

SZAKDOLGOZAT

Szigeti Viktória

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Élelmiszermérnök alapképzési szak

Kávészacc felhasználási lehetőségei krémtöltelékben

Belső konzulens: Badakné Dr. Kerti Katalin
egyetemi docens,
tanszékvezető

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Gabona és Iparinövény
Technológia Tanszék

Belső konzulens: Dr. Kaszab Tímea
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszeripari Méréstechnika
és Automatizálás Tanszék

Készítette: Szigeti Viktória

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS..... | 2 |
| 2 | IRODALMI ÁTTEKINTÉS | 3 |
| 2.1 | Kávézási szokások..... | 3 |
| 2.2 | Feldolgozás..... | 5 |
| 2.2.1 | Száraz módszer | 5 |
| 2.2.2 | Nedves módszer | 6 |
| 2.2.3 | Mézes módszer..... | 6 |
| 2.2.4 | Pörkölés..... | 6 |
| 2.2.5 | Kávéórlés | 7 |
| 2.2.6 | Kávéfőzés..... | 8 |
| 2.3 | Kávé fajták..... | 8 |
| 2.3.1 | Arabica..... | 8 |
| 2.3.2 | Robusta | 8 |
| 2.4 | Kávézacc..... | 9 |
| 2.5 | Környezeti hatás | 10 |
| 2.6 | Élelmiszeripari felhasználása..... | 11 |
| 2.7 | Egészségre gyakorolt hatás..... | 12 |
| 2.8 | A kávézacc felhasználásának hatásai..... | 12 |
| 3 | ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK..... | 15 |
| 3.1 | Felhasznált anyagok | 15 |
| 3.2 | Kávézaccos krémek elkészítése | 16 |
| 3.3 | Mérési módszerek..... | 17 |
| 3.3.1 | Nedvességtartalom | 17 |
| 3.3.2 | Színmérés..... | 17 |
| 3.3.3 | Szemcseméret analízis | 17 |
| 3.3.4 | Amplitúdó pásztázás | 18 |
| 3.3.5 | Viszkozitásmérés | 19 |
| 3.3.6 | Érzékszervi bírálat..... | 19 |
| 3.3.7 | Statisztikai elemzés | 20 |
| 4 | EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉS | 21 |
| 4.1 | Nedvességtartalom mérés eredménye..... | 21 |
| 4.2 | Színmérés eredménye | 21 |
| 4.3 | Szemcseméret analízis eredménye..... | 23 |
| 4.3.1 | Mikroszkópos vizsgálat..... | 23 |
| 4.3.2 | Lézesdiffrakciós vizsgálat..... | 24 |
| 4.4 | Amplitúdó pásztázás eredménye | 28 |
| 4.5 | Viszkozitás mérés eredménye..... | 32 |
| 4.6 | Érzékszervi bírálat eredménye..... | 36 |
| 5 | KÖVETKEZTETÉS | 38 |
| 6 | ÖSSZEFOGLALÁS..... | 40 |
| 7 | IRODALOMJEGYZÉK..... | 41 |
| 8 | ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK | 44 |
| | MELLÉKLET | 45 |

1 Bevezetés és célkitűzés

A kávé az egyik legnépszerűbb ital a világon, melynek fogyasztása világszinten jelentős mennyiségű hulladékot termel. A kávéfőzés után keletkező zacc számos értékes vegyületet tartalmaz, melynek újrahasznosítási lehetőségei jelenleg kihasználatlanok az élelmiszeripar számára. Az újrahasznosítás jegyében az Egyetem által meghirdetett Zaccmentő projekt felhívta figyelmem ezen értékes hulladék további felhasználási lehetőségeinek kutatására. Ugyanis Coca-Cola HBC Magyarország korábbi felmérése alapján kiderült, hogy HoReCa szektorban éves szinten keletkező kávézacc mennyisége 4-500 kg (Internet1).

Témaválasztásomat elsősorban a fenntarthatóság, illetve maga a kávé iránti érdeklődésem motiválta. Érdeklődöm a termékfejlesztés, illetve a fenntartható élelmiszerek iránt, így izgalmas kihívásnak tartottam, hogy kísérletet végezzek a kávézacc innovatív felhasználására irányulóan. A kávézacc krémtöltelékbe történő felhasználását egyrészt azért választottam, mivel a krémek széles körű felhasználhatóságot biztosítanak az élelmiszeripar számára akár önálló termékként, illetve süteményekben, péksüteményekben desszertekben egyaránt. Másrészt a krémek szerkezetében és textúrájában jól megfigyelhetőek a hozzáadott zacc reológiai és érzékszervi hatásai.

Munkám során eltérő szemcseméretű kávézaccból, illetve eltérő tejmennyiségek alkalmazása mellett készített krémek reológiai és érzékszervi tulajdonságait vizsgáltam. Fő célom volt, hogy megvizsgáljam e tényezők alakulását a krémek szerkezetére, érzékszervi tulajdonságaira.

A kísérleteket megelőzően célom volt vizsgálni

- a kávézacc őrlési idejének szemcseméretre gyakorolt hatását,
- a különböző tejmennyiségű vagy tejpör alapú krém:
 - reológiai
 - szín
 - érzékszervi tulajdonságait kávézacc őrlési ideje alapján

Végezetül célom volt a kapott eredmények alapján kiválasztani a fogyasztásra legmegfelelőbb krém kiválasztása.

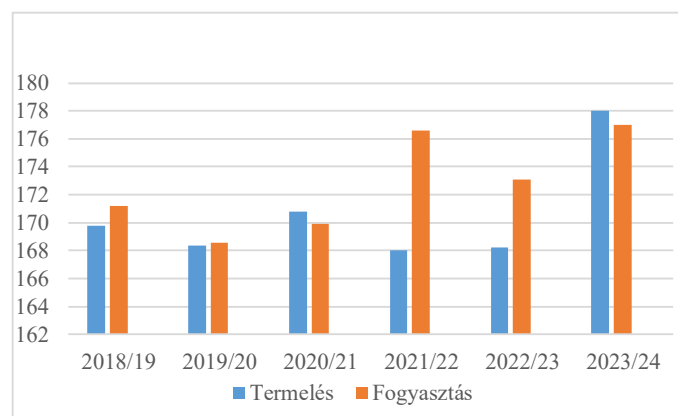
2 Irodalmi áttekintés

2.1 Kávézási szokások

A kávé világszerte az egyik legkedveltebb és legszélesebb körben fogyasztott élénkítő hatású italnak számít. Az utóbbi években jelentős változás következett be kávéfogyasztási szokásainkban, amely nagymértékben összefügg azzal a ténnyel, hogy a kávé ma már széles körben elérhetővé vált. Kezdetben a kávé elsősorban Etiópiában fordult elő, azonban a globális piacok és az import-export kereskedelem kialakulásával a kávé gyors ütemben terjedt el világszerte, elsősorban kedvező tulajdonságainak köszönhetően. A kávéfogyasztás nem csupán egy ital elfogyasztását jelenti, hanem társadalmi, kulturális és gazdasági jelentőséggel bír.

Az 1. ábra alapján megfigyelhető, hogy a kávéfogyasztás mennyisége folyamatosan növekszik. Ennek egyik oka lehet a világ népességének gyarapodása, amelynek következtében nő a kávéfogyasztók aránya. További tényezők között említhető a modern életvitel által okozott fokozott stressz, valamint a hosszabb munkavégzés, amely kevesebb időt hagy a pihenésre és az alvásra. Ezt a hiányt sokan kávéfogyasztással igyekeznek helyettesíteni. Magyarországon is jelentős növekedés figyelhető meg a kávé iránti keresletben. Az elmúlt évtizedekben a kávéfogyasztás fokozatosan emelkedett: míg 2010-ben az egy főre jutó éves kávéfogyasztás 2,3 kg volt, addig ez az érték 2022-re 2,8 kg-ra nőtt (Internet 2).

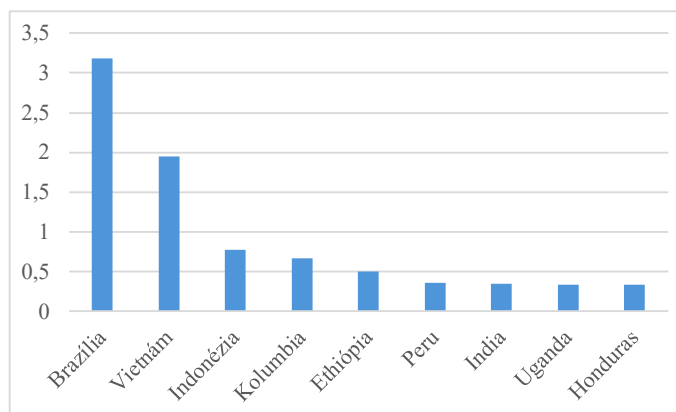
1. ábra: A kávé alakulása világszinten 60 kg/zsák
(Forrás: Saját szerkesztés International Coffee Organization 2023 adatok alapján)



A kávé iránti megnövekedett kereslet kielégítésére a kávétermelő nagyhatalmak folyamatosan törekednek. Globális kávépiac meghatározó szereplői Brazília, Vietnám és Kolumbia (2. ábra). Az első helyen szereplő Brazília, 3 millió tonna zöldkávé éves termelésével, messze a legnagyobb kávétermelő, jelentősen meghaladja a többi ország termelését. Mindez elsősorban az Arabica kávéfajta meghatározó szerepének és a kedvező termesztési feltételeknek köszönhető. Vietnám 1,5 millió tonnás éves termeléssel, főként

Robusta kávéfajtájával jelenik meg a piacon. Kolumbia, a harmadik legnagyobb termelő 800 ezer tonna éves kávéhozammal, világszerte ismert a kiváló minőségű Arabica kávéjáról. Az őket követő országok, mint Indonézia, Etiópia, Honduras, India, Uganda, Peru, bár kisebb részesedéssel bírnak, mégis jelentős mértékben járulnak hozzá a kávétermesztéshez (FAO, 2022).

2. ábra: Kávétermelő országok, millió/tonna
(Forrás: saját szerkesztés, FAO 2022 adatok alapján)



A kávé termesztési területei és fogyasztási régiói között jelentős eltérés figyelhető meg, amely jól tükrözi a kávé globális kereskedelmi hálózatának sajátosságait. Míg a kávétermelés elsősorban a trópusi övezetben található országokban -Braziliában, Vietnámban és Kolumbiában- összpontosul, addig a fogyasztás főként a fejlett országokban koncentrálódik. Az 1. táblázat a kávéfogyasztó régiókat foglalja össze 2020 és 2023 között.

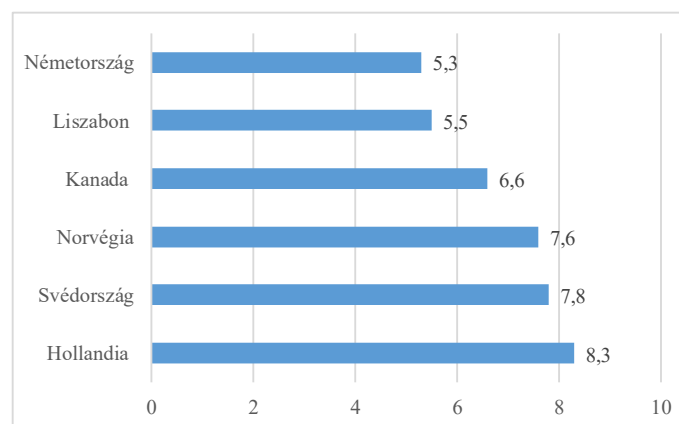
Európa a kávéfogyasztás egyik legmeghatározóbb régiója. Ezt követi Ázsia és a Csendes-óceán térsége, ahol az elmúlt évtizedekben növekedés figyelhető meg a kávé iránti keresletben, elsősorban a gyors gazdasági fejlődés következtében. A termelés és fogyasztás földrajzi eltérései rámutatnak a kávéipar globális jellegére, valamint arra, hogy a kávé az egyik legfontosabb exportcikk a termelő országok számára, míg a fogyasztó országokban kulturális és gazdasági értékkel bír (ICO, 2023).

1. táblázat: Kávéfogyasztó régiók, millió 60 kg zsák 2020-2023 között
(Forrás: saját szerkesztés, International Coffee Organization, 2023 adatok alapján)

| RÉGIÓK | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------|------|------|------|------|
| AFRIKA | 13,0 | 12,9 | 12,2 | 12,5 |
| KÖZÉP-AMERIKA, MEXIKÓ | 5,9 | 6,0 | 6,0 | 6,1 |
| DÉL-AMERIKA | 26,4 | 27,0 | 27,5 | 28,0 |
| ÉSZAK AMERIKA | 30,2 | 31,3 | 29,8 | 30,9 |
| ÁZSIA, CSENDES-ÓCEÁN | 42,2 | 44,2 | 44,5 | 45,7 |
| EURÓPA | 52,2 | 55,2 | 53,1 | 53,7 |

Az egy főre jutó kávéfogyasztás mértékét vizsgálva (3. ábra) országok szerint Hollandia áll az első helyen, amelyet Finnország, Svédország és Norvégia követ. Ezek az adatok arra utalnak, hogy az északi régiók lakói fogyasztják a legtöbb kávé. Ennek egyik fő oka az éghajlati sajátosságokban keresendő: a hosszú éjszakák és a rövid nappalok jelentős hatással vannak az itt élők energiaszükségletére. Az éghajlatból adódó kevesebb napsütéses óraszám fokozhatja az élénkítő hatású koffein iránti igényt, amely hozzájárul a magasabb kávéfogyasztási arányhoz. (Internet3)

3. ábra: Egy főre jutó kávéfogyasztás mértéke
(Forrás: saját szerkesztés, Armstrong, 2020 nyomán)



2.2 Feldolgozás

A kávé feldolgozása a betakarítást követően veszi kezdetét, amelynek során a begyűjtött kávébabokat feltárják, azaz eltávolítják a gyümölcshúst és egyéb rétegeket. A feldolgozás technológiája alapján három fő módszert különböztetünk meg: száraz, nedves és mézes eljárást. Ezek a technológiák nemcsak a kávébab végső állagát és minőségét befolyásolják, hanem jelentős mértékben hozzájárulnak a kávé ízprofiljának kialakulásához. A kávé minőségét és ízvilágát azonban nem csupán a feldolgozási mód határozza meg, hanem a kávébab fajtája, valamint a termesztési körülmények, beleértve az éghajlati tényezőket is.

2.2.1 Száraz módszer

Ezen feldolgozási eljárás során a kávébabot a gyümölcshússal együtt szárítják. A szárítás leggyakrabban természetes módon, napfény segítségével történik, mivel ez nem igényel jelentős költségráfordítást. Ugyanakkor ennek hatékonysága nagymértékben függ az adott terület éghajlati viszonyaitól. Ez a módszer különösen népszerű Etiópiában, Brazíliában, ahol az éghajlati feltételek kedveznek az ilyen típusú feldolgozásnak. A gyümölcshússal együtt

történő szárítás eredményeként a kávé gazdag, gyümölcsös ízjegyekkel rendelkezik, amelyeket a kávészemet körülvevő gyümölcshús fermentációja idéz elő (Murthy-Naidu, 2012).

2.2.2 Nedves módszer

Az eljárás első lépéseként eltávolítják a gyümölcshúst a kávébabról, majd a babokat vízben áztatják, amelynek hatására fermentáció indul el. A fermentáció során a kávészemeken maradt nyálkás pektinréteg bomlik le. Ez a folyamat addig tart, amíg a pektinréteg teljesen le nem ázik a szemekről. A fermentációt követően a kávébabot alaposan megmossák, majd kiszárítják. Az eljárás eredményeként a kávébab ízvilága savasabbá válik, ugyanakkor megőrzi a kávé fajtájára jellemző karakteres ízjegyeket (Murthy-Naidu, 2012).

2.2.3 Mézes módszer

A mézes eljárás a nedves és a száraz feldolgozási módszerek között helyezkedik el. A kávébabról eltávolítják a gyümölcshúst, azonban a nyálkás pektinréteg rajta marad. A kávészemeket ezzel a ragacsos réteggel együtt szárítják, miközben a szárítási folyamat során fermentáció is végbemegy. Ennek eredményeként a kávébab ízprofilja kevésbé savas lesz, mint a nedves feldolgozásnál, ugyanakkor édesebb, gyümölcsös jegyek jelentkeznek az ízvilágban (Sanz-Uribe et al., 2017).

2.2.4 Pörkölés

A kávé pörkölése az ízének kialakulása szempontjából az egyik legmeghatározóbb folyamat. Ebben a feldolgozási szakaszban szabadulnak fel az aromaanyagok, miközben számos kémiai reakció megy végbe. Ezek a reakciók hozzák létre azokat a vegyületeket, amelyek a kávé jellegzetes zamataért és illatáért felelősek. A pörkölés folyamata három, hőmérséklet alapján elkülöníthető szakaszra osztható, amelyek mindegyike hozzájárul a kávé végső ízprofiljának és aromájának kialakulásához (Fernandes et al., 2019).

