

DIPLOMADOLGOZAT

Kovács Levente

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi kar

Élelmiszermérnök mesterképzési szak

**Csiperkegomba alapú csökkentett hústartalmú burger
fejlesztése**

Belső konzulens: Dr. Kenesei György
egyetemi adjunktus

intézete/tanszéke: Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet:
Állatitermék és
Élelmiszertartósítási
Technológia Tanszék

Készítette: Kovács Levente

**Budapest
2024**

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1 Húsfogyasztási szokások	6
2.1.1. Fogyasztással kapcsolatos egészségügyi vonatkozások.....	8
2.2. Termelés mértéke és környezetre gyakorolt hatásuk	9
2.2.1. Szarvasmarha termelés	9
2.2.2. Csiperkegomba termelés	12
2.2.3. Környezeti hatások.....	14
2.3. Gombával dúsított marhahús alapú termékek és tulajdonságaik	15
2.3.1. Sütési veszteség:.....	15
2.3.2. Egészségügyi előnyök:	16
2.3.3. Technofunkciós előnyök:	16
3. Anyagok és módszerek.....	17
3.1. Burgerek összeállítása.....	17
3.2. Tápanyagtartalom számítás.....	20
3.3. Árkalkuláció.....	20
3.4. Sütési veszteség	20
3.5. Színmérés	20
3.6. Állománymérés	21
3.7. Érzékszervi bírálat.....	22
3.8. Statisztikai módszerek.....	22
4. Kísérleti eredmények és értékelésük	23
4.1. Tápanyagtartalom	23
4.2. Árkalkuláció.....	24
4.3. Sütési veszteség	25
4.4. Színmérés	28

4.4.1. Előlap	28
4.4.2. Hátlap	33
4.5. Állománymérés	38
4.6. Érzékszervi bírálat.....	41
5. Következtetések, Javaslatok.....	46
6. Összefoglalás.....	48
7. Irodalmi hivatkozások	49
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	52
9. Mellékletek.....	55
10. Köszönetnyilvánítás	56
11. Nyilatkozatok	57
11.1. Hallgatói nyilatkozat	57
11.2. Konzulensi nyilatkozat.....	58

1. Bevezetés és célkitűzés

A mezőgazdasági technológia fejlődése és az állattenyésztés intenzifikálódása miatt nő a hús költséghatékonysága és termelési mennyisége. Ennek köszönhetően a fejlett országokban a hús viszonylag olcsó és könnyen hozzáférhető. Ez előnyös a fogyasztói elégedettség szempontjából, de az intenzív hústermelés negatív külső hatásokkal jár a közegészségügyre, környezetre és az állatjólétre nézve is. (Rubio és társai, 2020)

Ezen felül a modern fogyasztóknak egyre nagyobb aggodalmak vannak a húsfogyasztással kapcsolatban, ezért olyan húsféléket keresnek, melyek nincsenek semmilyen negatív hatással az egészségükre. (Muchenje és társai 2009)

A társadalom az étkezéseik egy részét egyre inkább környezetbarát alapanyagokkal próbálja kiváltani. A vegán és vegetáriánus életmód - amelyek az állatjólét iránti növekvő aggodalmak, az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt negatív hatásokhoz köthetők - megnövelték a húsalternatívák iránti keresletet.

Ez az új fogyasztói réteg új termékcsaládok megjelenését idézte elő. A vegán, illetve vegetáriánus életmód nem azt jelentette, hogy ezek az emberek nem szeretnék valamilyen húshoz hasonló termékeket fogyasztani, mert azok érzékszervi tulajdonságai kíváncsok maradtak.

