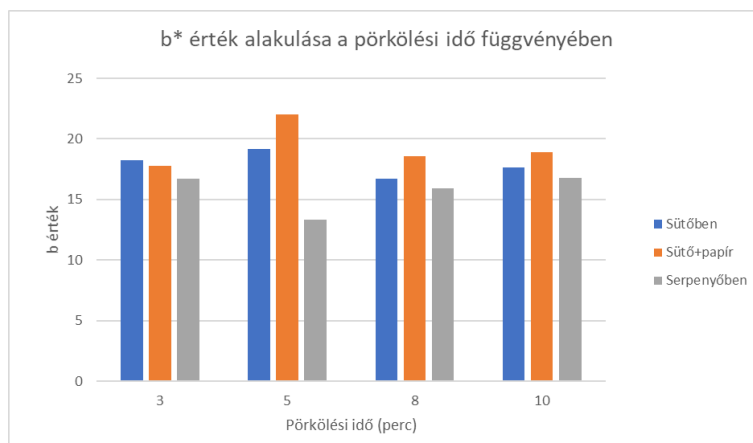
Mindezen megfigyeléseket CIE $L^*a^*b^*$ rendszerben mérésekkel próbáltuk objektivizálni. A mérési eredményeinket a következő ábrák foglalják össze:



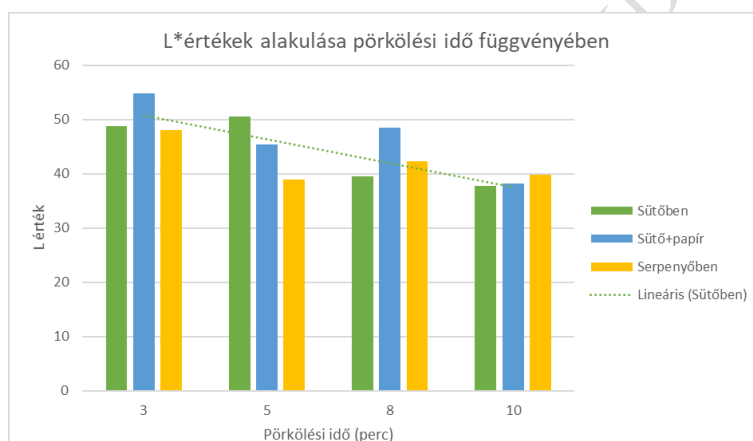
30.ábra: L^* értékek alakulása a pörkölési idő függvényében por mintákon



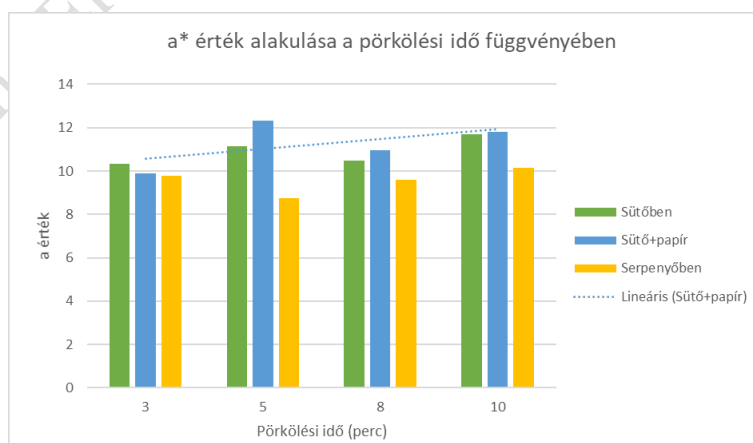
31.ábra: a^* értékek alakulása a pörkölési idő függvényében por mintákon



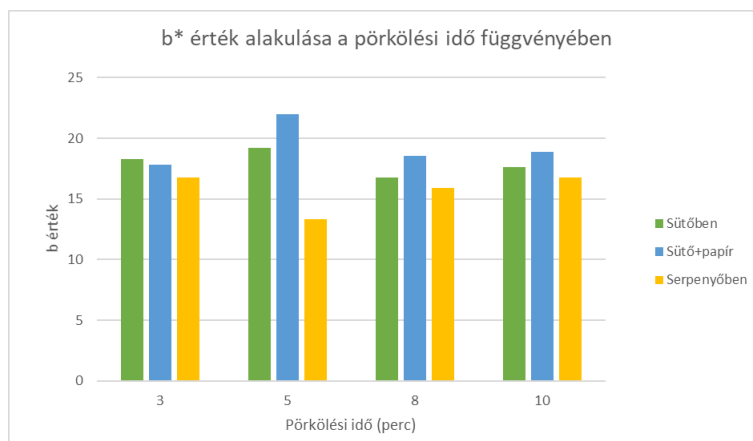
32.ábra: b* értékek alakulása a pörkölési idő függvényében por mintákon