- **szárítási szakasz (150°C):** Ebben a hőmérséklettartományban a kávébabból eltávozik a nedvességtartalom jelentős része, viszont nem teljes mértékben. A kávébabokban kialakuló magas nyomás miatt a víz forráspontja megemelkedik, így ezen a hőmérsékleten az összes nedvesség nem tud elpárologni. Hőmérséklet még nem elegendő a Maillard-reakció végbemeneteléhez, azonban a fehérjék denaturálódása már megkezdődik, ami fontos előkészítő lépés a későbbi kémiai reakciók számára.
- **pörkölés kezdeti szakasza (150-180°C-ig):** A hőmérséklet hatására a szénhidrátok karbonsavakká alakulnak, valamint lejátszódik a Maillard-reakció, amely során a redukáló cukrok az aminosavakkal reakcióba lépnek (Zhang et. al, 2009). Ennek eredményeként

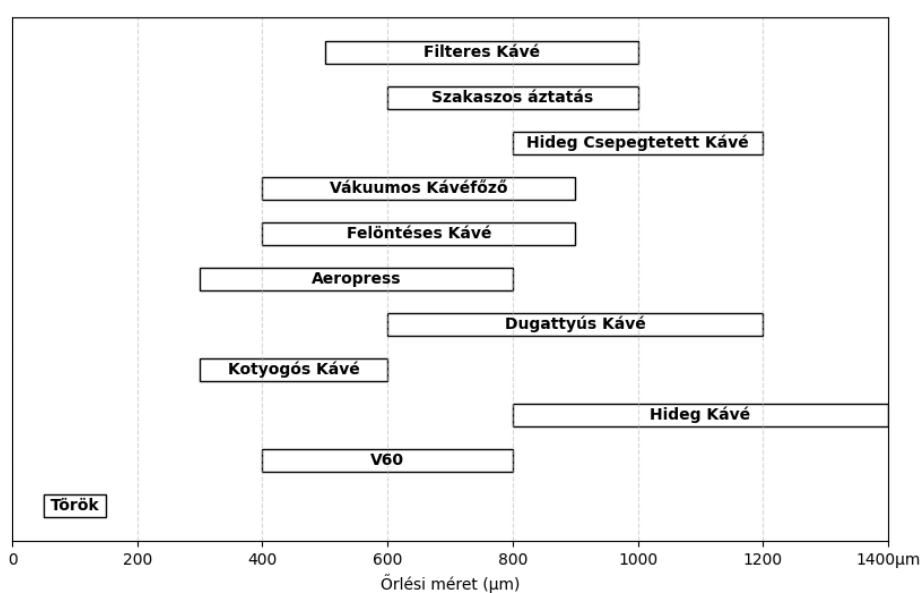
melanodinek, azaz barna színanyagok keletkeznek, amelyek a kávészemek sötétebb színét és jellegzetes ízvilágát alakítják ki. A kávébabban található klorogénsav a hő hatására lebomlik, amelynek során olyan vegyületek keletkeznek, mint a kávésav és a kininsav.

- **pörkölés (180-230C-ig):** A kávé jellegzetes reccsenő hangja ebben a szakaszban figyelhető meg. Az első reccsenés a szakasz elején, körülbelül 190 °C-on következik be, amikor a keletkező szén-dioxid és illékony anyagok hatására a kávészem belső szerkezete megváltozik, melynek következtében, megreped. Ez a repedés elősegíti, hogy a kávéfőzés során a vízoldható komponensek könnyebben kioldódjanak. Ezzel egyidejűleg a szénhidrátok további bomlása és karamellizációja zajlik, amelynek eredményeként sötétbarna szín és jellegzetes aromaanyagok alakulnak ki. A kávébab belsejében felszabaduló szén-dioxid a felszínre abszorbeálódik, amely hozzájárul az aromák megőrzéséhez, valamint megakadályozza a telítetlen zsírsavak oxidációját (Fernandes et al., 2019).

2.2.5 Kávéőrlés

A pörkölt szemes kávé őrlés közben különböző szemcseméretű őrléménnyé alakul, amely meghatározó szerepet játszik a kávékészítés során lezajló extrakciós folyamatban. Az őrlés finomsága befolyásolja az ízek kioldódását, ezért az egyes kávéfőzési módszerekhez eltérő szemcseméret ajánlott, amit a 4. ábra is szemléltet. Az őrlési fokozatok az alábbi szemcseátmérő-tartományokba sorolhatók (Internet 4).

4. ábra: Különböző kávéfőzési módokhoz ajánlott őrlési méretek
(Forrás: saját szerkesztés Yoji (2019) nyomán)



2.2.6 Kávéfőzés

Az őrlemény extrakciós folyamaton megy keresztül, amely két szakaszból áll. Az első, rövidebb szakaszban az oldható vegyületek és illékony aromák oldódnak ki. A második szakaszban, amikor a folyamat lassabbá válik, az őrlemény belsejében található vegyületek kerülnek kioldásra. A kávé őrlési foka kiemelten fontos az optimális eredmény eléréséhez. A legjobb minőségű ital közepes őrlésű kávéból készíthető, mivel ez az őrlemény ideális arányban tartalmaz finom és durva szemcséket. A finom szemcsék csökkentik, míg a durvább szemcsék növelik a víz áramlási sebességét az őrleményen keresztül, ami biztosítja az extrakció hatékonyságát, és elősegíti az aroma- és ízanyagok italba jutását. (Angeloni et. al, 2023) A kávéital minőségét számos tényező befolyásolja, többek között a kávé fajtája, a pörkölés módja és ideje, az őrlési fok, az extrakció hőmérséklete, valamint az alkalmazott nyomás és időtartam (Celliet. al, 2019).

2.3 Kávé fajták

A kávé Afrikában őshonos növény, amely a búzafélék családjába tartozik, azon belül pedig a *Coffea* nemzetség tagja. Ebbe a nemzetségbe több száz faj tartozik, amelyek közül gazdaságilag a legjelentősebb a *Coffea arabica* és a *Coffea canephora*, utóbbi közismert nevén Robusta kávé (Ferreira et al., 2019). A 2. táblázatban az Arabica és Robusta kávék összehasonlítása látható.

2.3.1 Arabica

Az Arabica (*Coffea Arabica*) kávé Etiópiából származik, és édes, gyümölcsös aromájú kávébabjairól ismert, amelyből kiváló minőségű kávé készíthető. A 2023-as adatok alapján az Arabica a világ kávétermelésének megközelítőleg 60%-át adja. (International Coffee Organization, 2023) Zöld kávé formájában 100 grammonként 154 mg koffeint tartalmaz. Ez a kávéfajta jellemzően magasabb, 600–2000 méter közötti tengerszint feletti magasságon terem. Termesztése azonban kihívásokkal jár, mivel érzékenyebb az éghajlati viszonyokra és kevésbé ellenálló a kártevőkkel szemben. Az Arabica kávé terméshozama alacsonyabb, ami megnehezíti gazdaságos termesztését, így magasabb árfekvésű terméként jelenik meg a piacon (Caracostea, et. al, 2021).

2.3.2 Robusta

A Robusta (*Coffea Canephora*) kávé ízvilága kesernyésebb, testesebb jegyekkel rendelkezik. Koffeintartalma magasabb, 100 gramm kávéban 182 mg koffeint tartalmaz. A Robusta kávé alacsonyabb tengerszint feletti magasságon, jellemzően 0–600 méter között

terem, az éghajlati körülményekkel szembeni nagyobb ellenállóképessége miatt könnyebben termesztendő. Ez a tulajdonság hozzájárul alacsonyabb előállítási költségeihez, így gazdaságosabb termékként jelenik meg a piacon. A világ kávétermelésének körülbelül 40%-át ez a fajta teszi ki (Caracostea et al, 2021).

2. táblázat: Arabica és Robusta kávé összehasonítás.
(Forrás: saját szerkesztés Caracostea et al (2021) nyomán)

| Fajta | Ízprofil | Koffeintartalom (mg koffein/100 kávé) | Termesztett magasság (m) | Termesztett mennyiség (%) |
|---------|------------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| Arabica | édes, gyümölcsös | 154 | 600-2000 | 60 |
| Robusta | kesernyés | 183 | 0-600 | 40 |

2.4 Kávészacc

A kávézacc az pörkölt- és őröltkávé extrakciós eljárással történő kávékészítésének mellékterméke. Az extrakció során az őrlemény érintkezik a folyadékfázissal, amelynek hatására a vízoldható vegyületek kioldódnak, a kávéitalba kerülnek. Ezzel szemben az oldhatatlan összetevők és egyéb komponensek a kávézaccban visszamaradnak. Ennek következtében a kávézacc számos értékes anyagot, például antioxidánsokat, ásványi anyagokat és bioaktív vegyületeket tartalmaz, amelyek további felhasználásra alkalmasak lehetnek (De Peñ et al., 2019).

Zacc összetétele

A kávé számos vegyületből áll, amelyek meghatározzák annak ízét, zamatát. Legjelentősebb hatóanyaga a koffein, amely egy alkaloid vegyület (Bae et al., 2024). A fenolos vegyületek közül kiemelkedik a klorogénsav, mely antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik, pörkölés következtében bomlanak létrejön a kávésav, amely szintén hozzájárulnak a kávé élettani hatásaihoz. Ezen kívül a kávé jelentős mennyiségben tartalmaz lipideket, főként triglicerideket, valamint szénhidrátokat, amelyek jellemzően poliszacharid formájában fordulnak elő. A fehérjék és aminosavak szerepe különösen a pörkölés során válik fontossá, mivel az íz és aroma kialakulásában alapvető szerepet játszanak. Emellett a kávé több mint 800 illékony vegyületet tartalmaz, amelyek meghatározóak az aroma és az íz komplexitásának kialakulásában (Bevilacqua et al., 2023).

A kávéfőzés folyamatának nincs jelentős hatása a fehérjék és lipidek mennyiségére, melyek közel azonos koncentrációban maradnak jelen az extrakció után is. A lipidek koncentrációja még magasabb lehet a kávézaccban, mint az őrölt kávéban. A szénhidrátok aránya szintén emelkedett koncentrációt mutat a zaccban, mivel főként oldhatatlan

poliszacharidok, például cellulóz, galaktomannán és arabinogalaktán alkotják. Ezek az összetevők hozzájárulnak a kávézacc magas élelmirost-tartalmához. Megállapítható, hogy a fehérjék, lipidek és szénhidrátok hőstabilak, így az extrakció folyamat nincsen hatással a mennyiségi változásukat. Ugyanakkor a vízdékony komponensek és az ásványi anyagok koncentrációja jelentős mértékben csökken a kávéfőzés során, mivel ezek nagy része az elkészült kávéitalba kioldódik (Franca, Oliveira 2022).

A kávé meghatározó vegyülete, a koffein, a kávéfőzés során nem oldódik ki teljes mértékben, így a kávézaccban is kimutatható. A 3. táblázat a kávézacc kémiai összetételének változását mutatja be. Fontos megemlíteni, hogy a zacc jelentős mennyiségben tartalmaz szerves vegyületeket is. A polifenol vegyületek közül megtalálható benne a klorogénsav, a kávéssav, a ferulinsav és a p-kumársav, amelyek antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatással rendelkeznek (Arias et al., 2023).

3. táblázat: Kávézacc kémiai összetételének változása a kávéfőzés hatására
(Forrás: saját szerkesztés Franca (2022) nyomán)

| KOMPONENS | PÖRKÖLT ARABICA | PÖRKÖLT ROBUSTA | KÁVÉZACC |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| FEHÉRJE | 12-15 | 13-15 | 10-17 |
| ZSÍR | 15-20 | 11-16 | 22-27 |
| ÁSVÁNYI ANYAG | 4-5 | 5 | 0,1-1 |
| SZÉNHIRDÁT | 40-79 | 64-71 | 45-89 |
| KOFFEIN | 1 | 3 | 0,07-0,4 |
| ELEMI ROST | - | - | 45-51 |
| CELLULÓZ | - | - | 16-25 |
| GALAKTOMANNÁN | 12-13 | - | 23 |
| ARABINOGALAKTÁN | - | - | 11 |

2.5 Környezeti hatás

Az újrahasznosítás napjainkban az egyik legfontosabb környezeti és gazdasági kérdés, mivel az emberiség folyamatosan növekvő mennyiségű hulladékot termel. A globális hulladékfelhalmozódás, amelyet a növekvő népesség, a gyártási folyamatok bővülése és a fokozódó fogyasztás eredményez, egyre nagyobb hatást gyakorol a környezetre. E témakör a kávé feldolgozása és fogyasztása esetén is aktuálissá vált. Az említett folyamatok egyaránt nagy mennyiségű hulladékot termelnek. Feldolgozásnál jelentős melléktermék származik, a gyümölcshúsból a pulp réteg eltávolítása által, fermentáció során a pergament leválása, illetve az ezüst hártva eltávolításánál is. Az így felhalmozódott hulladékok a fejlődő országok számára jelentenek gondot. A fogyasztásból származó melléktermék, a kávézacc viszont a fejlett országok számára megoldatlan probléma (Bevilacqua et al., 2023). Egy kilogramm kávé feldolgozása során megközelítőleg két kilogramm nedves kávézacc keletkezik, amely jelentős mennyiségű mellékterméket jelent (Koay et al., 2023).

Jelenleg meghatározó részét étetéssel hasznosítják energia visszanyerés céljából, amely során a benne található szerves anyagok lebomlásával metán és szén-dioxid szabadul fel, növelve ezzel a környezetre gyakorolt káros hatásokat. További probléma, hogy a gyakran hulladéklerakókba kerül (Franca, Oliveira 2022).

Kávészacc újrahasznosításában rejlő lehetőségek egyre nagyobb figyelmet kapnak különböző iparágak részéről, amelyek innovatív eljárásokat dolgoznak ki annak érdekében, hogy értékes komponenseit kinyerjék és életciklusát a lehető leghatékonyabb módon meghosszabbítsák. Ugyanis globálisan évente a keletkező hulladék mennyisége eléri a 6-8 millió tonnát (Bevilacqua et al., 2023).

2.6 Élelmiszeripari felhasználása

A kávézacc számos bioaktív komponensének köszönhetően értékes alapanyagként jelenhet meg az élelmiszeriparban. A kávézacc süteményekhez való hozzáadása jelentősen javíthatja azok táplálkozás-élettani jellemzőit. A különböző termékekben való alkalmazása növelheti azok rost- és antioxidáns-tartalmát továbbá a sütemények fehérje tartalmát is (Campos-Vega et al., 2020).

Az omlós tészták esetében a kávézacc felhasználása kedvezően befolyásolhatja a tészták textúráját, miközben szintén növelte azok rost- és antioxidáns-tartalmát. A kávézacc hozzáadásával készült tészták stabilabb textúrát és kedvezőbb érzékszervi tulajdonságokat mutattak, miközben hozzájárultak a termék kalóriatartalmának csökkentéséhez (Koay et al., 2023).

A kávézacc hozzáadása a piskótákhoz pozitív hatást gyakorol a termék érzékszervi tulajdonságaira, beleértve a színt, az ízt és az aromát. Emellett a piskóták rosttartalma is jelentősen megnövekedett, ami táplálkozás-élettani szempontból előnyös. Az antioxidánsok jelenléte hozzájárulhat a piskóták élettani hatásainak javításához. Illetve magasabb rosttartalom nemcsak a piskóták tápértékét emelte, hanem súlyuk növekedését is eredményezte. Emellett a reológiai tulajdonságok is javultak: a kávézacc lágyabb textúrát kölcsönzött a piskótáknak, ami kedvezően hatott a termék fogyasztói megítélésére. Mindezek azt igazolják, hogy a kávézacc fenntartható alapanyagként új lehetőségeket nyújthat a cukrászati termékek fejlesztésében (Ahmed et al. 2023).

A kávézacc muffinokhoz történő hozzáadása szintén kedvezően hatott a termék táplálkozás-élettani értékére illetve javította azok textúráját és ízét. A muffinokban a kávézacc alkalmazása hozzájárul a magasabb rosttartalomhoz. A fogyasztói tesztek szerint az ilyen muffinok ízét és textúráját előnyösnek ítélték (Severini et al., 2018).

2.7 Egészségre gyakorolt hatás

A jelenlegi kutatások eredményei alapján a kávézacc pozitív hatással van a szervezetre, ezáltal az egészségre is jótékonyan hat. Táplálkozás-élettani szempontból fogyasztása kedvezően befolyásolhatja a bélrendszer működését, valamint enyhítheti a metabolikus szindróma tüneteit. Kávézacc rendszeres fogyasztása hozzájárulhat a bélmikrobiom sokszínűségének változásához, csökkentve a *Firmicutes* és *Bacteroidetes* baktériumok arányát, ami szintén előnyös az egészség szempontjából. Egyes kutatások igazolták, hogy a kávézacc fogyasztása csökkentheti a testzsír tömegét és a vérnyomást, javíthatja a glükózfelvételt, valamint kedvező hatással lehet a szív működésre. Ezen kutatások rávilágítanak arra, hogy a kávézacc rendszeres fogyasztása az egészséges táplálkozás szerves részévé válhat (Bhandarkar et al., 2020).

Tanulmányok igazolták, hogy a kávézaccal dúsított sütemények és pékáruk kedvező hatással lehetnek az emberi szervezetre. A korábban említett magas rost- és antioxidáns tartalmának hozzájárult a termékek fehérje- és élelmi rosttartalmának növeléséhez, ami pozitívan befolyásolta az étvágyat, a teltségérzetet, valamint a bélmozgás szabályozását. Emellett kedvezően hatott a vércukorszint alakulására, így csökkentve a 2-es típusú cukorbetegség kialakulásának kockázatát (Guadalupe et al., 2019).

A pékáruk esetében a kávézaccban található oldhatatlan rostok, antioxidánsok, esszenciális aminosavak, valamint alacsony glikémiás indexű cukrok kedvező hatást gyakoroltak az emésztésre és a vércukorszint szabályozására. Ezen tulajdonságok a kekszek tápértékének növekedését eredményezték, tovább erősítve a kávézacc (Guadalupe et al., 2019).