Ezt a problémakört rengeteg irányból megközelítették, ahol az állati húsok érzékszervi tulajdonságainak utánzása, másolása, volt a cél növényi illetve mikrobiális alapanyagok felhasználásával. (Singh és társai, 2021; van Vilet és társai, 2020)

Ettől függetlenül a legtöbb ember mindenevő. Néhány tápanyagigényt egyszerűbben kielégítenek növényi ételekkel, míg másokat könnyebben bevihetik állati élelmiszerekkel. (van Vilet és társai, 2020)

Ahogy az életszínvonal emelkedik, a fogyasztók egyre inkább jelzik, hogy az íz és az aroma ugyanolyan fontos számukra, mint az élelmiszerbiztonság. Ebből kifolyólag az élelmiszeriparban egyre nagyobb figyelem összpontosul az íz- és aromajavítókra. Különböző összetevőket és adalékanyagokat - beleértve bizonyos szintetikus antioxidánsokat - használnak az íz és az aroma minőségének javítására, valamint a húsipari termékek eltarthatóságának növelésére. Azonban az egészségtudatosság növekedésével egyre többen részesítik előnyben a természetes adalékanyagokat a mesterségesekkel szemben. (Qing és társai, 2021)

Jelenleg a fogyasztók egyre jobban aggódnak az ételeik minősége, illetve egészséges volta miatt, ezáltal nő az igény a tápláló, finom és egyben egészséges ételek iránt. Ezt az igényt

természetesen minél jobb minőségben és minél kisebb áron célszerű elérni. (Refai és társai 2014)

Emiatt megnövekedett az érdeklődés az olyan húsalapú élelmiszerek iránt, melyek valamilyen pozitívabb tulajdonsággal rendelkeznek, például csökkentett zsír, vagy sótartalom.

Ezen felül az olyan termékfejlesztések iránt is megnőtt a kereslet, melyek funkcionális előnyökkel járnak: például a megnövelt antioxidáns, vagy rosttartalom. (Decker és Park 2010; Viana és társai 2014)

Az állati termékek elősegítik több növényi eredetű tápanyag felszívódását, míg a növényi tápanyagok védelmet nyújthatnak a sült húspanban található, esetlegesen káros anyagok felszívódása ellen. Ennek megfelelően azt mondhatjuk, hogy a növényi és az állati táplálékok szimbiotikus módon működnek az emberi egészség javítása érdekében. Akik az állati eredetű ételleket utánozzák izolált növényi fehérjékkel, zsírokkal, vitaminokkal és ásványi anyagokkal valószínűleg alábecsülik a természetes, teljes élelmiszerek táplálkozási összetettségét. (van Vleet és társai, 2020)

Az ehető gombákat széles körben alkalmazzák az élelmiszeriparban ízletességük és jótékony élettani hatásai miatt. Az ehető gombákban számos tápláló és funkcionális komponens található, mint például a rostok, fehérjék, vitaminok, ásványi anyagok, poliszacharidok, glikoproteinek, telítetlen zsírsavak, fenolos vegyületek, tokoferolok, ergoszterolok és lektinek. (Qing és társai, 2021)

A húsipari termékek tápanyagtartalmának javítására egy érdekes megoldást biztosíthatnak a gombák, mivel a rágásérzetük hasonló és erős umami ízzel bírnak. (Cerón-Guevara és társai, 2019)

A marhahúspogácsák gombával történő dúsítására már több próbálkozás történt, főleg a gomba egészségre való hatásai, illetve a hús negatív hatásai ellen, például a zsír, vagy a só csökkentésének elérése érdekében. (Wong és társai 2019; Refai és társai 2014; Patinho és társai 2021; Das és társai 2021) Sőt, ezekben a termékekben vizsgálták a különböző gombák technofunkciós előnyeit is. (Jeong és társai 2021; Cerón Guevara és társai, 2019)

A gombával dúsított hamburgerpogácsák olcsó, jó minőségű, alacsony kalóriatartalmú fehérjeforrások, melyek alkalmazhatók mind a fiatalok, mind az idősebbek körében.