33.ábra: L* értékek alakulása a pörkölési idő függvényében folyadékokban



34.ábra: a* érték alakulása a pörkölési idő függvényében folyadékokban



35.ábra: b* érték alakulása a pörkölési idő függvényében folyadékokban

Az L* értékek vizsgálatunkban 37,78 (sütőben 10 percig pörkölve) és 54,88 (sütőben papíron 3 percig pörkölve) közötti értékeket mutatnak, az a* értékek 5,69-12,54 (sütőben papíron 3 percig pörkölve, ill. sütőben papíron 5 percig pörkölve) közötti értékeknél helyezkednek el, míg a b* csillag tartománya 2,05 (sütőben 10 percig pörkölve) és 22,35 (sütőben papíron 3 percig pörkölve) között található. A cascarához tartozó értékek: L* 55,86, a* 3,95, b* 19,71. Kávé esetén a következő értékeket kaptuk: L* 54,52, a* 6,48, b* 25,87. Sholichah et al., (2020) adataival (L* 28,22, a* 2,59, b* 3,72) összevetve azt láthatjuk, hogy saját vizsgálati mintáink világosabbak, pirosabbak és általában több sárga színt tartalmaznak, mint a tanulmány mintái. Az L* eltérésekre magyarázat lehet, hogy a cikk írói az italukat 3g cascarából, 150 ml víz hozzáadásával készítették, 15 perces áztatási idővel, mely jelentősen megnöveli a gyümölcsből kioldódó anyagok mennyiségét. A színeltérések oka pedig valószínűleg abban keresendő, hogy a vizsgálatához Sholichah és munkatársai Jáváról származó, arabica kávékat használtak, saját esetünkben a cascara Costa Ricán termett, ráadásul itt a minták pörkölése is megtörtént, melynek során a karamellizáció és a Maillard reakció végtermékei intenzív barna színt hoznak létre.

Az ábrákból látható, hogy mind por alakban, mind pedig a folyadékokban az L* érték csökken, az a* érték pedig nő a pörkölési idő növekedésével egyidejűleg. A b* érték lényegében jelentős változást nem mutat. Mindez azt jelenti, hogy a minták a pörkölés fokozásával sötétednek, ill. bennük a piros szín jelenléte erősödik. Tehát a mérések igazolják a szemünk által észlelt különbségeket.

ΔE*																
	Cascara	Kávé	Sütő 3	Sütő 5	Sütő 8	Sütő 10	Sütő+p 3	Sütő+p 5	Sütő+p 8	Sütő+p 10	Ser 3	Ser 5	Ser 8	Ser 10		
Cascara		7,724	4,800	5,387	1,956	946	3,698	8,877	4,108	4,444	1,495	4,390	1,076	1,736	Cascara	
Kávé			12,097	12,201	8,161	7,151	11,050	15,316	10,671	9,048	8,356	3,717	7,077	8,058	Kávé	
Sütő 3				1,292	3,955	5,805	1,132	4,448	1,928	4,460	3,774	6,815	5,089	4,044	Sütő 3	
Sütő 5					4,114	5,459	1,945	3,526	1,536	3,826	4,107	9,490	5,429	4,245	Sütő 5	
Sütő 8						2,472	2,978	7,491	2,643	2,586	0,750	5,412	1,453	0,358	Sütő 8	
Sütő 10							5,016	8,247	3,990	1,925	3,047	5,517	2,936	1,801	Sütő 10	
Sütő+p 3								5,369	1,581	3,917	2,697	8,014	4,008	3,018	Sütő+p 3	
Sütő+p 5									4,859	6,351	7,541	12,882	8,845	7,625	Sütő+p 5	
Sütő+p 8										2,532	2,708	8,034	3,992	2,773	Sütő+p 8	
Sütő+p 10											3,058	7,154	3,722	2,720	Sütő+p 10	
Ser 3												5,410	1,345	0,514	Ser 3	
Ser 5													4,068	5,262	Ser 5	
Ser 8														1,239	Ser 8	
Ser 10															Ser 10	

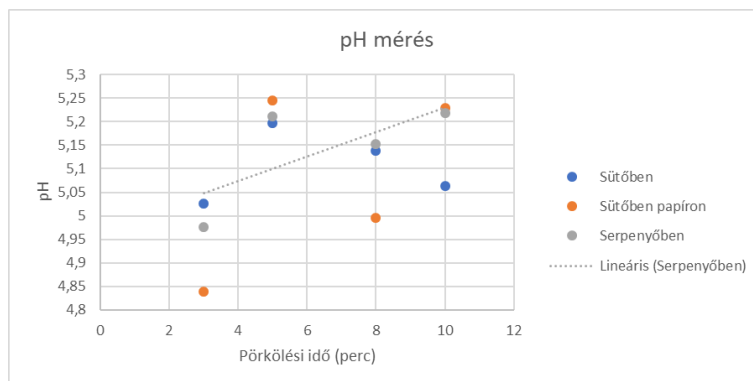
36.ábra: Színkülönbségek por mintákon

ΔE*																
	Cascara	Kávé	Sütő 3	Sütő 5	Sütő 8	Sütő 10	Sütő+p 3	Sütő+p 5	Sütő+p 8	Sütő+p 10	Ser 3	Ser 5	Ser 8	Ser 10		
Cascara		6,794	8,625	7,787	22,340	98	25,436	3,310	14,474	9,788	24,763	9,600	23,377	18,191	21,989	Cascara
Kávé			9,893	7,026	25,607	29,113	3,625	15,666	10,290	28,282	11,129	26,887	20,848	25,246		Kávé
Sütő 3				3,489	15,828	19,516	7,992	6,251	1,707	18,581	1,250	15,567	10,960	15,462		Sütő 3
Sütő 5					19,186	22,947	5,951	8,656	3,333	21,976	4,555	20,641	14,178	18,817		Sütő 5
Sütő 8						4,134	23,193	11,727	15,987	2,885	14,655	1,897	5,260	0,383		Sütő 8
Sütő 10							26,566	15,813	19,835	1,425	18,393	2,350	9,345	4,304		Sütő 10
Sütő+p 3								14,012	8,784	25,785	9,170	24,391	18,634	22,831		Sütő+p 3
Sütő+p 5									5,388	14,611	5,115	13,470	6,472	11,363		Sütő+p 5
Sütő+p 8										18,812	1,824	17,507	10,905	15,618		Sütő+p 8
Sütő+p 10											17,429	1,449	8,143	3,251		Sütő+p 10
Ser 3												16,090	9,738	14,287		Ser 3
Ser 5													7,008	2,215		Ser 5
Ser 8														4,893		Ser 8
Ser 10																Ser 10