2.8 A kávézacc felhasználásának hatásai

A krémhez hozzáadott szemcsés anyag, mint a kávézacc, jelentős hatással van annak textúrájára, állagára és érzékszervi tulajdonságaira. Finomabb szemcseméret alkalmazása esetén a krém textúrája egyenletesebb, simább és krémesebb lesz, melyet a fogyasztók kedvezőbbnek ítélnék a durvább szemcséket tartalmazó változatokhoz képest. A szemcseméret befolyásolja a krém állagát is, mivel kisebb szemcsék használatával stabilabb és homogénebb szerkezet érhető el. Emellett a szemcseméret az íz kialakulásában is kulcsszerepet játszik: a kisebb szemcsék nagyobb fajlagos felülete intenzívebb ízérzékeltést eredményez, ami tovább növelheti a fogyasztói elégedettséget.

A reológiai vizsgálatok során a kutatók a kávézaccot tartalmazó sütemények tésztájának viskoelasztikus tulajdonságait értékelték, amelyek meghatározzák a termék textúráját és feldolgozhatóságát. A vizsgálat eredményei szerint a kávézacc hozzáadása megváltoztatta a

tészta reológiai jellemzőit, ami növelte a tészta szilárdságát és rugalmasságát. Ezek mellett a kávézacc jelentős hatást gyakorolt a tészta viszkozitására is, amely annak magas rosttartalmának és vízmegkötő képességének tulajdonítható.

A vizsgálatból kiderült, hogy a kávézaccot tartalmazó tészták stabilabb szerkezetet mutattak, ami javította a sütemények állagát és formálhatóságát. Ez különösen fontos az ipari felhasználás szempontjából, mivel a megfelelő reológiai tulajdonságok hozzájárulnak a gyártási folyamat hatékonyságához és a végtermék minőségéhez (Koay et al., 2023).

A kutatás során vizsgálták, hogy a kávézacc mennyiségének növelése hogyan befolyásolja a sütemények textúráját és a fogyasztói megítélést. Három különböző zacc-koncentrációt alkalmaztak (10 g, 17,5 g, 25 g), és az érzékszervi értékeléshez a JAR (Just About Right) tesztet használták. Ennek segítségével elemezték a sütemények keménységét, aroma- és ízintenzitását, valamint a szemcsék koncentrációjának megváltoztatásával elért fogyasztói élményt (Guadalupe et al., 2019).

A keménység tekintetében a 10 g zacc alkalmazása mellett a fogyasztók 76%-a „éppen megfelelőnek” ítélte a sütemények állagát. A zacc mennyiségének növekedésével a vizsgálati eredmény fokozatosan csökkent és a 25 g zacc mellett a fogyasztók 71%-a már túl keménynek találta a süteményeket. A kávé ízének értékelése során a 10 g zacc nem bizonyult elegendőnek, a fogyasztók több mint fele „nem elégnek” értékelte az ízintenzitást. A 17,5 g zacc mellett a fogyasztók döntő többsége „éppen elégnek” találta a kávé ízét, ami a megfelelő aroma intenzitást biztosította. A szemcsék jelenléte a 17,5 g zacc mellett volt a leginkább elfogadható, míg a 25 g zacc zavaró hatást keltett a fogyasztókban. A kisebb, 10 g-os mennyiség e szempontból kevésbé befolyásolta az érzékszervi megítélést (Guadalupe et al., 2019).

A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a 17,5 g zacc hozzáadásával készült sütemények mutatták a legjobb eredményeket keménység, kávéíz, aroma és szemcséesség tekintetében. A 10 g-os mennyiség túl alacsony, míg a 25 g zacc túlzott és zavaró hatást váltott ki (Guadalupe et al., 2019).

Muffinok esetében vizsgálták, hogy a kávézacc koncentrációjának növelése miként befolyásolja a termék színét. A kutatás során három mintát elemeztek: egy kontrollmintát, amely nem tartalmazott kávézaccot, és két mintát, ahol a liszt 15%-át, illetve 30%-át kávézaccal helyettesítették. Az eredmények egyértelműen kimutatták, hogy az L^* (világosság) színtényező értéke a kávézacc koncentrációjának növekedésével csökkent, ami a szín sötétedését eredményezte. A legmagasabb zacc-koncentráció mellett mérték a legalacsonyabb világossági értéket. Az a^* (zöld-vörös) színtényező esetében a kávézacc növekedésével a vörös árnyalat erősödött. Ezzel szemben a b^* (kék-sárga) színtényező azt mutatta, hogy a sárga árnyalat

intenzitása csökkent, jelezve a sötétebb színárnyalat megjelenését. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a kávézacc hozzáadása jelentős változásokat okoz a muffinok színében, ami kulcsfontosságú tényező lehet a fogyasztói megítélés szempontjából. Az érzékszervi élmény fokozása érdekében a zacc mennyiségét körültekintően kell megválasztani (Severini et al., 2018).

3 Anyagok és módszerek

A kísérletben a mintaelőkészítést, a reológiai- és színméréseket, nedvességtartalom meghatározást az Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszéken, míg a szemcseméreteloszlás meghatározást az Anton Paar Hungary Kft. telephelyén végeztem. A kísérlet lezárásaként érzékszervi bírálatot is végeztem.

3.1 Felhasznált anyagok

A kísérletekhez 2025 tavaszán kakaós krém recept alapján különböző kávézaccos krémeket készítettem. Az alapreceptben szereplő kakaó mennyiségét helyettesítettem a különböző őrési fokú kávézaccal. Ehhez az otthoni kávégéppel lefőzött kávék után megmaradt zaccot használtam fel. Mivel a visszamaradt termék nedvességtartalma magas volt, ezért szükség volt a szárításra, amit sütőben, alacsony hőfokon 30 °C-on, azonos rétegvastagság mellett végeztem. A zaccokat lezárt csomagokban, a szárításig fagyasztoóban tároltam. A receptekhez a tejet három féle képen adagoltam az összetevőkhöz, így három különböző textúrájú krémet kaptam. Ezek a Tutti márkájú teljes tejpor, valamint 12,5 ml vagy 25 ml Mizo márkájú 2,8% zsírtartalmú tej voltak.

A kávézaccot 4 eltérő őrlési állapotban használtam fel, a kávégépből kikerült zacc a K00, és ezt a zaccot tovább őrltem 0,5 percig (K05), 1 percig (K10) és 1,5 percig (K15). A zacc őrléséhez Hauser G-732 darálót használtam. (Huser, Budapest, Budaörs) Így végül 12 különböző zacckrémet készítettem, amiket a fentebb felsorolt módszerekkel vizsgáltam.

Az alábbi 4. táblázatban láthatóak a receptek.

4. táblázat:A referenciaként használt kakaókrém, valamint a kávézaccal készített kréme receptúrái
(Forrás: saját szerkesztés)

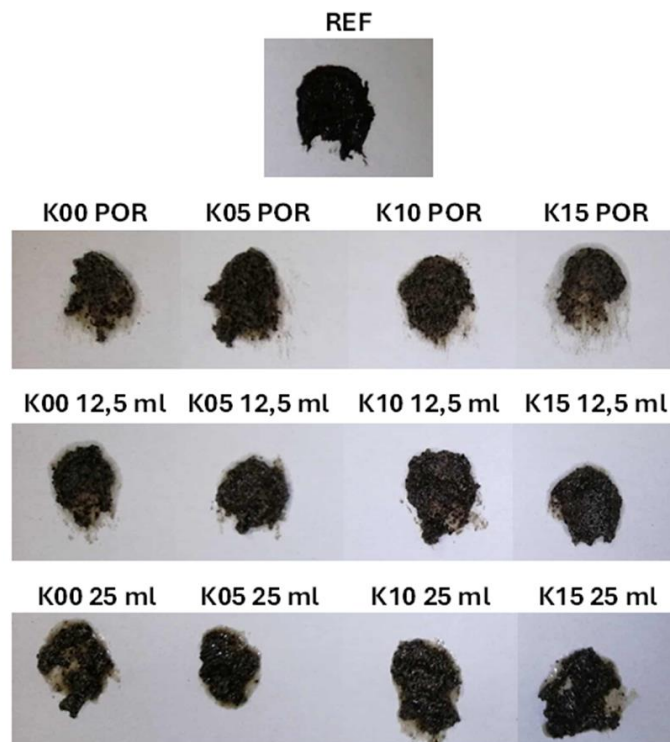
| Ref | vaj (g) | porcukor (g) | tejpor (g) | tej (ml) | kávézacc | kávézacc | kávézacc | kávézacc |
|------------|---------|--------------|------------|----------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | | | | | 0 perc őrlés (g) | 0,5 perc őrlés (g) | 1 perc őrlés (g) | 1,5 perc őrlés (g) |
| Ref | 45 | 80 | - | 25 | - | - | - | - |
| K00_por | 45 | 80 | 3,5 | - | 20 | - | - | - |
| K05_por | 45 | 80 | 3,5 | - | - | 20 | - | - |
| K10_por | 45 | 80 | 3,5 | - | - | - | 20 | - |
| K15_por | 45 | 80 | 3,5 | - | - | - | - | 20 |
| K00_12,5ml | 45 | 80 | - | 12,5 | 20 | - | - | - |
| K05_12,5ml | 45 | 80 | - | 12,5 | - | 20 | - | - |
| K10_12,5ml | 45 | 80 | - | 12,5 | - | - | 20 | - |
| K15_12,5ml | 45 | 80 | - | 12,5 | - | - | - | 20 |
| K00_25ml | 45 | 80 | - | 25 | 20 | - | - | - |
| K05_25ml | 45 | 80 | - | 25 | - | 20 | - | - |
| K10_25ml | 45 | 80 | - | 25 | - | - | 20 | - |
| K15_25ml | 45 | 80 | - | 25 | - | - | - | 20 |

3.2 Kávézaccos krémek elkészítése

A krémek elkészítését megelőzte az alapanyagok előkészítése. Porcukrot leszitáltam, zaccot a fentebb említett őrlési foknak megfelelően készítettem elő. Vajat és a tejet szobahőmérsékletre melegítettem, majd 24 °C-os hőmérsékleten elkészítettem a krémek. Az alapanyagok hozzáadását megadott sorrendben végeztem. Először kimértem a vajat majd hozzáadtam a száraz hozzávalókat: porcukrot, zaccot, illetve a tejpóros krém esetén a tejport. Spatula segítségével egyneműsítettem a krémet, majd tejes krémhez a tej hozzáadásával és alapos elkeverésével zártam a folyamatot. Krém keverése közben azt tapasztaltam, hogy a tejpórossal készült változat esetén nehezebben keveredtek el a hozzávalók, a folyadék hiánya miatt szárazabb nehezebben kenhető krémet kaptam. Azoknál a krémeknél, ahol 12,5 ml tejet alkalmaztam könnyebb keverést és krémes állagot tapasztaltam. 25 ml tej hozzáadása mellett olyan lágy krémet kaptam, amely nem tartotta alakját. A tej kivált a krém tetejére, töltésre alkalmatlan állagot kaptam.

Az 5. ábrán a kísérlet során elkészített krémek láthatóak.

5. ábra A kísérlet során vizsgált krémek
(Forrás: saját szerkesztés)



Az elkészített krémeket műanyag dobozban lefóliázva és lezárta 8 °C-on egy éjszakát a mérés elvégzéséig tároltam.

3.3 Mérési módszerek

3.3.1 Nedvességtartalom

Hagyományos módszerrel, 105°C-on, tömegállandóságig szárítva a mintákat, Venticell szárítószekrényben (Venticell, MMM Medcenter Einrichtungen GmbH, München, Németország) szárítottam. A nedvességtartalom meghatározásához kb. 2-2 g mintával, 3 párhuzamos mérést végeztem.

3.3.2 Színmérés

A zacckrémeken végzett színmérést ColorLite sph850 spektrométer (ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau, Németország) készülékkel mértem. A CIE L* a* b* színrendszer paramétereit, azaz az L* - világossági tényezőt, a* - vörös-zöld színezetre jellemző paramétert és b* - kék-sárga színezetre jellemző paramétert határoztam meg 23,5±1,0°C laboratóriumi hőmérsékleten, minden minta esetén három párhuzamos méréssel.

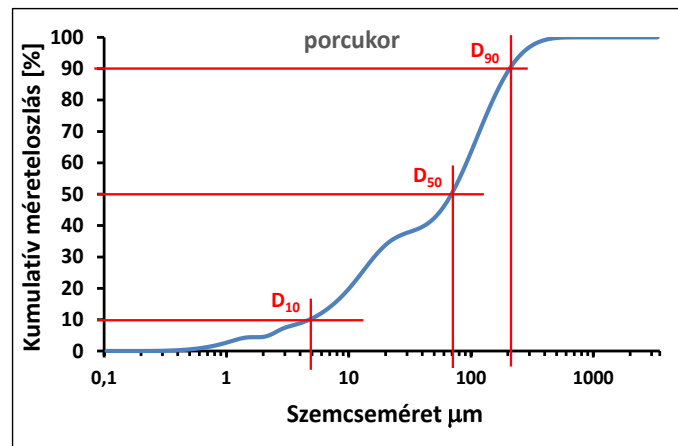
3.3.3 Szemcseméret analízis

A krémek szemcseméretét mikroszkóppal megnéztem. Ehhez SCOPIMUM márkájú XSP-181T-LED-PLAN biológiai mikroszkóp (Scopium, Hungary), ToupView kamera és ToupView szoftver (ToupTek, Hangzhou, Kína) segítségével. Mikroszkópot a mérési pontosság érdekében kalibráltam, melynek során megállapítottam, hogy 0,1 mm valós hossz 2178,69 pixelnek felel meg, a vizsgálathoz 25x nagyítást alkalmaztam. Borsónyi adagot semleges színű paraffinolajjal felhígítottam, homogenizáltam, majd háromszor egy cseppet a szuszpenzióból a tárgylemezre adagoltam. A tetejére fedőlemezt helyeztem, majd megvizsgáltam. A szuszpenzióból méréseket készítettem a különböző szemcsék esetében a legnagyobb átmérő és a terület méretének meghatározásával. A méréseket 24,0±0,7°C hőmérsékleten végeztem.

Litesizer DIA 500 lézerdiffrakciós részecskeméret analízátorral (Anton Paar, Graz, Ausztria) mértem a különböző őrlési idejű kávézaccok részecskeméretét vizes diszperzióban 0,08 és 3500 µm között. A kávézacc mellett a száraz összetevők, mint a tejpor és porcukor szemcseméretét is megvizsgáltam. Mérésenként 1 g kávézacc mintát kellett 600 ml vízben diszpergálni. A tejpor és porcukor mintákat száraz léghívásos módszerrel 4500 mbar nyomású szívólevegővel mértem 1-1 percen át. A kávézaccokat folyadékos módban vizsgáltam szintén 1-1 percig. A kapott eredmények alapján lehetett beállítani a rétegvastagságot a reológia méréshez. A tejpor és a porcukor esetében egy, a kávézacc minták esetében két párhuzamos mérést végeztem. Meghatároztam a készülék szoftvere segítségével a szemcseméret sűrűségeloszlását, valamint a kumulatív méreteloszlást (%). Az 6. ábráról leolvasható, D10 metszéspont, amely szemlélteti, hogy 10%-nál 5µm a szemcseméret. Vagyis a vizsgált

anyagban 5 μm -nél kisebb szemcseméretű szemcsék teszik ki az anyag 10%-át. D50-nél a minta 50%-ánál ez a szemcseméret határ 70 μm , 90%-nál pedig 200 μm .

6. ábra: Kumulatív méreteloszlás (%) a mintahamaz 10, 50 és 90 %-ában a szemcseméret porcukor mérés eredményén bemutatva
(Forrás: saját szerkesztés)



3.3.4 Amplitúdó pásztázás

A kávézaccrémeket a szemcseméret meghatározást követően amplitúdó pásztázással vizsgáltam meg. A szemcseméret meghatározás alapján a legnagyobb szemcseméret alapján választottam a reológiai mérésekhez a 2,0 mm-es rétegvastagságot, mivel Mezger (2014) javaslata alapján a legnagyobb szemcseméret a rétegvastagság legfeljebb 10%-a lehet. A méréseket MCR302 moduláris kompakt reométerrel (Anton Paar, Graz, Ausztria) végeztem 3-3 párhuzamos méréssel $20\pm 0,2$ °C-on, a cég RheoCompass 1.33 szoftvere segítségével. A kísérlet során PP50 típusú, 50 mm átmérőjű, lap-lap geometriájú, rozsdamentes acél mérőfejjel, 0,001-1000% nyírási deformáció értékek között, 25-25 adatponttal, 5 s/adat gyakorisággal állandó 10 rad/s szögsebesség mellett vettem fel a görbét. Az adatpontok rögzítése akkor kezdődött el, amikor a 2,0 mm-es mintaréteg 30 másodpercig a mérési hőmérséklettel azonos ($20\pm 0,2$ °C) maradt. A minták alacsony víz-, ám magas zsírtartalma miatt a mérőfej felületével megegyező 320-as vízálló dörzspapírt ragasztottam a mérőfej lapjára.

A mérések során a viszkoelasztikus anyagok amplitúdó pásztázásával dönthetjük el az anyag viselkedését, emellett választ kaphatunk arra, hogy milyen méréssel érdemes folytatnunk a vizsgálatot. A mérés során felvett elasztikus tulajdonságról a G' tárolási modulus, míg a viszkózus tulajdonságról a G'' veszteségi modulus ad információt. A felvett görbék kiértékelése során a minták folyáspontjában a nyírófeszültség értékét (τ_f), határoztuk meg, amit a G' és G'' görbék kereszteződési pontja ad meg ahol $G' = G''$. E ponton túl már egyértelműen a viszkózus tulajdonságok dominálnak (Mezger, 2014).