Azok a hamburgerpogácsák, melyek gombával lettek elkészítve, nem mutatnak hiányt semmilyen esszenciális aminosavban, illetve amennyiben szárított gombát alkalmazunk, a fehérjetartalom nő. Ezen tulajdonságai miatt a gombák alkalmasak élelmiszerek dúsítására. (Refai és társai 2014)

A kutatásom célja egy olyan csiperkegombával részben kiváltott hamburgerpogácsa termék előállítás volt, mely remek érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezik, egészségesebb, mint a csak húst tartalmazó társa, és olcsóbb is. Emiatt fontos volt számomra a termékfejlesztés során, hogy a hamburgerpogácsa hústartalmának minél jelentősebb részét váltsam ki csiperkegombával. Ennek érdekében kétszintű teljes faktoriális kísérlettervvel érzékszervi bírálatot végeztem a különböző termékekre. Vizsgáltam a gomba és a zsírtartalom hatását a pogácsák tulajdonságaira. Ezen felül műszeres vizsgálatokat is végeztem, a faktorok különböző hatásainak vizsgálatához.

A kutatás során elsősorban egy minél jobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező termék készítése volt a cél, mivel hazánkban élelmiszervásárláskor még mindig a termék minősége a legfontosabb. A funkcionális élelmiszerek egészségre gyakorolt hatása csak másodrendű. A magyar fogyasztók 86%-a nem hajlandó rosszabb minőségű, rosszabb ízű terméket vásárolni, az egyéb pozitív hatásuk ellenére sem. (Szakály és társai, 2008)

2. Irodalmi áttekintés

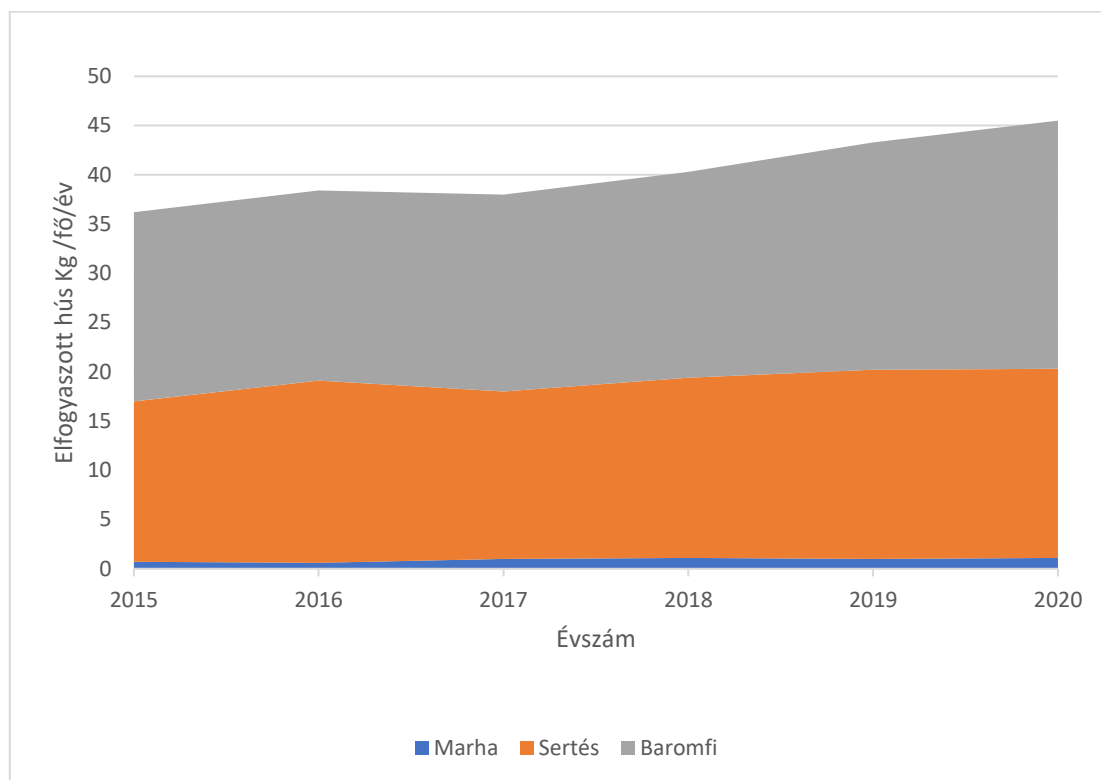
2.1 Húsfogyasztási szokások

A marhahús az egyik legnagyobb mennyiségben fogyasztott fehérjeforrások közé tartozik a világon. (Muchenje és társai 2009) A modern marhahúsfogyasztás mértéke igen változó, a magyarországi 1 kg/fő/éves (KSH) mennyiségtől az argentin 47kg/fő/éves (Straits research) mennyiségig változhat.