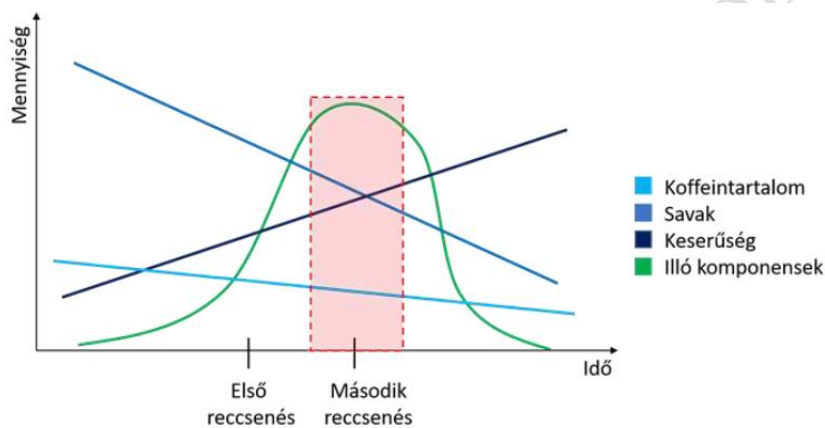
37.ábra: Színkülönbségek folyadékokban

Az előző adatokból kiszámíthatjuk a ΔE^* értéket, mely megadja két minta szín-tér értékei között a különbséget. A kapott értékek alapján megmondható, hogy a két minta színében milyen mértékű látható különbség van. Eszerint ha $\Delta E^* < 1,5$, akkor a különbség nem látható, ha ΔE^* érték 1,5 és 3 közé esik, akkor már érzékelhető a különbség, 3 és 6 között jól látható, 6 feletti ΔE^* érték esetén pedig nagy a különbség a minták színe között. A fenti táblázatokból látható, hogy por állagú mintáknál az értékek jelentős része 6 alatti, vagyis kevésbé látványos a minták közti színkülönbség. Folyadékok esetén pont az ellenkezőt tapasztaljuk, a minták között számszerűsítve is jelentős eltérés mutatható ki. Mindez alátámasztja a vizuális megfigyeléseinket is.

5.5 pH mérés



38.ábra: pH mérés eredményei



39.ábra: Kávé pörkölése során bekövetkező változások, az ideális pörkölés (Sipos et al., 2018)

Kávé pörkölése során a pörkölési idő növekedésével a savak mennyisége egyértelmű csökkenést mutat. Ennek egyik oka, hogy pörkölés során a klorogénsav mennyisége csökken. A savasság csökkenésének következtében a pH érték értelemszerű növekedést mutat. A cascara-n végzett vizsgálatok alapján a kávécseresznye fő savas komponensének szintén a klorogénsav tekinthető. Ez alapján a cascara pörkölésekor is hasonló változásokat várhatunk, mint kávé esetén.

A vizsgált mintákból látható, hogy a mért pH a pörkölési idő növekedésével párhuzamosan növekedést mutat. A pörkölt minták mellett megmértük a natúr cascara és a costa ricai kávé pH-ját is. Azt találtuk, hogy a cascara pH-ja a 3 perces pörkölésű mintákéhoz hasonló (cascara 4,998, sütőben pörkölt 3 perces minta 5,026, sütőpapíron pörkölt 3 perces minta 4,838, serpenyőben készült 3 perces minta 4,976), hosszabb pörkölési idő esetén

azonban a minták pH -ja emelkedik, meghaladva a cascara pH értékét. A kávé 5,738 pH értékét viszont egyik italé sem közelíti meg, mindegyik érték jóval alatta marad ennek. A mérési adatok megfelelnek Arpi és munkatársai (2021) eredményeinek, azonban a DePaula és munkacsoportja (2022) eredményeit jóval meghaladják, jelen vizsgálat mintái kevésbé savasak.

5.6 Érzékszervi vizsgálatok

QDA (*Quantitative Descriptive Analysis*)

Első lépésben meghatároztuk laikus kóstolók bevonásával a saját mintánkban észlelhető ízjegyeket a korábban feltüntetett táblázat felhasználásával. A saját mintákban fellelt ízek a következők.

- fekete tea
- aszalt gyümölcs
- keserű íz
- pörkölt íz
- citrusosság
- enyhe őszibarack
- szájösszehúzó hatás, fanyarság

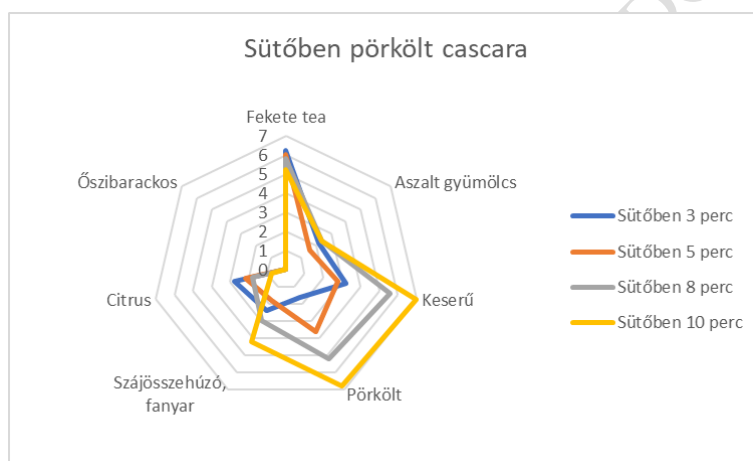
Ezt követően végeztettük el a profilvizsgálatot, érzékszervi szempontból laikus, bár rendszeresen kávé, teát fogyasztó alanyokkal.