3.3.5 Viszkozitásmérés

Az amplitúdó pásztázást követően a minták viszkozitását is mértem. Ehhez a már korábban használt PP50 típusú mérőfejet használtam a dörzspapírral, 3-3 párhuzamos méréssel, $20 \pm 0,2$ °C hőmérsékleten. A méréshez alacsony maximális nyírási sebesség értéket választottunk, mert a minták inhomogén viselkedést mutató diszperziók voltak, és a bennük lévő nagy koncentrációjú szilárd részecskék miatt nagyobb nyírási sebességnél a krémek elkezdtek szétarabolódni, és a minta egy része kisodródott a mérőfej alól.

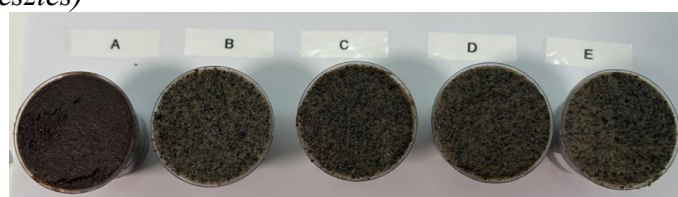
A méréseket három szakaszban, szintén a 60 másodperces hőmérsékleten tartást követően végeztük. Az első szakaszban a mintákat 5 másodpercig 10 1/s nyírási sebességgel előkevertem, majd ugyanekkora sebesség mellett 60 adatponttal, $0,25 \text{ s /adat}$ gyakorisággal felvettem a minták viszkozitásgörbéit. A második szakaszban 10 és $0,01 \text{ 1/s}$ nyírási sebesség között lineárisan csökkentem a sebességet, $0,125 \text{ s}$ gyakorisággal 80 adatponttal vettem fel a folyásgörbéket. A kiértékelés során állandó nyírási sebességnél meghatároztam az átlagos dinamikai viszkozitást, valamint viszkozitás százalékos változását. A folyásgörbékről meghatározásra került a szoftver segítségével 5 1/s értéknél a minták nyírófeszültsége és látszólagos viszkozitása.

3.3.6 Érzékszervi bírálat

A különböző őrlési idejű zaccokból a 3.2 fejezetben leírt módon elkészített krémek közül a $12,5 \text{ ml}$ tejjel készült krémekkel 20 pontos, súlyzófaktoros érzékszervi bírálatot 17 fő képzetlen bírálóval. Az érzékszervi tulajdonságokat melyek a szín, illat, állag, íz, előre meghatározott, a terméktől elvárt jellemzők alapján 5 fokozatú skálán értékelték a bírálók. Pontozás alapját az adott jellemzőhöz való megfelelés adta. Az 5-ös értékelés a termékre legjellemzőbb minőséget jelölte, míg az 1-es érték kedvezőtlen tulajdonságra utalt. Ezen vizsgálati módszer alapján információt kaptam arról, hogy a vizsgált krémek, a bírálók megítélése alapján mennyire felelnek meg az elvárt ideális tulajdonságoknak.

Krémeket betűjelzéssel illettem (7. ábra), ahol az *A* minta jelölte a referencia krémet, *B* minta a kontroll zaccot, *C* minta fél percig őrlött, *D* minta az egy percig őrlött, míg az *E* minta a másfél percig őrlött kávézaccot tartalmazta.

7. ábra Az érzékszervi bírálat során kínált zacckrémek
(Forrás: saját szerkesztés)



Az egyes tulajdonságra kapott pontszámot a rá jellemző súlyzófaktorral korrigáltam, majd összeadtam a kapott értékeket, így megkaptam az adott krémre jellemző összpontszámot. Súlyzófaktorok a következőképpen alakultak: szín SF=0,6, illat SF=0,4, állag SF=1,4, íz SF=1,6. A bírálóknak kiosztott bírálati lapot a Melléklet tartalmazza. A bírálat során kapott eredményeket az egyes súlyzófaktorok alapján korrigáltam, majd az összes bíráló korrigált pontját átlagoltam az egyes krémek esetén.

3.3.7 Statisztikai elemzés

Az eredmények kiértékeléséhez a Microsoft 365 szoftver Excel programját használtam, ebben ábrázoltam a különböző mérések oszlopdiagramjait, a színdiagramot, a szemcseméret-eloszlás görbéket, valamint a reológia mérések görbéit. Az amplitúdó pásztázás során a folyáspont értékeket a reométer RheoCompass 1.33 szoftvere segítségével határoztam meg. A mérés és számolás során kinyert paraméterek segítségével IBM SPSS 29.0 statisztikai szoftverrel szignifikáns különbséget kerestem az egyes krémek között ANOVA teszttel, majd post-hoc vizsgálattal (Tukey teszt).

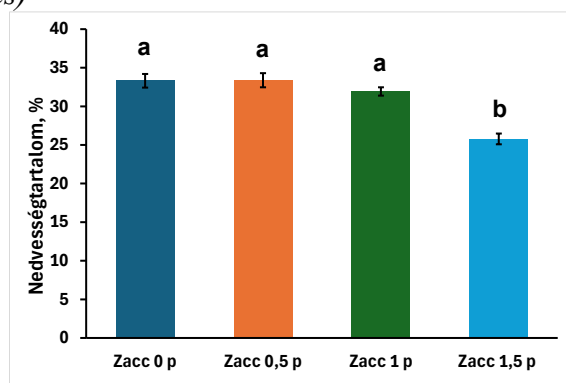
4 Eredmények és kiértékelés

A kísérletem során 13 féle krémet készítettem különböző őrlési idejű zacc felhasználásával, illetve háromféle tejmennyiséget alkalmazásával. Az anyag és módszerek fejezetben leírtak alapján elvégeztem a méréseket, melyek eredményeit az alábbiakban mutatom be.

4.1 Nedvességtartalom mérés eredménye

A minták nedvességtartalma alapján megállapítható, hogy a szemcseméret csökkenésével a nedvességtartalom arányosan csökkent (8. ábra). Az 1,5 percig őrlött minta tartalmazza a legkevesebb nedvességet ez azért lehetséges, mert az őrlés hatására az anyag fajlagos felülete növekszik. Nagyobb felületen pedig több nedvességet képes időegység alatt elpárologtatni.

8. ábra A méréshez felhasznált eltérő őrlési idejű kávézaccok nedvességtartalma és ANOVA eredménye ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



A nedvességtartalom eredményei alapján elmondható, hogy a 1,5 perces őrlés a zacc felmelegedése miatt nagyobb mennyiségű nedvességet veszített a többi zaccmintához képest.

4.2 Színmérés eredménye

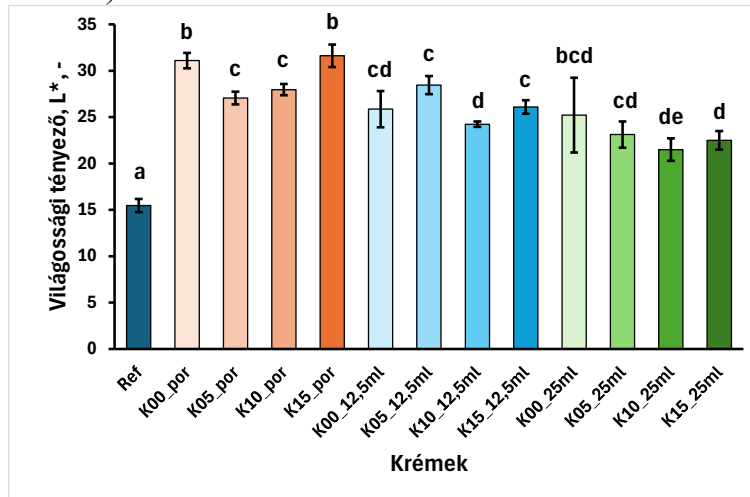
Az alábbiakban a színmérés eredményeit szemléltetem. Elsőként a világossági tényező, L^* mért értékeit mutatom be. Az L^* értéke minél magasabb annál világosabb a vizsgált minta, minél alacsonyabb ezen színtényező értéke annál sötétebb.

A 9. ábrán látható, hogy a referencia krém, amely kakaóport tartalmazott a legalacsonyabb, 15 körüli értéket mutat, míg a kávézaccal készült krémek magasabb értékkel rendelkeznek. Mindez azt jelenti, hogy a referencia krém a többi mintához képest lényegesen sötétebb. Megfigyelhető, hogy az alkalmazott tejmennyiségek mellett a tejpórral készült minták világosabbak, míg a 25 ml tejjel készült minták sötétebb színűek. Megállapítható, hogy a

szemcseméret csökkenése csekély hatással bír a krémek világosságára, értékei ugyan nem nagy tartományban, de némi szignifikáns különbséget mutatnak.

9. ábra: A vizsgált krémek világossági tényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei ($p < 0,05$)

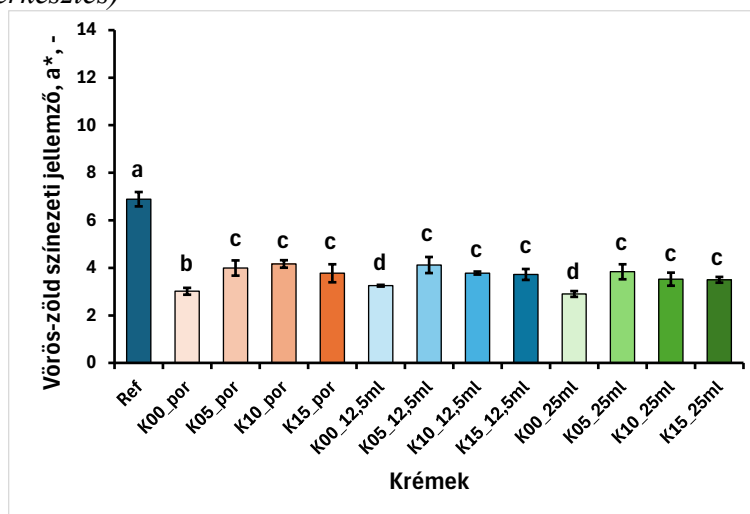
(Forrás: saját szerkesztés)



A 10. ábra az a^* , vörös-zöld színezeti jellemző értékeit ábrázolja. Ezen színjellemző pozitív értékei vöröses, pirosas árnyalatot mutatnak, míg negatív értékei zölde árnyalatot jeleznek a mintában. Az ábrán látható a vizsgált krémek ezen jellemzői pozitív tartományban, a pirosas árnyalat irányába mozognak. A referencia krém 7 körüli értéke mutatja, hogy a vöröses tónus ezen minta esetén a legélénkebb. Zaccot tartalmazó krémek kevesebb vörös árnyalatot tartalmaznak hidegebb árnyalatúak.

10. ábra: A vizsgált krémek vörös-zöld tényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei ($p < 0,05$)

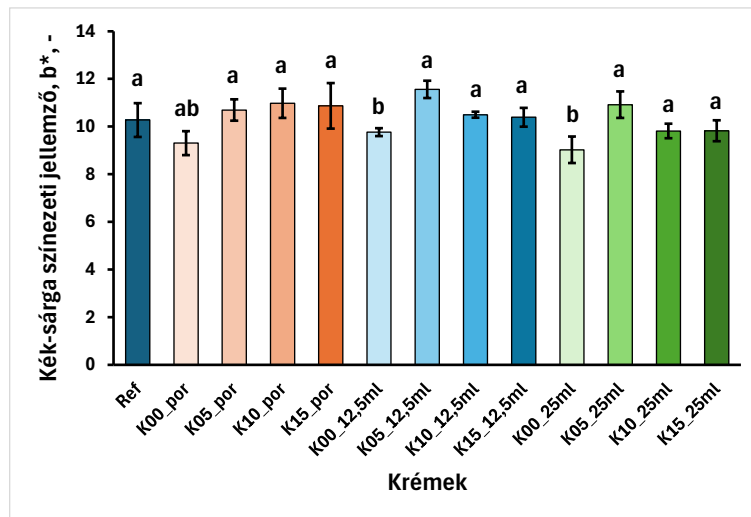
(Forrás: saját szerkesztés)



A b^* kék-sárga színtényező értékeit az 11. ábra szemlélteti. Színtényező pozitív értékei sárga árnyalat, negatív értékei kék árnyalat jelenlétére utalnak. Az ábrán látható, hogy a vizsgált

krémek pozitív értékei a sárga szín dominanciáját szemléltetik. Megfigyelhető, hogy az alkalmazott tejmenyiségek nincsenek jelentős hatással ezen színtényező alakulásra. A további ideig nem őrlött minták esetén alacsonyabb értéket mutat a paraméter, mely tej esetén szignifikánsan eltér.

11. ábra: A vizsgált krémek kék-sárga színtényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



A színmérés eredményei kapcsán elmondható, hogy a CIE Lab paraméterek közül a legdominánsabb az L^* volt, egyrészt a mintában a tej mennyiségének növekedésével arányosan sötétebbek lettek a minták, másrészt látszik némi inhomogenitása a krémekben. Az a^* és b^* értékeknél az őrlési idő hatása látszik, mivel a többlet őrlési idejű zaccal készült krémek szignifikánsan eltértek a K00 mintáktól.

4.3 Szemcseméret analízis eredménye

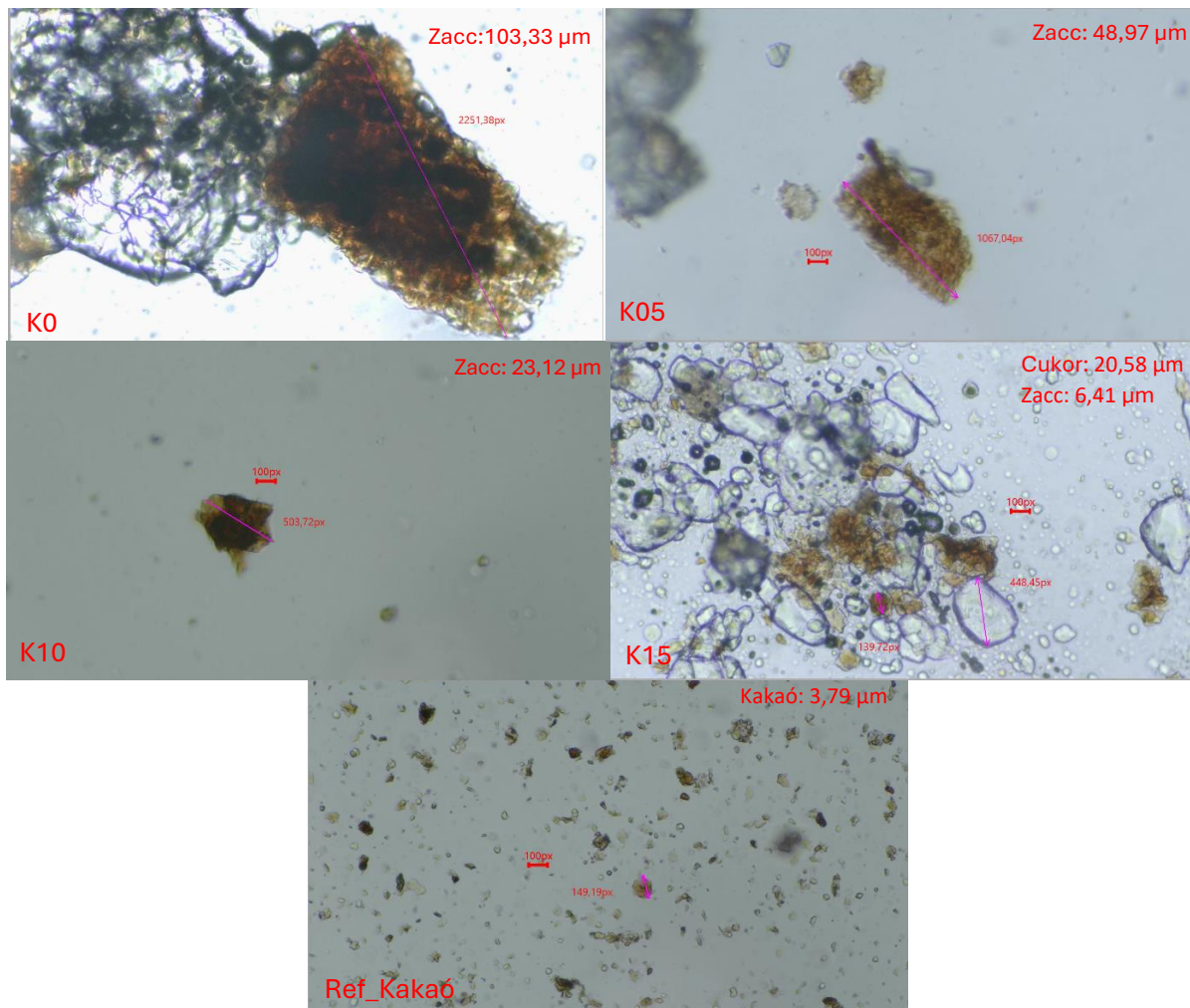
A szemcseméret meghatározása nem csupán az őrlés hatékonyságát szemlélteti, hanem alapvető feltétele a reológiai vizsgálatok során alkalmazott rétegvastagság beállításához. Ennek érdekében a mikroszkópos szemcsevizsgálat mellett lézerdiffrakciós szemcseméret-eloszlás vizsgálatot is végeztem.

4.3.1 Mikroszkópos vizsgálat

A mikroszkópos mérések eredményei alapján megállapítható (12. ábra), hogy az őrlési idő növelésével a szemcseméret csökkent. A nem őrlött zacc szemcsemérete $103 \mu\text{m}$ nagyságú, míg az másfél perces őrlés esetén $6,41 \mu\text{m}$ -re csökkent. A 12. ábrán egyértelműen látható a szemcsék összetapadása, ebből következően a pontos méreteket nehéz meghatározni. Ezáltal

ezen mérési módszerrel a szemcsék méretére csupán megközelítő érték kapható. Továbbá az ábrán megfigyelhető, a cukor szemcseméretének inhomogén jelenléte, mely tovább nehezíti a pontos meghatározást. Mindezek indokolják a műszeres szemcseméret analízist a krémek, illetve az alapanyagok esetén.