A húsfogyasztás mértéke Magyarországon nő, jellemzően sertést, illetve baromfihúst fogyasztunk. A marhahúsfogyasztás nem jellemző, annak egy jelentős részét gyorséttermekben, hamburgerek formájában fogyasztjuk.

1. ábra: Húsfogyasztás mértéke Magyarországon (2015-2020)

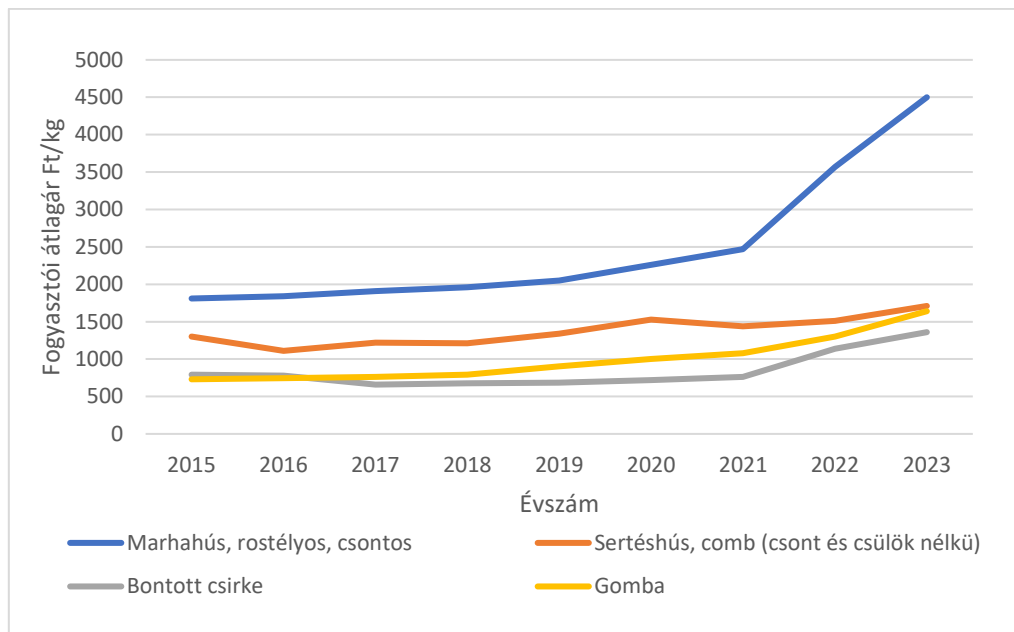
Forrás: Saját szerkesztés KSH adatai alapján



Ez több dologgal indokolható, de a legkézzelfoghatóbb ok a marhahús jelentősen drágább ára a többi húsféléhez képest, és ez a különbség egyre növekvő tendenciát mutat, amit a következő ábra szemléltet:

2. ábra: Marhahús, sertés, csirke, gomba fogyasztói átlagárának alakulása Magyarországon (2015-2023)

Forrás: Saját szerkesztés KSH adatai alapján



A gombák átlagára is nő, és kezdi elérni a sertéshús árát, de bizonyos gombafajok még mindig olcsóbbak a húsoknál, és a marhahústól jelentősen olcsóbb alapanyag.