Bár a vizsgálatot laikusok bevonásával végeztük, ennek ellenére fontos megállapítások tehetők a diagramok és a vélemények alapján. Az azonos pörkölési móddal, de eltérő pörkölési idővel rendelkező mintákat összehasonlítva látható, hogy míg a kevesebb ideig pörkölt cascarában a kávécseresznye gyümölcsös, fekete teához hasonló íze dominált, addig az erősebben pörkölt változatokban ezek elvesznek, helyükre a keserű és a pörkölt íz kerül. A pörkölési idő növekedésével a citrusos jelleg érezhetően csökken. Ez megfelel a pH mérésnél tapasztaltaknak is: a savas-citrusos komponens csökkenésével egyidejűleg a pH növekszik.

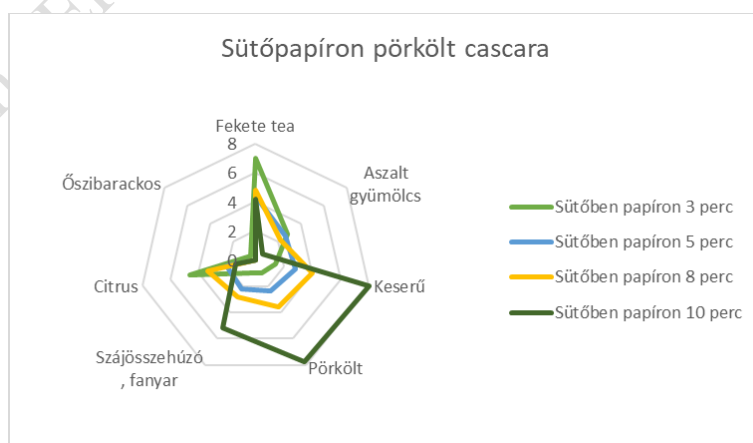
Az egyes pörkölési módokat összehasonlítva az látható, hogy 3 és 5 perc pörkölés esetén nincs látható különbség a különböző minták ízprofiljában, azonban 8 és 10 perc esetében a serpenyős pörkölés más ízkarakterisztikát mutat. A serpenyőben készült mintákból készült italok a vizsgálók szerint kevésbé keserűek, kevésbé dominál bennük a

pörkölt íz, bár összességében színük, állaguk és ízviláguk ennek ellenére is a kávéra emlékeztet. A vizsgálatban résztvevők szerint a serpenyős pörkölésű ital hasonlít legjobban a kávéra, és azokat kedvelték a legjobban.

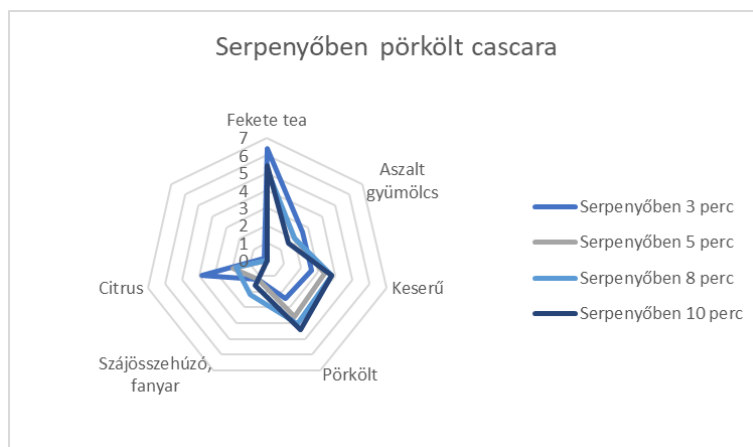
A vizsgálathoz fűzött megjegyzések szerint az alacsony pörköltégségi szintű minták mind színben (áttetsző, halvány), mind állagban (vizes oldat) és ízben inkább egy erős fekete teára hasonlítanak. Ezzel szemben a hosszú ideig pörkölték színe már sötét, a folyadék viszkózusabb, testesebb, ill. ízben is sötétebb pörkölésű kávéra emlékeztetnek. Megemlítsre került, hogy az italok kivétel nélkül mind hosszan tartó utóízzel rendelkeznek. A felsorolt ízek mellett még volt vizsgáló, aki megjegyezte, hogy némelyik mintában enyhe édes ízt vélt felfedezni. Illatokra vonatkozóan is volt hozzászólás: égetett cukor, ill. erősen megsült sütőtök illatát érezték ki az italokból.



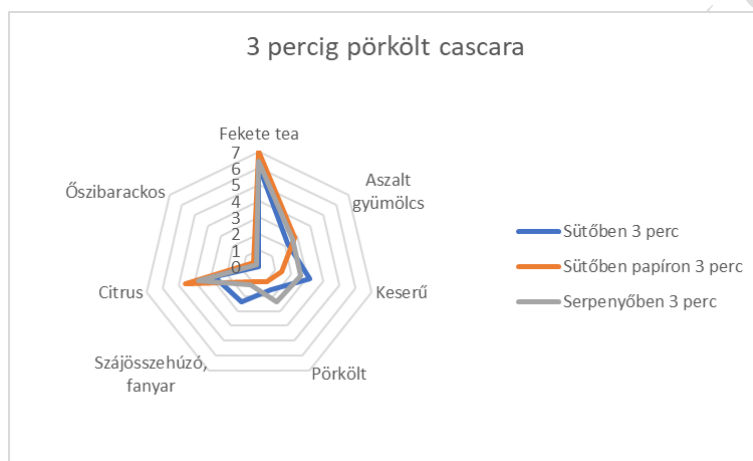
40.ábra: Sütőben pörkölt cascara érzékszervi profilja