12. ábra: Elterő szemcseméretű zacc és cukor szemcsék mikroszkópi képe 25x nagyítás mellett (K0, K05, K10, K15 és Ref minták esetén)
(Forrás: saját szerkesztés)



4.3.2 Lézerdiffrakciós vizsgálat

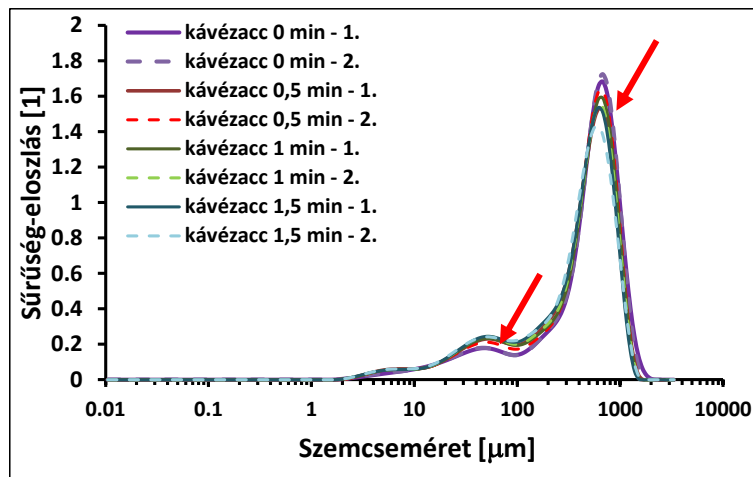
Zacc minták lézerdiffrakciós szemcseméret vizsgálata során folyékony eljárást alkalmaztam. Mindezt a zacc szemcsének súlya indokolta, túl nehezek voltak ezáltal nem jutottak a légáramba, pontatlan mérési eredményhez vezetett. Tejpor illetve porcukor esetén száraz módszert alkalmaztam.

Kávé zacc

A 13. ábra alapján megfigyelhető, hogy a részecskék legnagyobb arányban a 700 μm szemcseméretű tartományban helyezkednek el, tehát a zacc legnagyobb szemcsemérete nem

haladja meg a 700 μm -t. Az 1,5 perces őrlés hatására a 700 μm -es szemcsék mennyisége csökkent és a 50 μm -es szemcsék száma pedig növekedett. Az alacsonyabb tartományban lévő szemcsék méretei nem számottevően változtak. Ebből következtethető, hogy az őrlő berendezés mechanikai tulajdonságai alapján ettől kisebb őrlési finomság nem érhető el a berendezéssel. Műszeres szemcseméret meghatározás során a gép lézer segítségével megmérte a mintában lévő szemcsék méretét. Az őrlési idő függvényében megvizsgáltam a méretcsökkenést, ehhez a mintában lévő átlagos szemcseméretet vettem alapul. Azt tapasztaltam, hogy a fél perces őrlés hatására 8,5%-os, 1 perces őrlésnél 13,5%-os, míg a 1,5 percesnél pedig 16,4%-os méretcsökkenés következett be a kontroll mintához képest. Ezen eredményekből egyértelműen látszik, hogy az őrlési idő nem egyenesen arányos a szemcseméret csökkenéssel. Öröletlen és a 0,5 percig őrlött szemcseméret közötti változás 8,5%, a 0,5 és az 1 perces őrlési idő között 5%, míg a 1 perc és az 1,5 perc között már csak 2,8%. Ha ezt függvényként ábrázoljuk jól megfigyelhető, hogy a görbe egy adott szemcseméretre konvergál, ez a méret az őrlő berendezés sajátossága, ami azt jelenti, hogy tetszőlegesen hosszú őrlési idővel sem tudunk tetszőleges finomságú szemcseméretet elérni ezen berendezéssel. A másfél perces őrlési idő és az egy perces őrlési idő között már alig van szemcseméretbeli különbség, ezért további hosszabb őrlési idő alkalmazására nincs szükség, mert nagyságrendi eltérés nem következik be.

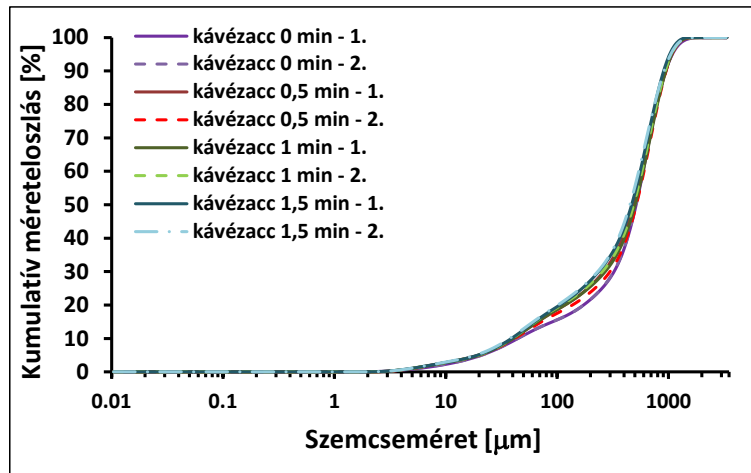
13. ábra: A krémekben felhasznált eltérő őrlésű kávézacc sűrűségeloszlás mérés eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



A 14. ábra a kávézacc minták kumulatív méreteloszlását szemlélteti. Mely alapján megfigyelhető az őrlési idő növelésével a szemcseméret csökkenése. A görbék balra tolódása illetve azok meredeksége szemlélteti a szemcseméret csökkenését, a minta homogenitásának növekedését. A D10 és D50 érték között látható a nem őrlött minta görbéje fut legalacsonyabban utalva arra, hogy ezen mérettartományban kevesebb a finom részecskék aránya, míg az 1,5

percig őrölt minta görbéje ezen a szakaszon egyenletesebb eloszlású, ezért a görbe felfutása enyhébb. Mindez egyértelműen mutatja a darálás hatékonyságát.

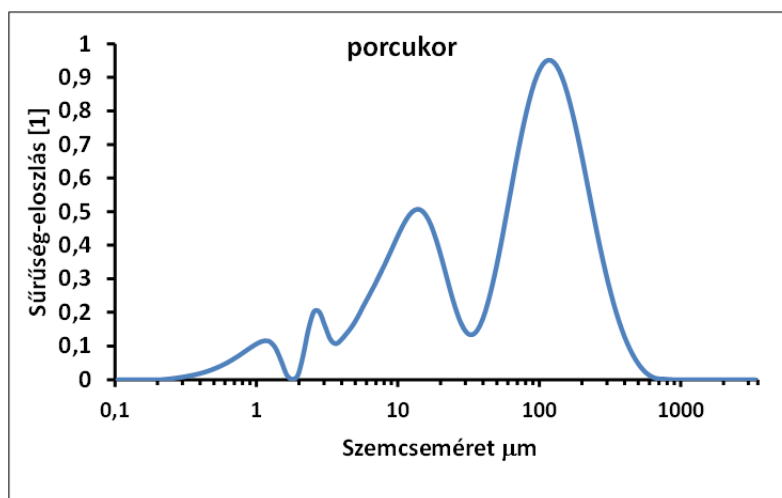
14. ábra: Az eltérő őrlésű kávézacc kumulatív méreteloszlás (%) mérés eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



Porcukor

Porcukor sűrűségeloszlását vizsgálva (15. ábra) látható, hogy a görbe két csúccsal rendelkezik, mindez szemlélteti, hogy nem teljesen homogén. Szemcseméret alapján több frakcióból áll. A görbe maximuma 100 µm részecsketartománynál található, mindez azt jelenti, hogy a vizsgált anyagban a domináns részecskeméret 100 µm nagyságú. Emellett kisebb arányban de mégis meghatározó a 8-20 µm részecskék is.

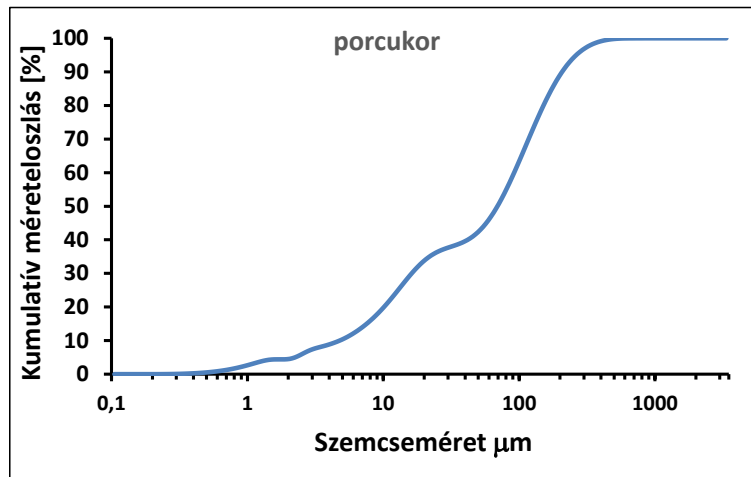
15. ábra: A krémekben felhasznált porcukor sűrűségeloszlás mérés eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)



A porcukor kumulatív méreteloszlása (16. ábra) alapján a szemcsék széles tartományban helyezkednek el. A görbe meredek szakasza jelzi, hogy a szemcsék nagy része 10-300 µm

közötti tartományba esik. D50 azaz az átlagos szemcseméret 70-80 μm , vagyis a minta fele ennél nagyobb fele ennél kisebb méretű.

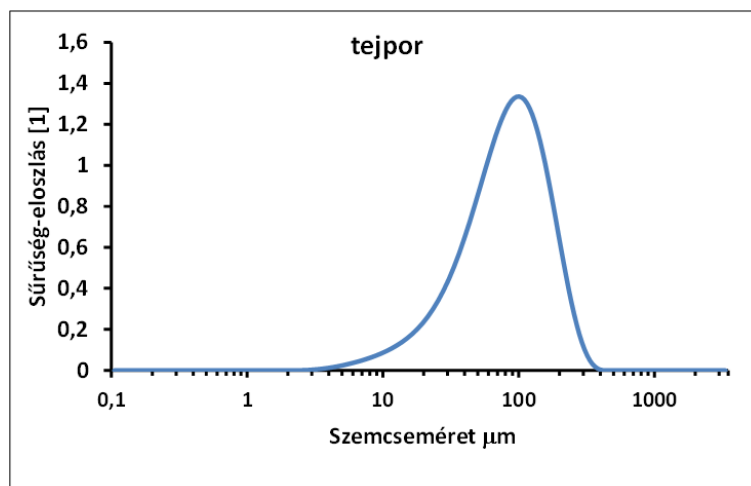
16. ábra: A krémekben felhasznált porcukor kumulatív méreteloszlás (%) mérés eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)



Tejpor

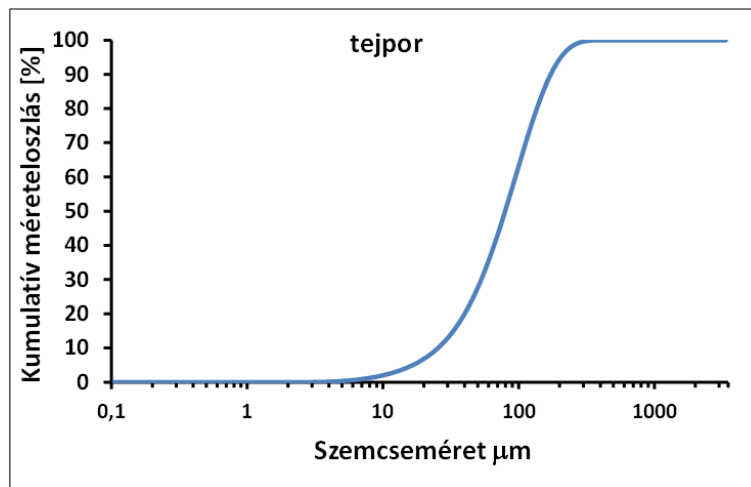
A tejpor sűrűségeloszlás diagramja (17. ábra) egyértelműen mutatja, hogy a vizsgált minta szemcseméret alapján homogénebb eloszlást mutat szemben a fentebb vizsgált porcukor mintával. Részecskék legnagyobb aránya 100 μm mérettartományban helyezkedik el.

17. ábra: A tejpor sűrűségeloszlás mérés eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)



Kumulatív méreteloszlás diagram (18. ábra) ugyancsak szemlélteti az egyenletes méreteloszlást a vizsgált mintán. A görbe hirtelen felfutása ábrázolja, hogy a részecskék meghatározó része a 100 μm körüli mérettartományba koncentrálódik.

18. ábra: A krémekben felhasznált tejporkumulatív méreteloszlás (%) mérés eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)



A szemcseméret analízis során megállapítható, hogy a vizsgált alapanyagok méretben, illetve szerkezetben eltérnek egymástól. A kávézacc lyukacsos, porózus anyag ezáltal puhább szerkezetű, míg a porcukor tömör, kemény szerkezetű. Vizsgálatok alapján megállapítható, a porcukor inhomogén szemcsemérettel rendelkezik szemben a tejporkkal, mely szemcsemérete homogén eloszlású. A reológiai vizsgálatokhoz szükséges rétegvastagság meghatározásánál, mindezeket figyelembe véve a porcukor szemcsemérete alapján került meghatározásra a mérés során alkalmazott 2 mm rétegvastagság.

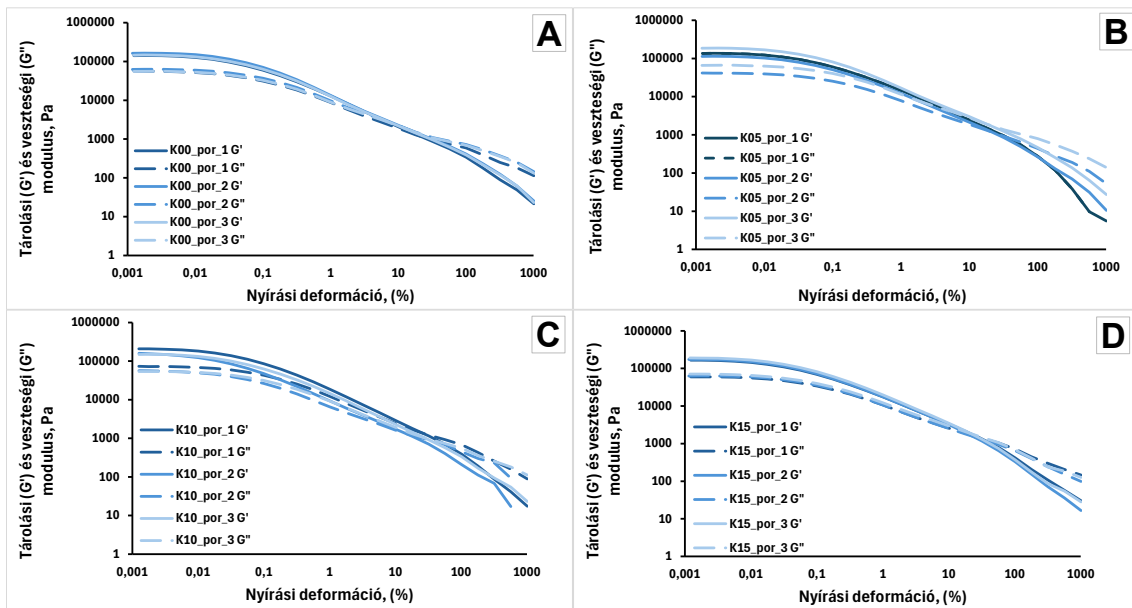
4.4 Amplitúdó pásztázás eredménye

A szemcseméret analízist követően a reológiai vizsgálatokhoz szükséges rétegvastagságot a legnagyobb szemcseméret szerint meghatároztam, mely a kapott eredmények alapján 2 mm. Amplitúdó pásztázással megállapítottam, hogy a szemcseméret változása és a hozzáadott tej mennyisége hogyan hat a krémek szerkezeti stabilitására.

A mért adatokból egy-egy diagramot készítettem, amit a 17-19. ábrákon szeretnék bemutatni, melyek alapján megfigyelhetők az anyagra jellemző tulajdonságok.