A gombafogyasztásunk magyarországon alig éri el az 1 kg/fő/éves szintet (KSH), de 2023-ban indított gombaevést népszerűsítő kampány ennek mértékét növelheti. (Gönczi, 2023)

Az íz és a zamat a legfontosabb minőségi jellemző, amely hozzájárul a termesztett gombák széleskörű fogyasztásához. A gombák íze az umami, amit a nátrium-glutamát (MSG) indukál vagy fokoz, az ehető gombák glutamintartalma igen jelentős. (Atila és társai, 2017)

Ugyanakkor amerikai kutatások alapján 2011-ben a megkérdezett személyek fele legalább egyszer evett hamburgert hetente. A kutatás továbbá azt is mutatta, hogy, főleg a fiatalok körében nagy az igény különböző - többek között vegán, illetve vegetáriánus - opciókra is, ezekért pedig hajlandók többet fizetni. A hamburgerek fogyasztásának növekedését a jobb minőségű hamburgerezők számának növekedése és a „gourmet” hamburgerek egyre bővülő kínálata hajtja. (Caldwell és Mark 2014)

2.1.1. Fogyasztással kapcsolatos egészségügyi vonatkozások

Az állati eredetű proteinforrások - ezen belül a húsfélék - a legalkalmasabbak a fehérjeigényeink kielégítésére, mivel nagy mennyiséget biztosítanak, viszonylag alacsony kalóriatartalom mellett. Ezen felül az aminosavösszetétele, illetve esszenciális aminosav összetétele is előnyösebb a növényi fehérjékkel szemben. A fehérjeemészthetőséggel korrigált aminosav pontszámuk is magasabb ($>0,9$), mint a növényeké ($0,4-0,9$), azaz könnyebben emészthetők és jobban felszívódnak. (van Vilet és társai, 2020)

A hús és húsipari termékek fontos ásványi anyag és vitaminforrások. Ezek közül világszinten a marhahús az egyik szélesebb körben fogyasztott húsfajta, nem kis mértékben a gyorséttermi fogyasztása miatt. Azonban a hosszútávú folytonos fogyasztása a magas telített zsír- és sótartalommal rendelkező húsoknak jelentősen növelik a gyulladásos megbetegedések kialakulásának, az elhízásnak, szívkoszorúér-betegségnek, vagy a cukorbetegségnek kockázatát. Emiatt növekedett a funkcionális húskészítmények iránti érdeklődés, és arra készítette a húsipart, hogy olyan fejlesztéseket hozzanak létre, melyek csökkentik ezeknek a káros anyagoknak a mennyiségét. (Cerón-Guevara és társai, 2019)

A gomba alacsony zsírtartalmú, magas fehérjetartalmú, jó vitamin, ásványi anyag és rostforrás. (Das és társai, 2021) A gombák a hús mögött, de a tej felett helyezkednek el nyersfehérje mennyiség szempontjából. A szénhidrátartalmuk nem jelent számottevő energiaforrást az emberek számára. A gombák kiváló ásványi anyag-akkumulátoroknak számítanak, táptalajtól és termesztési körülményektől függően remek forrásai lehetnek a különböző ásványi anyagoknak. Az alapvető tápanyagokon felül a gombák potenciális forrásai számos esszenciális tápanyagnak és terápiás bioaktív vegyületnek is. (Atila és társai, 2017) A gombák az egyetlen természetes vegán forrásai mind a B12-vitaminnak – amely baktérium eredetű - mind a D-vitaminnak, amely az ergoszterol átalakulásával jön létre ultraibolya sugárzás hatására. Egyre több bizonyíték utal arra, hogy ennek köszönhetően, különféle gombafajok fogyasztása, akár ételként, akár kivonat formájában, javíthatja a mentális és fizikai egészséget. (Blumfield és társai, 2020)

A csiperkegomba is rendelkezik ilyen aktív összetevőkkel, például poliszacharidokkal, lipopoliszacharidokkal, esszenciális aminosavakkal, peptidekkel, glikoproteinekkal, terpenoidokkal, stb. Ezen felül rendelkeznek antimikrobás, rákellenes, cukorbetegség elleni, koleszterinszint-csökkentő, vérnyomáscsökkentő, májvédő és antioxidáns hatással. (Atila és társai, 2017; Dayung Wu és társai)