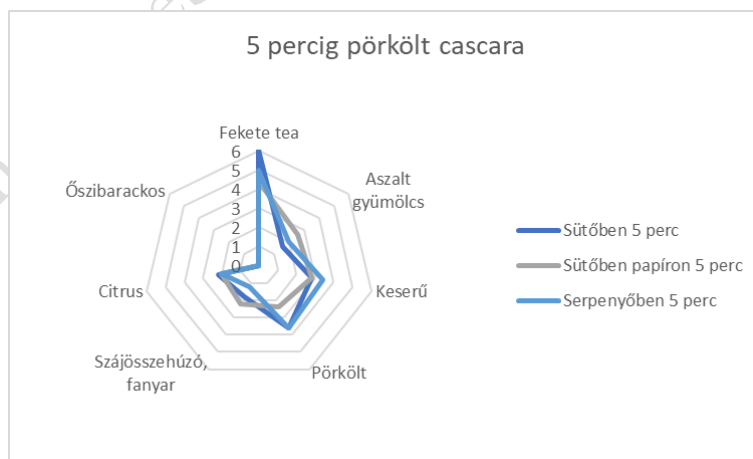
41.ábra: Sütőben papíron pörkölt cascara ízprofilja



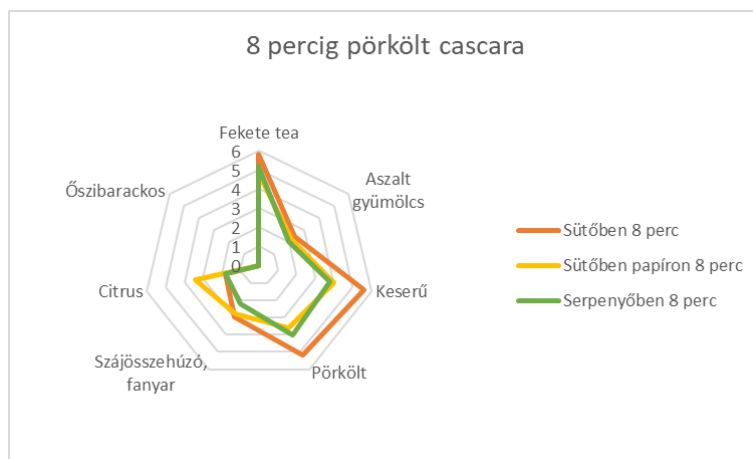
42.ábra: Serpenyőben pörkölt cascara ízprofilja



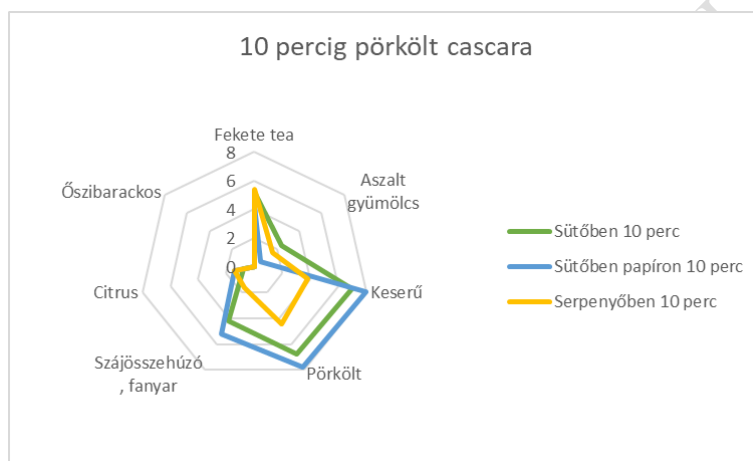
43.ábra: 3 percig pörkölt cascara minták ízprofiljának összehasonlítása



44.ábra: 5 percig pörkölt cascara minták ízprofiljának összehasonlítása



45.ábra: 8 percig pörkölt cascara minták ízprofiljának összehasonlítása



46.ábra: 10 percig pörkölt cascara minták ízprofiljának összehasonlítása

Az ízprofilokat összevetve a színmérések eredményével, a kávéhoz hasonlóan, bár önkényesen, meghatározhatunk pörkölési szinteket. Véleményünk szerint a 3 és 5 perces minták megfeleltethetők a hamburgi pörkölésnek, a 8 percesek leginkább a bécsihez hasonlítanak, míg a 10 perces pörkölésű italok az francia típusú kávék karaktereit mutatják.

Fogyasztói vizsgálat

A vizsgálatba 13 laikus, ám rendszeresen kávé, teát fogyasztó embert vontunk be. A serpenyőben pörkölt italokat értékeltettük velük: rangsorba kellett tenni a mintákat kedveltség szerint. A következő eredmények születtek:

5.táblázat: Fogyasztói vizsgálat eredményei

	1. hely	2.hely	3. hely	4. hely
3 perces pörkölés	7x	2x	2x	2x
5 perces pörkölés	1x	5x	3x	4x
8 perces pörkölés	0x	5x	5x	3x
10 perces pörkölés	5x	1x	3x	4x

A kapott eredményekből az látható, hogy a legtöbben a 3 perces pörkölésű mintát tartották a legfinomabbnak, ezt pedig érdekes módon a 10 perces pörkölésű ital követte. Azonban a legpörköltebb minta a 4. helyen is sokszor szerepelt. Ez alapján kissé sarkítva az fogalmazható meg, hogy az erősen pörkölt mintát a vizsgálók vagy kedvelték, vagy nagyon nem kedvelték. Az 5 és a 8 perces minták inkább közepes kedveltséget kaptak.

A legtöbben a 3 perces mintát fekete teához hasonlították, kevésbé tartották kávénak. A pörkölési idő növekedésével a vélemények alapján a minták egyre jobban hasonlítanak a kávéra. Több italnál is említették a füstös (Jaric és munkatársai (2021) vizsgálatában a pörkölt kávé aromájaként említik), dohányos (DePaula és munkacsoportja (2022) a cascara attribútumai között sorolja fel) illatot, ízt, ill. a megjegyzések között szerepelt a paprika és a sütőtök is, mint ízhasonlóság. Volt, aki szerint kávé hiányában pótlásként megfelelő lehet, azonban érkezett ellentétes vélemény is, mely szerint annyira nem hasonlít kávéra, hogy felhasználása pótkávéként megkérdőjelezhető.