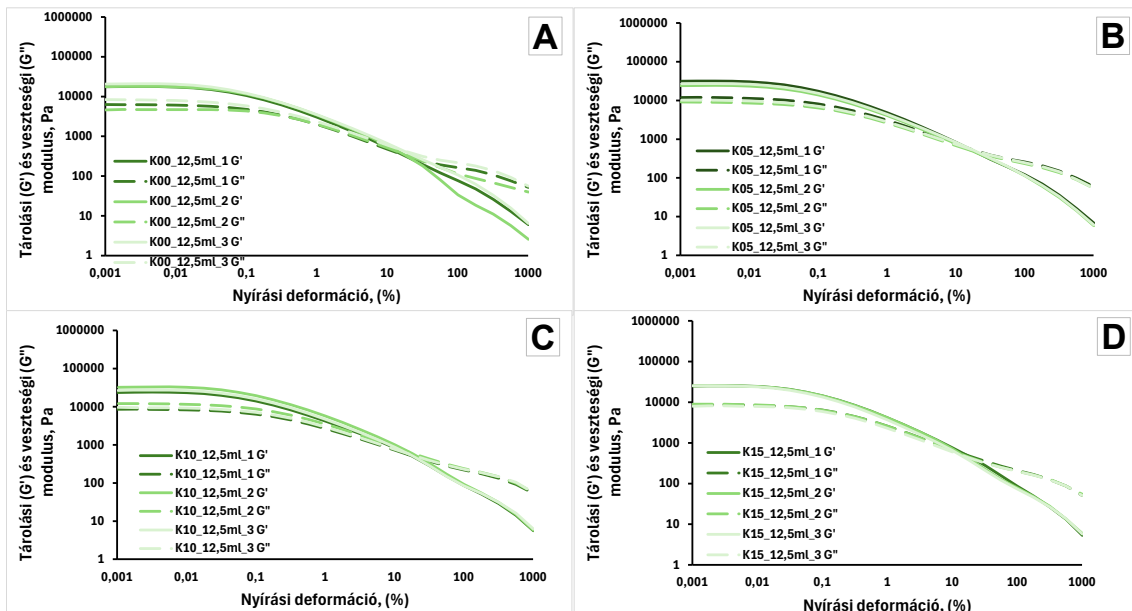
A 19. ábrán a tejporkkal készült eltérő szemcseméretű zaccot tartalmazó krémek amplitúdó pásztázás eredményei láthatók. A kezdeti tárolási (G') és veszteségi (G'') modulus értékei szemléltetik, hogy a tejpork alkalmazása mellett magasabb G' értékek voltak mérhetőek. A nem örölt (K00_por) minta esetén 150000 Pa körüli érték figyelhető meg, majd a szemcsemérete csökkenésével közel 180000 Pa volt a kezdeti tárolási modulus értéke. Mindez szemlélteti, hogy a tejpork alkalmazása merevebb textúrát adott a mintáknak, illetve ezt a stabil szerkezetet a szemcseméret csökkenése tovább növelte. Továbbá a tárolási és veszteségi modulusok közötti jelentős eltérés is azt szemlélteti, hogy a minták kezdetben szilárdak.

19. ábra: A tejpórosos kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



A 20. és 21. ábrán azon krémek esetén, ahol a tej folyadékként került felhasználásra nagymértékű, csökkenés jelentkezett a kezdeti G' érték esetén.

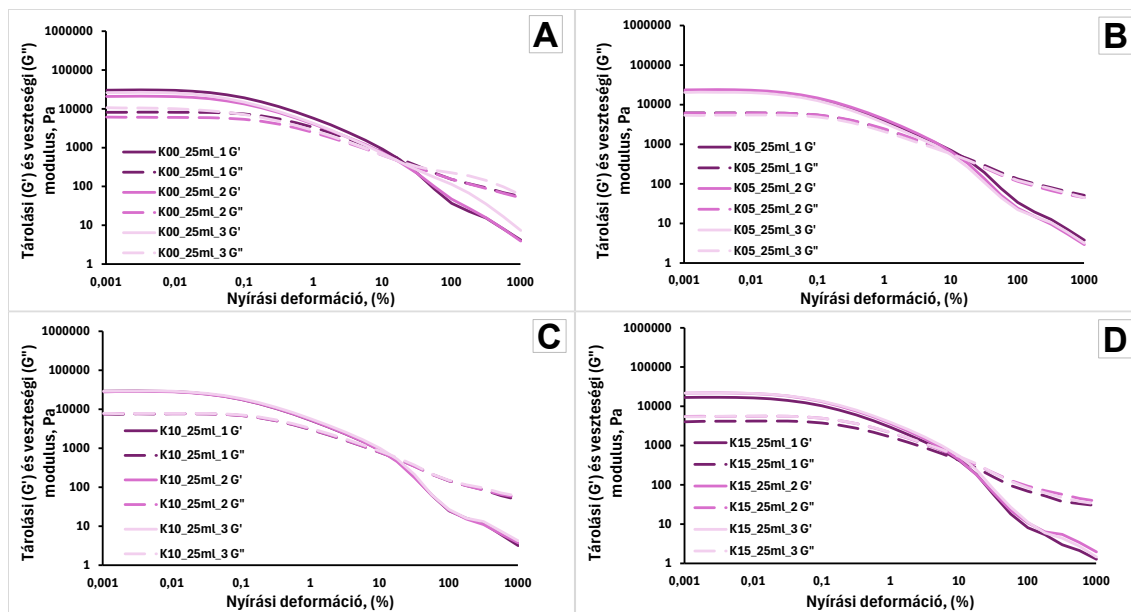
20. ábra: A 12,5 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



Mindazt szemlélteti, hogy ezek a krémek kevésbé rugalmasak a deformációval szemben, tehát lágyabb szerkezetűek szemben a tejpórosos alkalmazott mintáknál. Szemcseméret

csökkenése minimális mértékben mutat stabilitást. Ezen minták esetén a folyadék fázis jelenléte meghatározóbb tényező a kezdeti stabilitást illetően. Megfigyelhető továbbá, a 19. ábra alapján, hogy a tej mennyiségének növelése a kezdeti stabilitásra nincsen jelentős hatással.

21. ábra: A 25 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei
(Forrás: saját szerkesztés)



A lineáris viszkoelasztikus tartomány (LVE) alatt az a nyírási deformáció értendő, amelynek a vizsgált anyag alakváltozás nélkül ellenáll, rugalmas viselkedése miatt eredeti alakját visszanyeri.

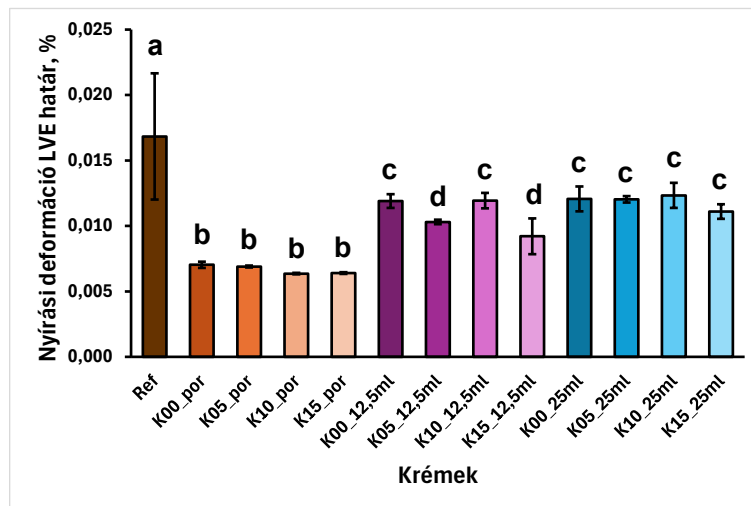
A 22. ábra alapján látható, hogy a minták közül a referencia krém rendelkezik a leghosszabb LVE tartománnyal, mindez azt jelenti, hogy ez a minta ellenáll legnagyobb mértékben a deformációnak a szerkezeti sérülés nélkül. Látható viszont, hogy a tejjel készült minták mutatják a legalacsonyabb tartományt, mindez azt szemlélteti, hogy a szilárdabb krém szerkezetében a deformáció hatására hamarabb következik be sérülés.

Tejet tartalmazó minták LVE határértékük magasabb, illetve közel azonos tartomány között mozog függetlenül a tej mennyiségének növelésétől, tehát nincsen jelentős hatással a stabilitásra. Továbbá megfigyelhető, hogy az őrlési idő növelése sem gyakorol jelentős hatást ezen tartomány alakulására.

LVE határ után jelen levő deformációnak a minta már nem képes ellenállni. G' értéke csökkenni kezd, az anyag veszít rugalmasságából. Azon minták esetén, ahol a tejjel került alkalmazásra a görbék lassabb lefolyása szemlélteti a deformációval szembeni nagyobb

ellenállást. Míg a 12,5 ml illetve a 25 ml tej hozzáadása, már meredekebb lefutást illetve ebből következően kisebb ellenállást mutat.

22. ábra: A vizsgált zacckrémek LVE határának átlag és szórás alakulása, valamint ANOVA eredménye ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



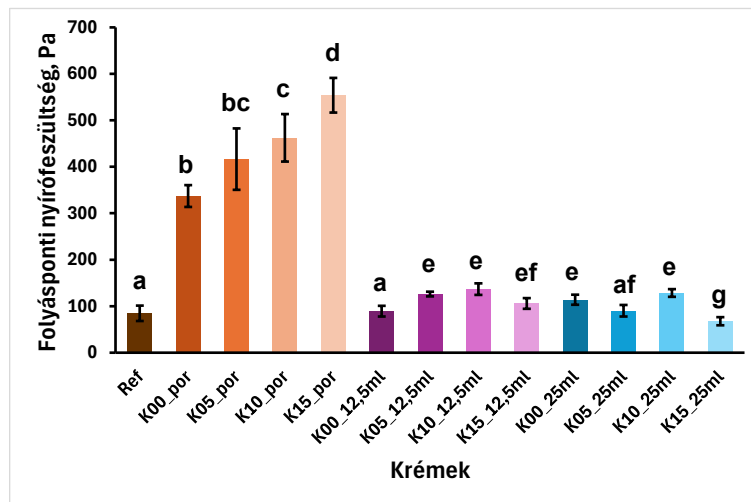
A diagramok jellegzetes pontjai, a görbék metszéspontja, ahol a rugalmassági és viszkozus komponensek aránya egyenlő. Ekkor az anyag belső szerkezete összeomlik, ez a pont az anyag folyáspontja. Ezen a ponton túlmenően az eddig szilárd szerkezet már viszkozus lesz. Mindezt a 23. ábra szemlélteti, azok a krémek rendelkeznek magasabb folyásponttal melyek tejjel készültek. K00_por, nem őrölt minta folyáspontja 330 Pa körüli érték, míg a K15_por, 1,5 perig őrölt minta esetén 650 Pa deformáció mellett következik be az anyag folyása. Egyértelműen látható, a szemcseméret csökkenésével a szerkezeti stabilitás nő.

A többi minta esetén megfigyelhető alacsonyabb folyásponti értékek, a mintákhoz hozzáadott tej és annak mennyiségének növelésével magyarázható. Folyadékfázis megjelenésével lazább szerkezet jött létre, mely kevésbé ellenáll a deformációnak, így a minták folyása előbb következik be, szemben a stabilabb tejporthoz tartozó mintákkal. A tej mennyiségének, illetve az őrlési idő növelése nincsen jelentős hatással ezen érték alakulására.

A metszéspont után látható, hogy a veszteségi modulus (G'') értéke meghaladja a tárolási modulus (G') értékét. Mindez arra utal, hogy a rugalmas jelleg helyett viszkozus viselkedés jelent meg a mintáknál. Tejporos minták esetén a görbék távolodása kisebb mértékű mint tej alkalmazása mellett. Mindez szemlélteti, hogy a szerkezet összeomlása után a tejpor esetén jelen van bizonyos belső kohézió, ezért ezen minták szerkezete nagyobb stabilitást mutat ezen folyási tartományban. Megfigyelhető, hogy tej alkalmazása mellett és annak

menyiségének növelésével az említett kohézió elhanyagolható. Mindezt az ábrán látható egyre nagyobb mértékű G' és G'' értékek közötti eltérés szemlélteti.

23. ábra: A vizsgált zacckrémek folyásponti nyírófeszültség átlaga és szórása, valamint ANOVA eredménye ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



Összességében megállapítható, hogy a zacc szemcseméretének csökkenésével a krémek stabilitása növekszik. Viszont a 25 ml tej hozzáadásával az őrlési fok stabilitást jelentő hatása elhanyagolhatóvá válik. A minták folyáspontjának helyzete, illetve a metszéspont utáni viselkedésük a nagyobb őrlési fok esetén időben késleltetve következik be.

4.5 Viszkozitás mérés eredménye

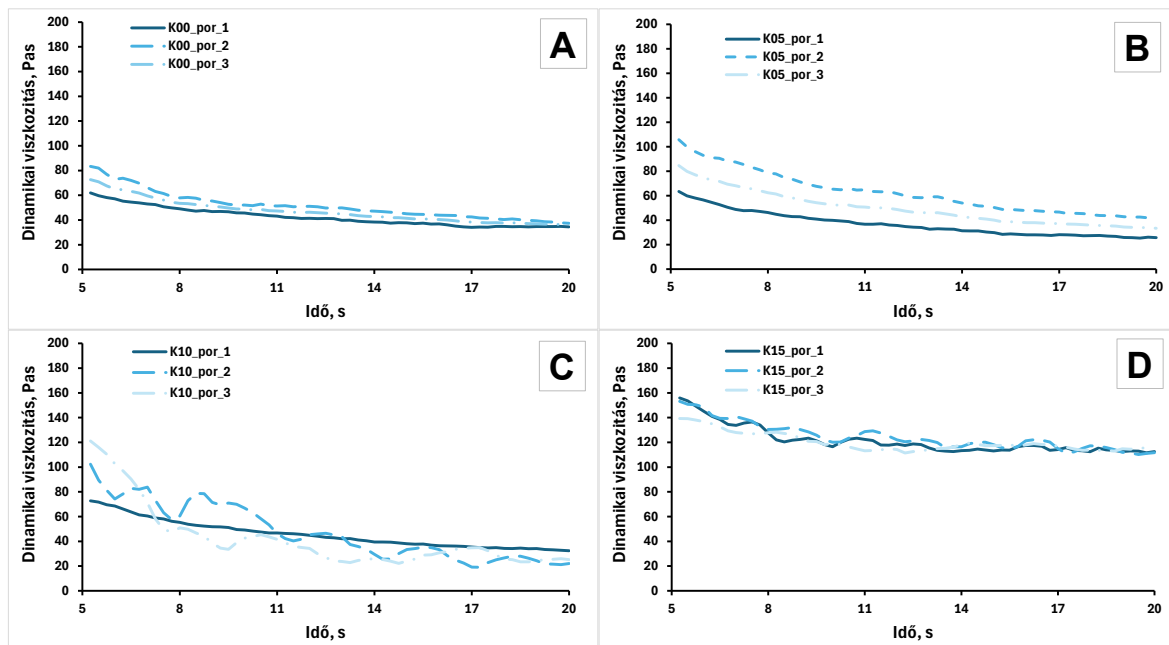
Alábbiakban a krémek viszkozitás mérésének eredményeit mutatom be. Viszkozitás illetve folyásgörbe elemzése egyaránt a krémek reológiai viselkedését vizsgálja, viszont eltérő aspektusból. Viszkozitás görbe állandó nyírássebesség mellett, az idő függvényében szemlélteti a dinamikai viszkozitás változását, ezáltal információt nyújt a krém szerkezeti stabilitásáról. A folyásgörbe viszont a lineárisan csökkenő nyírássebesség mellett nyújt információt a nyírófeszültség alakulásáról. Ezáltal lehetővé válik a krém áramlási tulajdonságainak, nyírásérzékenységének meghatározása.

A 24. ábrán a tejpor alkalmazása mellett különböző szemcseméretű krémek viszkozitás görbéi láthatóak. A kezdeti magas viszkozitás érték ábrázolja, hogy az minták belső szerkezete az állandó nyírássebesség alkalmazása mellett stabilak. Majd az idő előrehaladtával a viszkozitás csökkenése szemlélteti a krém „fáradását”, azaz nyírás hatására a minta nem képes ellenállni a nyíróerőnek.

A szemcseméret csökkenésével, vagyis az őrlési idő növelésével megfigyelhető, hogy az 1,5 percig őrlött zaccot tartalmazó minta esetén, a legmagasabb a kezdetben mért viszkozitás

érték. Mindez azzal magyarázható, hogy az őrléssel csökkentett szemcsék fajlagos felülete nőtt, így a krémekben jelen levő részecskék nagyobb felületen tudnak egymással érintkezni ezáltal kölcsönhatásba lépni. Mindemellett eloszlásuk a krémekben belül egyenletesebbé vált, mely növelte a minták belső ellenállását a deformációval szemben. Mérési idő előrehaladtával a viszkozitás csökkenése figyelhető meg, vagyis a belső szerkezet bomlása. Vizsgált minták közül a K15 minta tekinthető alkalmasnak felhasználási célra, fokozatosan csökkenő viszkozitása szemlélteti, hogy a krém alkalmas kenésre illetve kezdeti magasabb viszkozitás érték biztosítja a stabil szerkezetet.

24. ábra: A tejpport tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi (Forrás: saját szerkesztés)

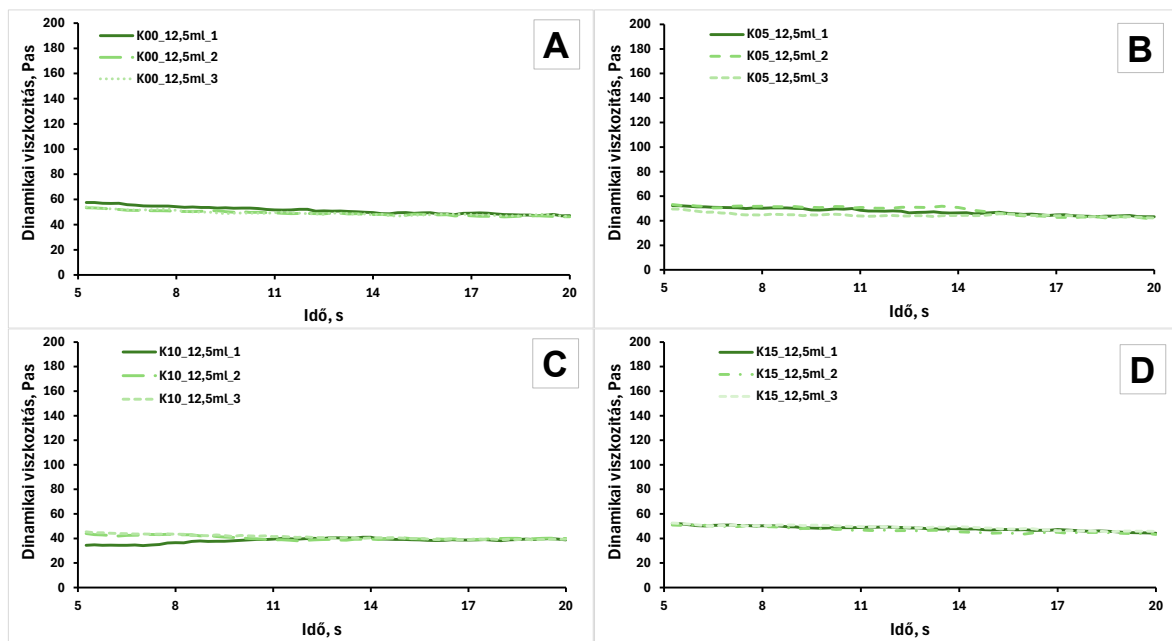


A 25. ábra alapján megfigyelhető, hogy amennyiben tejet adunk a krémekhez, ezzel növelve a folyadékfázis arányát azon minták kezdeti viszkozitás értékei kisebbek szemben a tejpport alkalmazott mintákkal. Mindez azzal magyarázható, hogy a tej hígítja a krémet kisebb lesz a minta folyási ellenállása, azaz ugyanazon nyírássebesség mellett kisebb nyírófeszültség szükséges ahhoz, hogy a krém rétegei egymáson elmozduljanak.