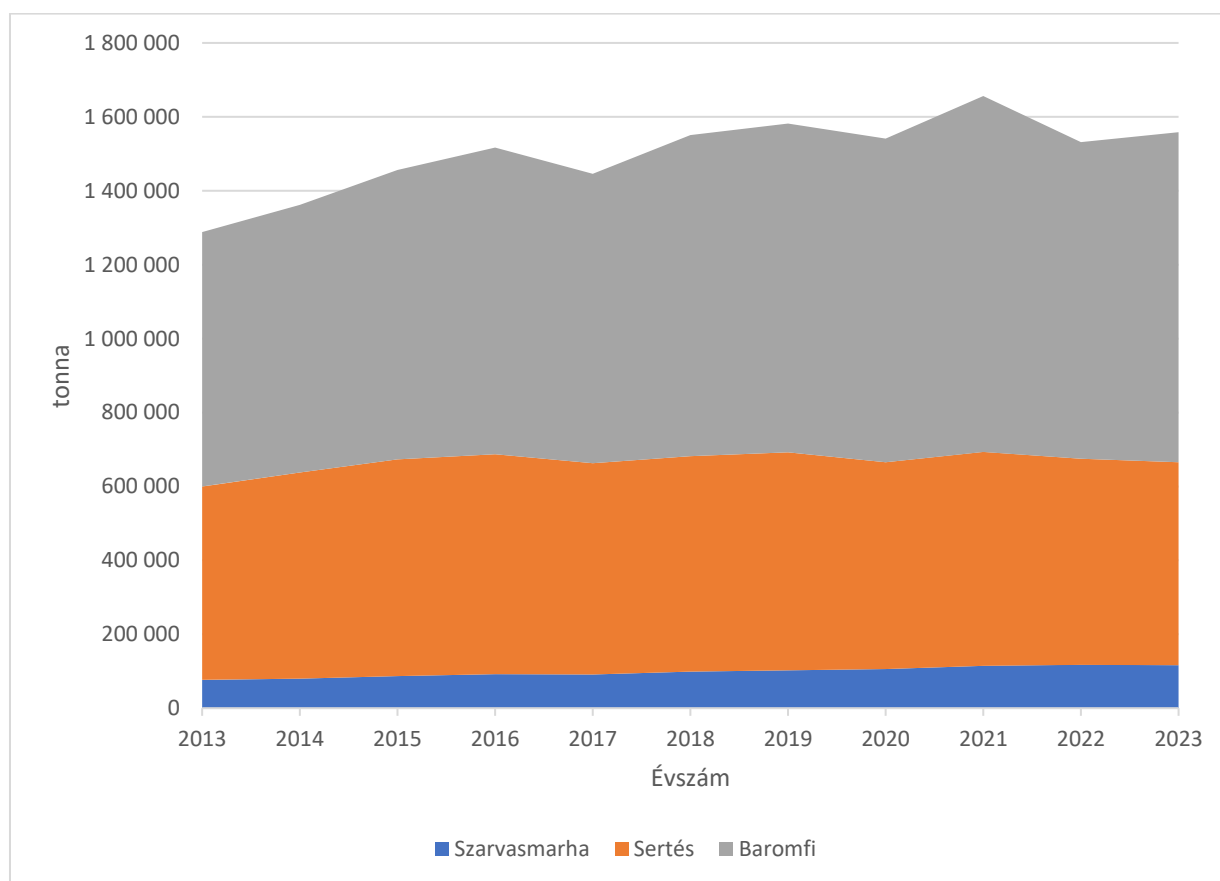
2.2. Termelés mértéke és környezetre gyakorolt hatásuk

2.2.1. Szarvasmarha termelés

A növekvő állatjólét növeli az állat egészségét és a hús minőségét. Az EU „farmtól a tányérig” keretében az Európai Bizottság tervezi a vágóállatokra vonatkozó jogszabályok felülvizsgálatát, hogy azok összhangban legyenek a tudományos eredményekkel, kiterjesztve hatályukat, megkönnyítve azok betartását, és végső soron biztosítva a magasabb szintű állatjólétet. (Eurostat, 2024)