6.ÖSSZEFOGLALÁS

A kávé, az olaj utána második legnagyobb iparág a világon. Csak Brazíliában, mely ország a világ éves kávétermésének az 1/3-át adja, évente kb. 3 millió t kávé termesztenek. A II. világháború óta a kávéfogyasztás mértéke emelkedik, hazánkban is az éves egy főre jutó elfogyasztott kávé mennyiség 2,6 kg (Finnországban ez több, mint 12 kg/fő/év!). Ezek alapján egyértelmű, hogy milyen fontos szerepet tölt be a kávé a világ életében. Mindezek mellett azonban nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy minden tonna zöldkávémellé ugyanannyi mezőgazdasági hulladék is keletkezik. Ennek felhasználása, feldolgozása még nem megoldott, bár számos kutatásban keresnek módszereket a probléma megszüntetésére.

Munkánk során a kávé feldolgozása kapcsán keletkező cascarából pörkölést, őrlést követően italt készítettünk és elemeztük tulajdonságait. Korábban ismert a cascara hagyományos, teaként való felhasználása. Jelen esetben arra törekedtünk, hogy tea helyett, inkább kávéhoz hasonló italt hozzunk létre. Három különböző módon (sütőben – tepsiben; sütőben – tepsiben sütőpapírral; serpenyőben) négy-négy különböző pörkölési idővel (3,5,8,10 perc) összesen 12 db mintát hoztunk létre.

Mértük a pörkölés során bekövetkező tömeg- és térfogatváltozásokat. Összevetve a kávébab pörkölésére vonatkozó adatokkal, azt találtuk, hogy cascara esetében is megfigyelhető a tömeg csökkenése, ill. a térfogat növekedése. Minél hosszabb ideig tartott a pörkölés, a változások annál nagyobbak voltak.

A serpenyőben történt pörkölés során megpróbáltuk megmérni a hőmérsékletváltozás. Az eredményeket grafikusan ábrázolva látható, hogy a görbe megfelel a kávébab pörkölési görbéjének.

Colorimeter segítségével CIE L*a*b* rendszerben színmérést végeztünk mind por, mind pedig folyadék mintákon. Saját adatainkat elemezve elmondhatjuk, hogy a pörkölési idő növekedésével párhuzamosan a minták sötétebbek lesznek, bennük a piros szín kifejezettebbé válik, tehát a hő hatására lejátszódó karamellizáció és Maillard reakció során kialakulnak a barna színért felelős végtermékek. Az egyes mintákat egymással összehasonlítva számszerűsítve is az észlelhető, hogy a minták között szemmel is látható színkülönbségek keletkeztek a pörkölés során. Az italok esetén ezek az eltérések kifejezettebbek. Irodalmi adatokkal összevetve, a mintáink sötétebbek voltak, ill. erősebb vörös árnyalatot tartalmaztak. Az eltérések részben a pörkölésből, részben pedig az

alapanyag eltérő származási helyéből, ill. a jelentős különbséget mutató áztatási időből származhatnak.

A pH-mérés során cascara esetében is sikerült igazolni, hogy a pörkölési idő növekedésével párhuzamosan a pH növekszik, ezzel együtt valószínűleg a pörkölés során a savas komponensek aránya csökken. A 3 percig pörkölt minták pH-ja a natúr cascarához képest jelentős eltérést nem mutatott.

Riandani és társai (2022) munkáját alapul véve megpróbáltuk meghatározni a minták ízprofilját. A vizsgálatokat laikusok bevonásával végeztük, emiatt az ízprofil nem annyira részletes és kiterjedt. Ennek ellenére azonban a pókháló diagrammokon jól látható, hogy a pörkölési idő növekedésével csökken a mintákban amúgy jelenlévő aszalt gyümölcsös, fekete teára emlékeztető íz, és helyét a keserű, pörkölt jelleg veszi át. A pH mérésnél már taglalt változásokat az ízprofilban is nyomon követhetjük, a pörkölés idő növekedésével a minták citrusossága, savassága csökken.

Rendszeresen kávé, teát fogyasztó laikusok segítségével fogyasztói vizsgálatot is végeztünk a serpenyőben pörkölt minták felhasználásával (QDA vizsgálat során a résztvevők szerint ezek a minták a legélvezhetőbbek). Tekintettel arra, hogy csak kevés számú bíráló vett részt a kóstoláson, nem a hagyományos „Mennyire kedveli/nem kedveli a terméket?” kérdést tettük fel, hanem azt kértük tőlük, hogy a kapott mintát állítsák sorrendbe aszerint, hogy mennyire kedvelik. Az eredmények azt mutatják, hogy legjobban a rövid pörkölési idejű italt preferálják, azonban ezt inkább teaként azonosítják. A második legjobban kedvelt főzet meglepő módon a legpörköltebb mintából készült. A szöveges értékelések alapján ez hasonlít legjobban színben, ízben, állagban a kávéra, valószínű ezért áll közel a fogyasztókhoz. A közepes pörkölésű minták elhelyezése a rangsorban megoszlott. A kóstolás során megneveztek több olyan ízjegyet is, mely a feldolgozott irodalomban is szerepel. Egybehangzó vélemény alapján az italok fogyaszthatóak, azonban abban az esetben választanak, ha hagyományos kávé nem állna rendelkezésre.