Szemcseméret csökkenése szintén hatást gyakorol ezen krémek viszkozítására. Bár nem olyan jelentős viszkozitás csökkenés figyelhető meg, mint tejpport alkalmazása mellett. A 0 perces, nem őrlött kávézacc esetén jelentkező kezdeti emelkedett viszkozitás majd enyhe csökkenés a durvább szemcsék jelenléte miatt következhetett be. Az őrlési idő növelésével a kezdeti viszkozitás értéke fokozatosan csökken a szemcsék fajlagos felületének növelésével viszont a krém stabilitása növekszik. K10 és K15 minták tixotróp viselkedést mutatnak, azaz

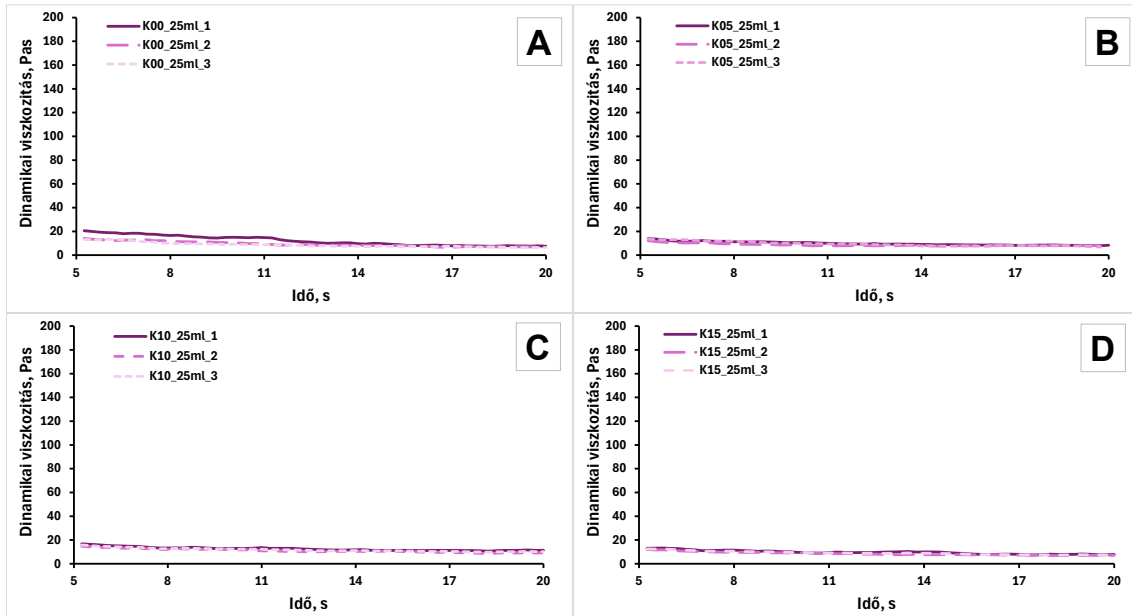
nyírásra folyékonyabbá válnak. Vizkozitás görbék alapján megállapítható, hogy a K15 (1,5 perces őrlés) minta tekinthető a legstabilabbnak a többi mintához viszonyítva. Ezen minta görbéinek meredeksége az idő múlásával kevésbé meredek illetve ingadozása is kisebb. Ez azt jelenti, hogy a krém viszkozitása nem változik jelentősen az alkalmazott nyírás illetve az eltelt idő hatására sem.

25. ábra: A 12,5 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi
(Forrás: saját szerkesztés)



A tejmennyiség növelésével a minták kezdeti viszkozitása alacsonyabb értéket mutat mindezt a 26. ábra szemlélteti, míg a 12,5 ml tej használata mellett 50-60 Pas közötti érték volt mérhető, addig a 25 ml tej esetén jelentős csökkenés 10-20 Pas értékek figyelhetők meg. Ez a tejmennyiség már jelentős hígulást mutat ezen minták esetén. Stabilitásuk a jelen levő magas folyadékfázis miatt elhanyagolható, kölcsönhatások a részecskék között minimális, a krém folyóssá vált. Szemcseméret csökkenése és annak stabilizálhatása minimálisan jelen van ezen minták esetén is. Kontrol, nem őrlött zaccot tartalmazó krém tekintetében a durva szemcseméret miatt szintén megfigyelhető a kezdeti magasabb viszkozitás érték, majd ezt követő csökkenése. Az ábra alapján továbbra is megállítható a 25 ml tejmennyiség esetén, hogy az őrlés hatására stabilabb szerkezet jött létre. K15 minta tekinthető a legalkalmasabbnak felhasználási célra. Ezen tejmennyiség hígító hatása ellenére a 1,5 perces őrlés következtében létrejött részecskék stabilabb szerkezetet mutatnak az alkalmazott mérési paraméterek mellett, szemben a többi őrlési fokú mintával.

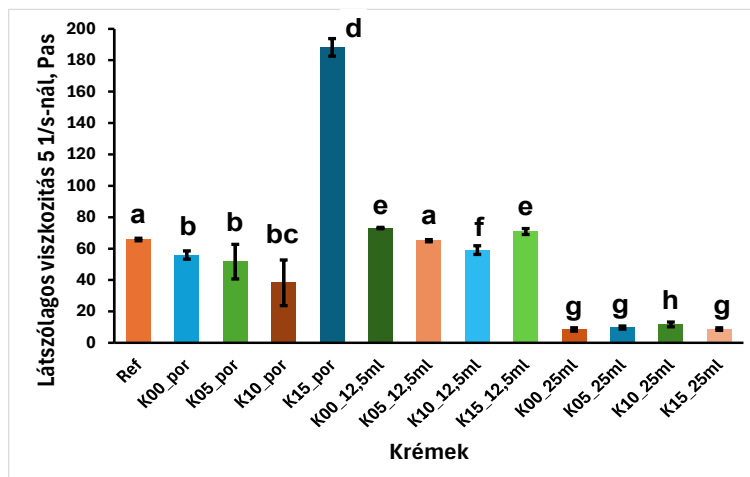
26. ábra: A 25 ml tejet tartalmazó kávékrémeK K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi
(Forrás: saját szerkesztés)



Folyásgörbe a nyírófeszítés és a lineárisan csökkenő nyírási sebesség közötti összefüggést szemlélteti.

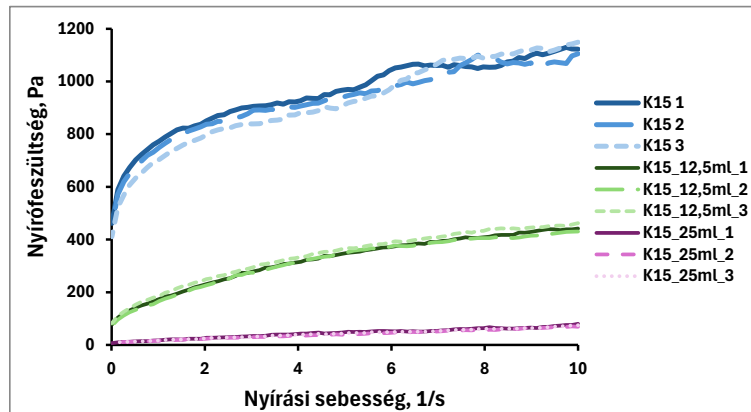
Az alábbi 27. ábrán a vizsgált krémeK 5 1/s-nál vett látszólagos viszkozitás értékét mutatja. Megállapítható, hogy a K15_por, azaz a tejjel készült 1,5 percig őrölt kávézaccot tartalmazó krém folyáshatára a legmagasabb. Mindez azt jelenti, hogy ezen minta szerkezete mutatja a legnagyobb ellenállást a deformációval szemben, tehát szerkezete lényegesen stabilabb a többi mintához képest. Jól látható, a szemcseméret csökkenéséből adódó szerkezetet stabilizáló hatás.

27. ábra: A vizsgált kávézaccos krémeK látszólagos viszkozitás átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredménye ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



A 28. ábrán a 1,5 percig őrlött krémek folyásgörbéi láthatóak, ami a nyírófeszültség és a lineárisan csökkenő nyírási sebesség közötti összefüggést szemlélteti. A görbe helyzete és alakja alapján megfigyelhető, hogy az anyag folyáshatárral rendelkezik, mely folyáshatár pszeudoplasztikus, nem newtoni közegre jellemző viselkedést mutat. Mindezek pontos meghatározása reológiai modellezés alapja.

28. ábra A 1,5 perces őrlésű kávézaccot tartalmazó krémek folyásgörbéi
(Forrás: saját szerkesztés)



A fenti ábrát megfigyelve látható, hogy a tejpóros minták esetében a nyírófeszültség a legnagyobb, míg a tej mennyiségének növelésével a krémekben egyrészt egyre kisebb nyírófeszültség ébred az anyagban, másrészt a reológia modellezés szempontjából a görbék alakja is változik, ami akár eltérő reológia modell alkalmazását teheti szükségessé.

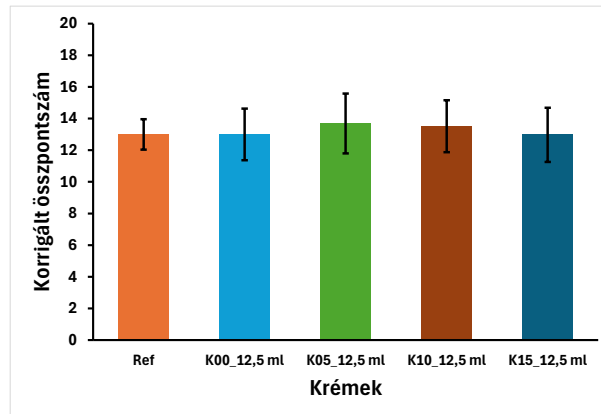
A viszkozitásmérés eredményeit összefoglalva elmondható, hogy a tejpóros egy szilárdabb krémet eredményezett, melynél az őrlési idő növelésével arányosan a látszólagos- és dinamikai viszkozitás is megnőtt. A tejjel készült mintáknál a kávézacc őrlésének hatása nem jelentkezett annyira erősen. Mindhárom típusú krémmel megfigyelhető a minták homogénebbé alakulása a kávézacc őrlési idejének növelésével arányosan.

4.6 Érzékszervi bírálat eredménye

A 20 pontos, súlyzófaktoros érzékszervi bírálat eredményét a 29. ábra szemlélteti. Az egyes krémek között szignifikáns különbség nem állapítható meg, némi eltérés azonban látható. Az ilyen bírálati módszer alkalmazása során egy táblázat segítségével megállapítható, hogy az egyes krémek melyik minőségi kategóriának felelnek meg (Molnár, 1991). Elmondható, hogy a minőség-besorolási táblázat alapján a Ref, a K00_12,5 ml és a K15_12,5 ml minták „még

megfelelő”, míg a K05_12,5 ml és K10_12,5 ml minták „közepes” minőségi osztálynak felelnek meg.

29. ábra: A vizsgált zacckréme LVE határának átlag és szórás alakulása, valamint ANOVA eredménye ($p < 0,05$)
(Forrás: saját szerkesztés)



Az érzékszervi bírálat alapján a 12,5 ml tejjel készült minták közül „még megfelelő”, a Ref, K00 és K15, illetve „közepes” minőségi besorolásnak felel meg a K05 és K10 minta.

5 Következtetés

Kutatásom eredményei alapján az alábbi következtetéseket vontam le:

- Az őrlési idő növelésével a szemcseméret fokozatos csökkenést mutatott, miközben a részecskeméret-eloszlás egyenletesebbé vált, ami homogénebb szerkezet kialakulására utal. A méretcsökkenés azonban nem lineárisan változott, egy bizonyos őrlési időtartam után a szemcseméret további csökkenése már nem volt jelentős. Az öröletlen zacc és a fél perces őrlés között 8,5%-os méretcsökkenés, míg az egy és másfél perces őrlések között mindössze 2,8%-os különbség volt megfigyelhető. Ezen eredmények összhangban állnak Borriello et al. (2022) megfigyeléseivel, aki mogyoró- és tökmagolaj alapú kenhető krémek esetében szintén kimutatta, hogy az őrlési idő növelése után a részecskeméretcsökkenés mértéke egy bizonyos határ után mérséklődik.
- A szemcseméret csökkenésével a krémek szerkezete szilárdabbá, stabilabbá vált, ami a finomabb részecskék közötti erősebb kölcsönhatásoknak tulajdonítható. Ezen stabilizáló hatást Pekmez et al. (2025) kutatása is alátámasztja, amely a részecskeméret csökkenésének hatását vizsgálta különböző szemcseméretű szezámpaszták reológiai tulajdonságaira, melyben hasonló figyeléseket tett. Továbbá a tejpport tartalmazó krémek esetében a mérések további szerkezeti stabilitást mutattak, amit Liang et al. (2004) tanulmánya is megerősít, amelyben a tejpport csokoládékban kifejtett stabilizáló hatását igazolták. Ugyanakkor kutatásom eredményei alapján a tejet tartalmazó minták folyáspontja alacsonyabb értéken következett be, vagyis a tej jelenléte lazább, kevésbé szilárd szerkezet kialakulását eredményezte.
- A szemcseméret csökkenésével a krémek belső ellenállása növekedett, ami a részecskék közötti fokozott kölcsönhatásokra utal. Ezzel szemben a folyadékfázis arányának növelése jelentős viszkozitáscsökkenést eredményezett, ami a krémek szerkezeti stabilitásának gyengülését mutatja. Megállapítható, hogy a magas folyadékfázis kedvezőtlenül befolyásolja a krémek szilárdságát. A szakirodalmi adatok (Pekmez et al., 2025) összhangban állnak ezzel a megfigyeléssel, a tanulmány kimutatta, hogy a szezámpaszták esetében a szemcseméret csökkenésével a viszkozitás növekszik, mivel a kisebb részecskék nagyobb fajlagos felülete erősebb részecske kölcsönhatásokat valósítanak meg. Ez a folyamat nagyobb belső súrlódáshoz és fokozott stabilitáshoz vezet, ami előnyös a kenhető, homogén textúrájú krémek előállítására szempontjából.

- A krémek színét a szemcseméret változása csak mérsékelten befolyásolta, ugyanakkor a finomabb őrlés sötétebb árnyalatot eredményezett. A kontroll minták esetében enyhe inhomogenitás volt megfigyelhető, ami a nagyobb szemcseméretből adódó egyenetlen fényvisszaverődésre vezethető vissza. A tejpör hozzáadása világosabb, míg a 25 ml tejjel készült minták sötétebb megjelenést mutattak, ami a folyadékfázis növekedésével csökkenő fényszórásra utal. A színparaméterek (a^* és b^*) értékek alapján az őrlési idő hatása kimutatható: a kontroll mintához képest a krémek enyhén, de szignifikánsan eltolódtak a sárgás és vöröses tartomány irányába. Eredményeim részben eltérnek Pekmez et al. (2025) kutatásának megállapításaitól, akik a szezámpaszták vizsgálata során a szemcseméret csökkenésével világosabb színt tapasztaltak, míg jelen esetben a finomabb szemcseméretű krémek sötétebb árnyalatot mutatnak.
- Az érzékszervi vizsgálat során a 12,5 ml tej hozzáadásával készült krémek, valamint a referencia minta kerültek értékelésre. E tejmennyiség alkalmazásával a krémek állaga közelített leginkább a fogyasztók által elvárt, homogén és jól kenhető textúrához, így ezek alkalmasak voltak az érzékszervi bírálatra. Az eredmények alapján a minták között nem mutatkozott jelentős különbség sem az íz, sem illat, sem az állag, sem a szín tekintetében. Megállapítható, hogy a szemcseméret csökkenése a vizsgálatban nem gyakorolt számottevő hatást a krémek érzékszervi megítélésére, vagyis a finomabb őrlés nem eredményezett érzékelhető különbséget a fogyasztói megítélés szerint.

6 Összefoglalás

Dolgozatom témája a kávézacc felhasználási lehetőségeire irányult krémtöltelékek esetén. Kutatásomban vizsgáltam hogyan változik a kávézacc szemcsemérete a különböző őrlési idő hatására, milyen hatást gyakorol a szemcseméret változás és az eltérő tejmennyiségek, illetve tejpor alkalmazása a krémek reológiai és érzékszervi tulajdonságaira. A reológiai mérések során feltártam, hogyan befolyásolja ezen tényezők alakulása a krémek viszkozitását, folyáspontját és szerkezeti stabilitását.