3. ábra: Vágóállat termelés mértéke Magyarországon [tonna]

Forrás: saját szerkesztés KSH adatai alapján



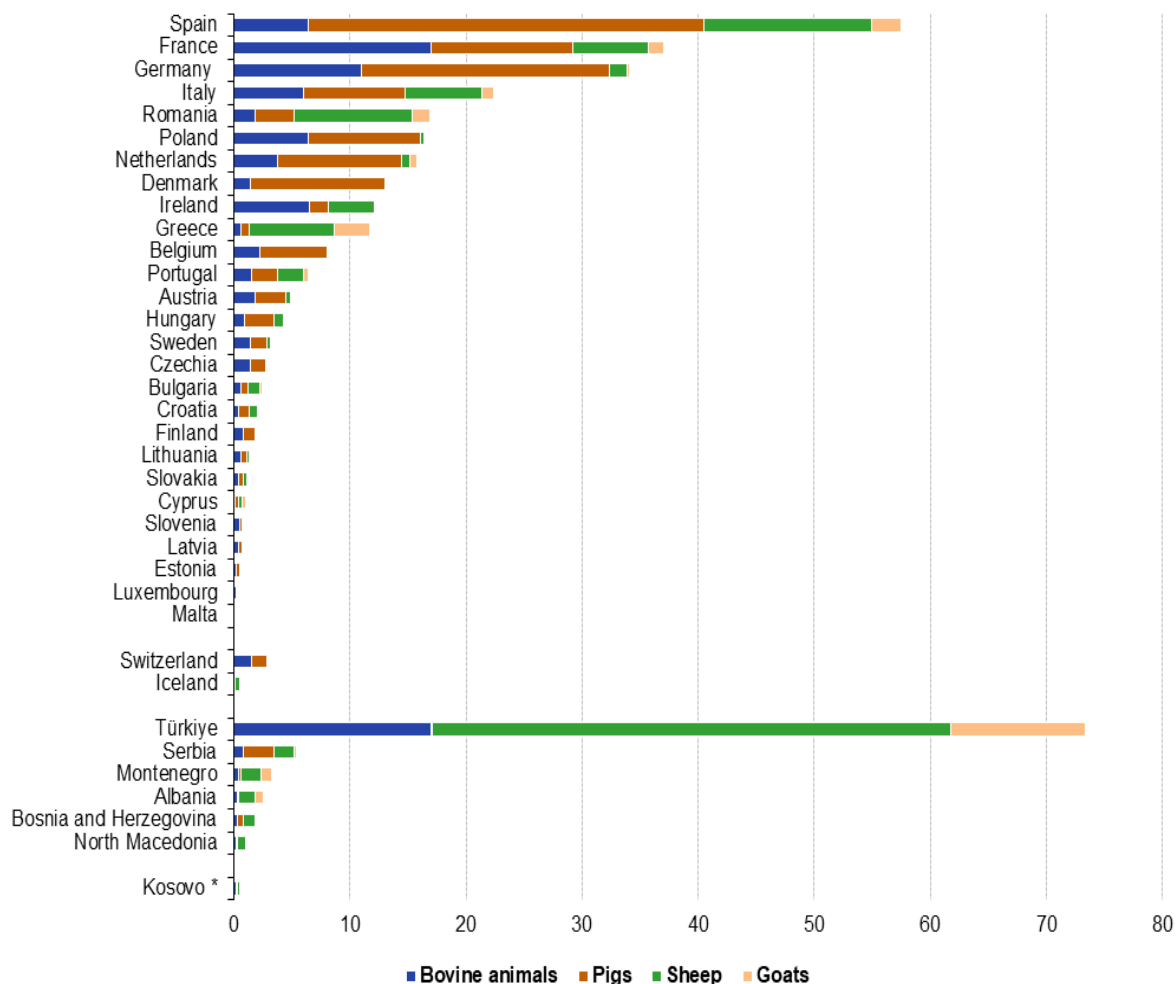
A szarvasmarhatermelés Magyarországon csekély mértékű a sertés, illetve baromfihoz képest. A termelés enyhe növekedést mutat.