Számos további kérdés merült fel a vizsgálatok során, melyekre a későbbiekben érdemes lehet válaszokat keresni (pl. mennyi az ital koffeintartalma, mennyi a pörkölés során keletkező akrilamid mennyisége, megmarad-e a főzet antioxidáns hatása).

Összességében elmondható, hogy sikerült létrehozni a cascara pörkölésével egy, a fogyasztók számára is elfogadható italt, melynek fizikai tulajdonságai hasonlítanak a pörkölt kávé tulajdonságaihoz, ízében pedig egyesíti magában a tea és a kávé tulajdonságait.

7. IRODALMI HIVATKOZÁS

1. Arya, S. S., Venkatram, R., More, P. R., Vijayan, P. (2021): The wastes of coffee bean processing for utilization in food: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 59, (2022) 429–444. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05032-5>
2. Arpi N., Muzaifa M., Sulaiman M. I., Andini, R., Kesuma, S. I. (2021): Chemical Characteristics of Cascara, Coffee Cherry Tea, Made of Various Coffee Pulp Treatments. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 709. DOI: 10.1088/1755-1315/709/1/012030
3. Baltes, W. (1982): Chemical changes in food by the maillard reaction. *Food Chemistry* 9 (1982) 59-73. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(82\)90069-3](https://doi.org/10.1016/0308-8146(82)90069-3)
4. Blinová, L., Sirotiak, M., Bartošová, A., Soldán, M. (2017): Review: Utilization of Waste From Coffee Production. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*. Volume 25 (2017) - Issue 40 Page 91 – 101. DOI: <https://doi.org/10.1515/rput-2017-0011>
5. Boekel, M. A. J. S. (2006): Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology Advances* 24 (2006) 230-233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2005.11.004>
6. Braham, J. E., Bressani, R. (1979): Coffee pulp: composition, technology and utilization. *International Development Research Centre, Ottawa* ISBN: 0-88936- 190-8
7. Celenk, M. (1993): Color Scene Analysis in the 1976 CIE (L*a*b*) Uniform Color Space. 218—*IS&T and SID's Color Imaging Conference: Transforms & Transportability of Color* (1993)
8. Clifford, M. N., Ramirez-Martinez, J. R. (1991): Phenols and caffeine in wet-processed coffee beans and coffee pulp. *Food Chemistry*. Vol. 40, Issue 1, (1991) 35-42. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90017-I](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90017-I)
9. Delgado, S. R., Arbelaez, A. F. A., Rojano, B. (2019): Antioxidant capacity, bioactive compounds in coffee pulp and implementation in the production of infusions. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. Issue 18 (3) (2019) 235-248. DOI: <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0663>
10. DePaula, J., Cunha, S. C., Cruz, A., Sales, A. L., Revi, I., Fernandes, J., Ferreira, I. M. P. L. V. O., Miguel, M. A. L., Farah, A. (2022): Volatile Fingerprinting and Sensory

Profiles of Coffee Cascara Teas Produced in Latin American Countries. *Foods*. 2022, 11 (19), 3144. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11193144>

11. Eckhardt, S., Franke, H., Schwarz, S., Lachenmeier, D. W. (2022): Risk Assessment of Coffee Cherry (Cascara) Fruit Products for Flour Replacement and Other Alternative Food Uses. *Molecules*. 27(23), (2022) 8435. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27238435>
12. EFSA (European Food Safety Authority) (2021): Technical Report on the notification of cherry pulp from *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner as a traditional food from a third country following Article 14 of Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA supporting publication 2021: EN-6657*. 15 pp. DOI: 10.2903/sp.efsa.2021.EN-6657
13. Franca, A. S., Oliveira, L. S. (2009): Coffee Processing Solid Wastes: Current Uses and Future Perspectives Chapter 8. In: Ashworth, G. S., Azevedo, P. (ed.) *Nova Science Publisher, Inc. New York*. 2009. pages 155-189. ISBN: 978-1-60741-305-9
14. Franca, A. S., Oliveira, L. S., Oliveira, R. C. S., Mancha Agresti, P. C., Augusti, R. (2009): A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. *Journal of Food Engineering* 92, (2009)345-352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.012>
15. Heeger, A., Kosinska-Cagnazzo, A., Canterfiani, E., Andlauer, W. (2017): Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage. *Food Chemistry* 221, (2017) 969-975. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.067>
16. Internet 1. Kávécserje <https://heartgarden.com.au/dxqz/Coffee-Coffea-arabica/255/>
17. Internet 2. Kávécseresznye <https://thecoffeeuniverse.org/coffee-cherries-super-food-or-pulp-fiction/>
18. Internet 3. Kávécseresznye szerkezete <https://www.andytownsf.com/andytown-blog/2020/11/17/whats-the-difference-between-washed-natural-and-honey-processed-coffees>
19. Internet 4. Pörkölési görbe <https://www.lincolnnandyork.com/blog/how-are-coffee-beans-roasted>
20. Internet 5. CIE L*a*b* színrendszer <https://luminusdevices.zendesk.com/hc/en-us/articles/4414846186253-What-is-the-CIE-Color-Space-What-s-the-difference-between-CIE-1931-and-CIE-1976->