Az őrlési idő növelésével elért szemcseméret változás mértékét mikroszkóppal vizsgáltam. A krémek készítése során alkalmazott porcukor inhomogén szemcsemérettel rendelkezett, mely összetapad a porózus szerkezetű kávézacc szemcsékkel. Mindez indokolta a műszeres szemcseméret analízis alkalmazását. Lézerdiffrakciós méretanalizátor alkalmazása mellett pontos képet kaptam a szemcseméret csökkenés mértékéről. Az őrlési idő növelésével a szemcseméret csökkent, viszont a szemcseméret csökkenése nem lineáris.

Amplitúdó pásztázás és viszkozitás mérés eredményei alapján azon krémek folyáspontja következett be később melyek finomabb őrlésű zaccot tartalmaztak, tehát ezen krémek stabilabb szerkezettel rendelkeztek szemben a kontroll zaccot tartalmazó krémekkel. A szemcseméret csökkenés stabilizáló hatására az alkalmazott tejmennyiségek eltérő hatással voltak. Tejpor tovább növelte a szerkezet stabilitását, míg a 12,5 ml, illetve a 25 ml tej lágyította ezen krémek szerkezetét. A zacc szemcseméretének csökkenése a krémek viszkozitását is növelte, tehát a szemcseméret csökkenésével nőtt a krémek belső ellenállása.

A zacc szemcseméret csökkenése sötétebb színt eredményezett. Míg a tejmennyiségek hatása tejjpor esetén világosabb megjelenést biztosított, 25 ml tej jelenléte sötétebb krémet eredményezett.

A reológiai mérések eredményei azt mutatták, hogy a 12,5 ml tejet tartalmazó minták viszkozitása és szerkezeti stabilitása volt a legkedvezőbb. Ennek alapján az érzékszervi bírálatot ezen mintákon végeztem, hogy a műszeres mérések eredményeit érzékszervi szempontból is értékeljem. Elmondható, hogy a 12,5 ml tejtartalmú minták érzékszervileg elfogadható minőséget mutattak, a Ref, K00 és K15 minták bizonyultak a legkedvezőbbnek.

7 Irodalomjegyzék

1. Ahmed, A. R., Alqahtani, N. K., Ramadan, K. M. A., Mohamed, H. I., Mahmoud, M. A. A., Elkhatry, H. O. (2023): The Bioactive Substances in Spent Black Tea and Arabic Coffee Could Improve the Nutritional Value and Extend the Shelf Life of Sponge Cake after Fortification. ACS Omega. 8(37):33324–33333. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03747>
2. Angeloni, G., Masella, P., Spadi, A., Guerrini, L., Corti, F., Bellumori, M., Calamai, L., Innocenti, M., Parenti, A. (2023): Using ground coffee particle size and distribution to remodel beverage properties. European Food Research and Technology (2023) 249:1247–1256 <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04210-3>
3. Arias, A., Ioannidou, S. M., Giannakis, N., Feijoo, G., Moreira, M. T., Koutinas, A. (2023): Review of potential and prospective strategies for the valorization of coffee grounds within the framework of a sustainable and circular bioeconomy. Industrial Crops and Products. (2023) 207. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117504>
4. Bae, J.-H., Park, J.-H., Im, S.-S., Song, D.-K. (2024): Coffee and health. Integrative Medicine Research, 3(4), 189–191. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2014.08.002>
5. Bevilacqua, E., Cruzat, V., Singh, I., Rose Meyer, R. B., Panchal, S. K., & Brown, L. (2023): The Potential of Spent Coffee Grounds in Functional Food Development. Nutrients. (2023) 15(4):994 <https://doi.org/10.3390/nu15040994>
6. Bhandarkar, N. S., Mouatt, P., Gomcalves, P., Thomas, T., Brown, L., Panchal, S. K. (2020): Modulation of gut microbiota by spent coffee grounds attenuates diet-induced metabolic syndrome in rats. The FASEB Journal. 24(3):4783–4797. <https://doi.org/10.1096/fj.201902416RR>
7. Borriello, A., Miele, N. A., Masi, P., & Cavella, S. (2022): *Rheological properties, particle size distribution and physical stability of novel refined pumpkin seed oil creams with oleogel and lucuma powder*. Foods, 11(13), 1844. <https://doi.org/10.3390/foods11131844>
8. Campos-Vega, R., Arreguín-Campos, A., Cruz-Medrano, M. A., Del Castillo Bilbao, M. D. (2020): Spent coffee (*Coffea arabica* L.) grounds promote satiety and attenuate energy intake: A pilot study. Journal of Food Biochemistry. 44(6):13204. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13204>
9. Caracostea, L., M., SÎRBU, R., BUȘURICU, F., (2021): Determination of Coffein Content in Arabica and Robusta green Coffe of Indian Origin. European Journal of Natural Sciences and Medicine. (2021) 4:no.1. <https://doi.org/10.26417/425qba31z>
10. Celli, G. B., de Camargo, A. C. (2019): What is in a “Cup of Joe”? From green beans to spent grounds: a mini-review on coffee composition and health benefits. Journal of Food Bioactives. (2019) 6:62-67 <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.6185>
11. De Peñ, M., P., Ludwig, I., A., CID, C.,(2019): Beverage Preparation. In: Farah, A.,(szerk.): Coffee: Production, Quality and Chemistry. Rio de Janeiro: Royal Society of Chemistry, pp. 279-280.
12. Fernandes, F., (2019): Roasting. In: Farah, A.,(szerk.): Coffee: Production, Quality and Chemistry. Rio de Janeiro: Royal Society of Chemistry, pp. 230 - 257.
13. Ferreira, T., Shuler, J., Guimaraes, R., Farah A.,(2019): Introduction to Coffee Plant and Genetics.In: Farah, A.,(szerk.): Coffee: Production, Quality and Chemistry. Rio de Janeiro: Royal Society of Chemistry, pp. 3-6.

14. Folmer, B., (szerk.) (2017): *Craft and Science of Coffee*. Sanz-Uribe, J., R., Yusianto, Menon, S., N., Penuela, A., Oliveros C., Oliveros, J., Husson, Brando, C., Rodriguez, A.,: Postharvest Processing Revealing the Green Bean. London: Elsevier Books, pp. 57-58.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) honlapja. forrás: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity Letöltés dátuma: 2024.12.21.
16. Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2022): Potential Uses of Spent Coffee Grounds in the Food Industry. *Foods*. (2022) 11(14): no.2064. <https://doi.org/10.3390/foods11142064>
17. Guadalupe, V., Aguilar-Raymundo, V., Sánchez-Páez, R. (2019): Spent coffee grounds cookies: Sensory and texture characteristics, proximate composition, antioxidant activity, and total phenolic content. *Journal of Food Processing and Preservation*. DOI: 10.1111/jfpp.14223
18. ICO (2023): *Coffee Report and Outlook December 2023*. ICO honlapja. Letöltés dátuma: 2024.12.20. forrás: https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf
19. Internet 1: <https://elelmiszertudomany.uni-mate.hu/coca-cola-hbc-magyarorsz%C3%A1g-mate-innov%C3%A1ci%C3%B3s-verseny-zaccment%C5%91-projekt> (Letöltés dátuma: 2025.január 12.)
20. Internet 2: KSH (2022): A rendelkezésre álló égetett szeszes italok, kávé, tea, dohány mennyisége. KSH honlapja. Letöltés dátuma: 2024.12.20. forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0060.html
21. Internet 3: Statista (2020): The Countries Most Addicted to Coffee. Statista honlapja. Letöltés dátuma: 2024.12.20. forrás: <https://www.statista.com/chart/8602/top-coffee-drinking-nations/>
22. Internet 4: Honest coffee guide honlapja. (2023) Coffee grind size chart. Letöltés dátuma: 2025.01.02. <https://honestcoffeeguide.com/coffee-grind-size-chart/>
23. Koay, H. Y., Azman, A. T., Mohd Zin, Z., Portman, K. L., Hasmadi, M., Rusli, N. D., Aidat, O., Zainol, M. K. (2023): Assessing the impact of spent coffee ground (SCG) concentrations on shortbread: A study of physicochemical attributes and sensory acceptance. *Food Chemistry*. (2023) 422: no.136117 <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100245>
24. Liang, B., & Hartel, R. W. (2004). *Effects of milk powders in milk chocolate*. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 20–31. <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2804%2973137-9>
25. Mezger, T. G. (2014): *The Rheology Handbook: For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers*, 4th Edition, Vincentz Network, Hannover.
26. Molnár P. (1991): Az érzékszervi vizsgálati módszerek. In: *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*. Akadémia Kiadó, Budapest 151-295 p.
27. Murthy, S., P., Naidu, M., M., (2012): Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*. (2012) 66: 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
28. Pekmez, H., Özkanlı, O., Şekeroğlu, G., & Kaya, A. (2025): Influence of particle size on the color, rheological, and textural properties of sesame paste. *Quality Assurance and*

29. Sanz-Urbe., J., R., Yusianto, Menon, S., N., Penuela, A., (2017): Postharvest Processing Revealing the Green Bean. In: Folmer,B., (szerk.): *Craft and Science of Coffee*. London:Elsevier Books, pp. 57-58.
30. Severini, C., Caporizzi, R., Fiore, A. G., Ricci, I., Onur, O. M., Derossi, A., (2018): Reuse of spent espresso coffee as a sustainable source of fibre and antioxidants: A map on functional, microstructure, and sensory effects of novel enriched muffins. *Food Science and Technology*. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108877
31. Zhang, Q., Ames, J., M., Smith, R., D., Baynes, J., W., Metz, T., O., (2009): A Perspective on the Maillard Reaction and the Analysis of Protein Glycation by Mass Spectrometry: Probing the Pathogenesis of Chronic Disease. *Journal of Proteome Research* (2019) 8:2:754-769 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/pr800858h>

8 Ábra- és táblázatjegyzék

Ábra jegyzék

| | |
|---|----|
| 1. ábra: A kávé alakulása világszinten 60 kg/zsák | 3 |
| 2. ábra: Kávétermelő országok, millió/tonna | 4 |
| 3. ábra: Egy főre jutó kávéfogyasztás mértéke | 5 |
| 4. ábra: Különböző kávéfőzési módokhoz ajánlott őrlési méretek..... | 7 |
| 5. ábra A kísérlet során vizsgált krémek | 16 |
| 6. ábra: Kumulatív méreteloszlás (%) a mintahamaz 10, 50 és 90 %-ában a szemcseméret porcukor mérés eredményén bemutatva..... | 18 |
| 7. ábra Az érzékszervi bírálat során kínált zacckrémek | 19 |
| 8. ábra A méréshez felhasznált eltérő őrlési idejű kávézaccok nedvességtartalma és ANOVA eredménye (p<0,05)..... | 21 |
| 9. ábra: A vizsgált krémek világossági tényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei (p<0,05)..... | 22 |
| 10. ábra: A vizsgált krémek vörös-zöld tényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei (p<0,05)..... | 22 |
| 11. ábra: A vizsgált krémek kék-sárga szintényező átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredményei (p<0,05)..... | 23 |
| 12. ábra: Eltérő szemcseméretű zacc és cukor szemcsék mikroszkópi képe 25x nagyítás mellett (K0, K05, K10, K15 és Ref minták esetén | 24 |
| 13. ábra: A krémekben felhasznált eltérő őrlésű kávézacc sűrűségeloszlás mérés eredményei..... | 25 |
| 14. ábra: Az eltérő őrlésű kávézacc kumulatív méreteloszlás (%) mérés eredményei..... | 26 |
| 15. ábra: A krémekben felhasznált porcukor sűrűségeloszlás mérés eredménye..... | 26 |
| 16. ábra: A krémekben felhasznált porcukor kumulatív méreteloszlás (%) mérés eredménye..... | 27 |
| 17. ábra: A tejpor sűrűségeloszlás mérés eredménye..... | 27 |
| 18. ábra: A krémekben felhasznált tejpor kumulatív méreteloszlás (%) mérés eredménye..... | 28 |
| 19. ábra: A tejpóros kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei..... | 29 |
| 20. ábra: A 12,5 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei | 29 |
| 21. ábra: A 25 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) amplitúdó pásztázás eredményei | 30 |
| 22. ábra: A vizsgált zacckrémek LVE határának átlag és szórás alakulása, valamint ANOVA eredménye (p<0,05)..... | 31 |
| 23. ábra: A vizsgált zacckrémek folyásponti nyírófeszültség átlaga és szórása, valamint ANOVA eredménye (p<0,05) | 32 |
| 24. ábra: A tejpórt tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi | 33 |
| 25. ábra: A 12,5 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi | 34 |
| 26. ábra: A 25 ml tejet tartalmazó kávékrémek K00 (A), K05 (B), K10 (C), K15 (D) viszkozitás görbéi..... | 35 |
| 27. ábra: A vizsgált kávézaccos krémek látszólagos viszkozitás átlag és szórás értékei, valamint ANOVA eredménye (p<0,05) | 35 |
| 28. ábra A 1,5 perces őrlésű kávézaccot tartalmazó krémek folyásgörbéi..... | 36 |
| 29. ábra: A vizsgált zacckrémek LVE határának átlag és szórás alakulása, valamint ANOVA eredménye (p<0,05)..... | 37 |

Táblázat jegyzék

| | |
|--|----|
| 1. táblázat: Kávéfogyasztó régiók, millió 60 kg zsák 2020-2023 között | 4 |
| 2. táblázat: Arabica és Robusta kávé összehasonítás..... | 9 |
| 3. táblázat: Kávézacc kémiai összetételének változása a kávéfőzés hatására | 10 |
| 4. táblázat:A referenciaként használt kakaókrém, valamint a kávézaccal készített krémek receptúrái | 15 |

Melléklet

Érzékszervi bírálati lap – Kávészaccos krém

Életkor: 18-25 26-35 36-45 46-55 > 55 *Neme:* 1 Nő 2 férfi

A termékre jellemző adható pontszámot karikázza be mind az 5 termék esetében (A, B, C, D és E)!

SZÍN

SF = 0,6

| Megállapított tulajdonságok | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| A fajtájától, az ízesítés jellegétől függően tetszetős, egyöntetű, hibátlan, nem túl rikító színű | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nem eléggé jellegzetes, kissé erősebben színezett VAGY fakult, nem teljesen egyöntetű színű | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Fajtára kevésbé jellemző, túlszínezett VAGY fakult, kissé foltos | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Fajtára jellemző, de rikító színű VAGY erősen fakult, foltos | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Fajtára nem utaló, jellegtelen, egyenlőtlen színű, erősen foltos, | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Természetellenes, elszíneződött, felülete szennyezett, festékszemcsés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ILLAT

SF = 0,4

| Megállapított tulajdonságok | A | B | C | D | E |
|--|---|---|---|---|---|
| A fajtára, ízesítésre jellemző, kellemes, minden idegen szagtól mentes | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| A jellegzetestől valamivel gyengébb, vagy túl aromás illat | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Gyenge, de a termékre még jellemző illat | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| A jellegzetestől eltérő, de nem kellemetlen illat | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Enyhe, idegen szag | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Kellemetlen, idegen szag | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ÁLLAG

SF = 1,4

| Megállapított tulajdonságok | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| Vaj-, illetve krém szerű és sima, nem túl folyékony. Csomóktól mentes, homogén, a termékre jellemző örleményt tartalmaz | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| A jellegzetesnél kissé tömönyebb vagy túlhabosított, gyengén jellegzetes állagú | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Kevés termékre jellemző örleményt tartalmaz. Kissé tömör, tapadó. Kissé olvadékony. Néhány csomót tartalmaz | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Több csomót tartalmaz. Tömör, tapadó (enyves), vagy tojáshabszerű állagú. Túl folyékony. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Erősen tömör, kásás, csomós. Sok, a termékre jellemző örleményt tartalmaz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nyúlós, idegen anyagot tartalmaz, homokos állományú | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ÍZ

SF = 1,6

| Megállapított tulajdonságok | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| A fajtára, ízesítésre jellemző, harmonikus, kellemes, telt íz | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| A jellegzetestől valamivel gyengébb vagy erősebb, nem egészen harmonikus vagy telt íz | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Tiszta, de túl aromás vagy a jellegzetesnél gyengébben érezhető, nehezen azonosítható íz | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Nem harmonikus, túl erős aroma íz, vagy a jellegzetesnél lényegesen gyengébb, üres íz. Enyhe, de nem kellemetlen mellékíz | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Enyhe, idegen mellékíz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Kellemetlen, idegen íz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szigeti Viktória
A Hallgató Neptun kódja: AIU4AM
A dolgozat címe: Kávészacc felhasználási lehetőségei krémtöltelékben
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék,
Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, 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. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 11. hó 3. nap

Szigeti Viktória

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Szigeti Viktória (hallgató Neptun azonosítója: **AIU4AM**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2025. november 3.



belső konzulens
Dr. Kaszab Tímea

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

Szigeti Viktória (hallgató Neptun azonosítója: **AIU4AM**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot⁴ áttekintettem áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom⁵.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*6}

Kelt: Budapest, 2025. november 3.



belső konzulens
Badakné dr. Kerti Katalin

⁴ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

⁵ A megfelelő aláhúzendő.

⁶ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

| | |
|--|--|
| Hallgató neve: | Szigeti Viktória |
| Neptun-kódja: | AIU4AM |
| Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel): | <input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: TDK |
| Tantárgy neve/kódja*: | Szakdolgozat |
| A munka címe: | Kávézacc felhasználási lehetőségei krémöntelékben |

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója | Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik) |
|----------------------|--|---|
| | | |

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége | MI-neve, | Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma | A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma |
|----------------------|---|----------|---|---|
| | | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....
.....
.....
.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. október 24.

Szűcs Viktória

Hallgató aláírása

Dr. Kaszab Tímea

Konzulens/Témavezető aláírása
Dr. Kaszab Tímea

Badák Kerti Katalin

Konzulens/Témavezető aláírása
Badakné dr. Kerti Katalin