21. Internet 6. A kávé pörkölési fokozatai <https://coffeetoday.news/2020/11/19/la-modulazione-della-tostatura/>
22. Iriondo-DeHond, A., Elizondo, S., Iriondo-DeHond, M., Ríos, M. B., Mufari, R., Mendiola, J. A., Ibañez, E., del Castillo, M. D. (2020): Assessment of Healthy and Harmful Maillard Reaction Products in a Novel Coffee Cascara Beverage: Melanoidins and Acrylamide. *Foods*. 2020, 9(5), 620. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9050620>
23. Jarić, A. M., Pasquino, M. N., Cazalens, E., Šeremet, D., Pudić, R., Cebin, A. V., Komes, D. (2021): The assesement of bioactive potential and sensory acceptability of coffee and its byproducts- cascara and silverskin. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*. vol.16 (1-2),(2021) 35-40. DOI: <https://doi.org/10.31895/hcptbn.16.1-2.5>
24. Klingel, T., Kremer, J. I., Gottstein, V., de Rezende, T. R., Schwarz, S., Lachenmeier, D. W. (2020): A Review of Coffee By-Products Including Leaf, Flower, Cherry, Husk, Silver Skin, and Spent Grounds as Novel Foods within the European Union. *Foods* 9(5), (2020) 665. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9050665>
25. Kroh, L. W. (1994): Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*. 51 (1994) 373-379. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90188-0](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90188-0)
26. Leggett, G. J. (2008): Color Measurement Techniques for Food Products Chapter 2. In: Culver, C. A. (ed), Wrolstad, R. E. (ed) (2008): Color Quality of Fresh and Processed Foods. American Chemical Society, Washington DC, USA. pages 7-16. ISBN: 0-8412-2121-9. ISBN: 0-8412-7419-3. DOI: 10.1021/bk-2008-0983.ch002
27. Leme, D. S., da Silva, A., Barbosa, B. H. G., Borém, F. M., Pereira, R. G. F. A. (2019): Recognition of coffee roasting degree using a computer vision system. *Computers and Electronics in Agriculture*. 156 (2019) 312-317. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.11.029>
28. León, K., Mery, D., Pedreschi, F., León, J. (2006): Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*. 39 (2006) 1084-1091. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>
29. Markovic, I., Ilic, J., Markovic, D., Simonovic, V., Kosanic, N.: Color Measurement of Food Products Using CIE L*a*b* and RGB Color Space. *UDC 613.2-026.613:614.31*

30. Murthy, P.S., Naidu, M. M. (2012): Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*. 66 (2012) 45-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
31. Oliveira, L. S., Franca, A. S. (2015): An Overview of the Potential Uses for Coffee Husks Chapter 31. In: Preedy V. R. (ed.): *Coffee in Health and Disease Prevention*. Academic Press, UK, pages 283-291 ISBN 978-0-12-409517-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00031-0>
32. Padmapriya, R., Tharian, J. A., Thirunalasundari, T. (2013): Coffee waste management-An overview. *International Journal of Current Science* 2013, 9: E 83-91. ISSN 2250-1770
33. Pittia, P., Dalla Rosa, M., Lerici C.R. (2001): Textural Changes of Coffee Beans as Affected by Roasting Conditions. *LWT - Food Science and Technology*. 34, (2001) 168-175. DOI: <https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0749>
34. Quintas, M., Guimarães, C., Baylina, J., Brandão, T. R. S., Silva C. L. M. (2007): Multiresponse modelling of the caramelisation reaction. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8 (2007) 306-315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.02.002>
35. Riandani, A.P., Prangdimurti, E., Herawati, D. (2022): Profiling the chemical and sensory properties of cascara beverages from different locations in Indonesia. *Food Research*. 6 (4) (2022) 388 – 398. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(4\).520](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(4).520)
36. Rodrigues, M. A. A., Borges, M. L. A., França, A. S., de Oliveira, L. S., Corrêa, P. C. (2002): Evolution of physical properties of coffee during roasting. *ASAE Annual Meeting. Paper number 026030*. DOI: 10.13031/2013.9759
37. Sholichah, E., Desnilasari D., Subekti R. J., Karim M. A., Purwono B. (2020): The influence of coffee cherry fermentation on the properties of *Cascara arabica* from Subang, West Java. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Volume 1011. DOI: 10.1088/1757-899X/1011/1/012006
38. Sipos, L., Kókai, Z., Gere, A. (2018): Csokoládé, kávé, tea érzékszervi minősítése. *Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Budapest*. ISBN: 978-963-269-783-3
39. Somogyi, L. (2018): Kávétechnológia. *Szent István Egyetem, Budapest*. ISBN: 978-963-269-743-7
40. Somogyi L. (2017): Nyersanyagismeret és minősítés. *Szent István Egyetem, Budapest*. ISBN: 978-963-269-703-1

41. Tarigan, E. B., Wardiana, E., Hilmi, Y. S., Komarudin, N. A. (2022): The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 974. DOI: 10.1088/1755-1315/974/1/012115
42. Thaiphanit, S., Wedprasert, W., Srabua A. (2020): Conventional and microwave-assisted extraction for bioactive compounds from dried coffee cherry peel by-products and antioxidant activity of the aqueous extracts. *ScienceAsia* 46S (2020): 12-18. DOI: 10.2306/scienceasia1513-1874.2020.S002
43. Wang, X., Lim, L-T. (2015): Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee Chapter 27. In: Preedy V. R. (ed.): Coffee in Health and Disease Prevention. *Academic Press*, UK, pages 247-254 ISBN 978-0-12-409517-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06959-1>

Dr. Bene Erzsébet Krisztina SZAKDOLGOZAT

Szerzői nyilatkozat

Alulírott dr. Bene Erzsébet Krisztina _____ (név)

Csokoládé-, kávé-, teakészítő mester szakmérnök / szaktanácsadó szakirányú továbbképzési
szak _____ (szak, tagozat)

kijelentem, hogy a Kávécseresznye – felhasználási lehetőségek _____ című

szakdolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából
vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a
záróvizsgából kizár és záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

Budapest, 2023.május.2.



a hallgató aláírása

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: dr. Bene Erzsébet Krisztina
A Hallgató Neptun kódja: JOOQA6
A dolgozat címe: Kávécseresznye – felhasználási lehetőségek
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. év május hó 2. nap


Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A dr. Bene Erzsébet Krisztina (név) (hallgató Neptun azonosítója: JOOQA6) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023. év május hó 2. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.