4. ábra: Európa élőállat állománya 2023

Forrás: Eurostat: statistics explained: Agricultural production - livestock and meat

Livestock populations

(million head, 2023)



Note: includes estimates and provisional data.

* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 124 and the ICJ Opinion on the Kosovo Declaration of Independence.

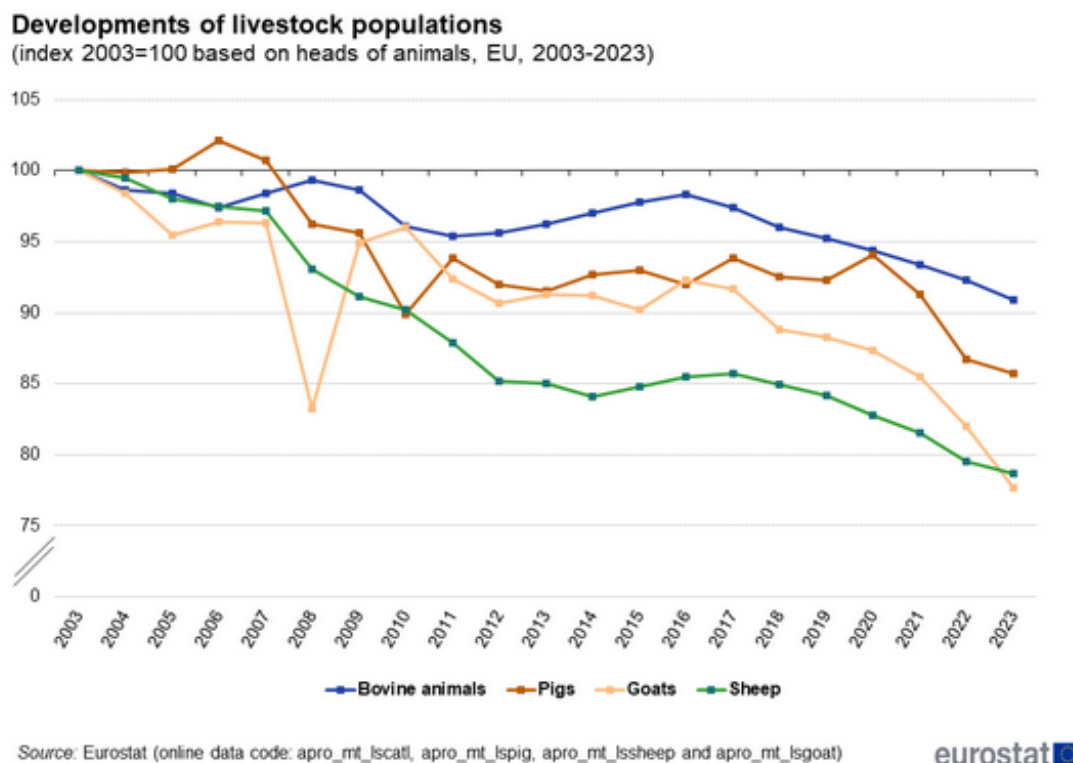
Source: Eurostat (online data codes: apro_mt_lscatl, apro_mt_lspig, apro_mt_lssheep, apro_mt_lsgoat)

eurostat

Jól látható, hogy európai szinten Magyarországnak viszonylag alacsony a vágóállat állománya. A haszonállat állomány többsége mindössze néhány tagállamban található. Az Európai Unió szarvasmarha állományának közel negyede Franciaországban található. Néhány EU-ország viszonylag specializálódott az állattenyésztés terén. Például Írország 2023-ban az EU szarvasmarha-állományának 8,8%-át adta. (Eurostat, 2024)

5. ábra: Az Európai Unió haszonállat állományának alakulása (2003-2023)

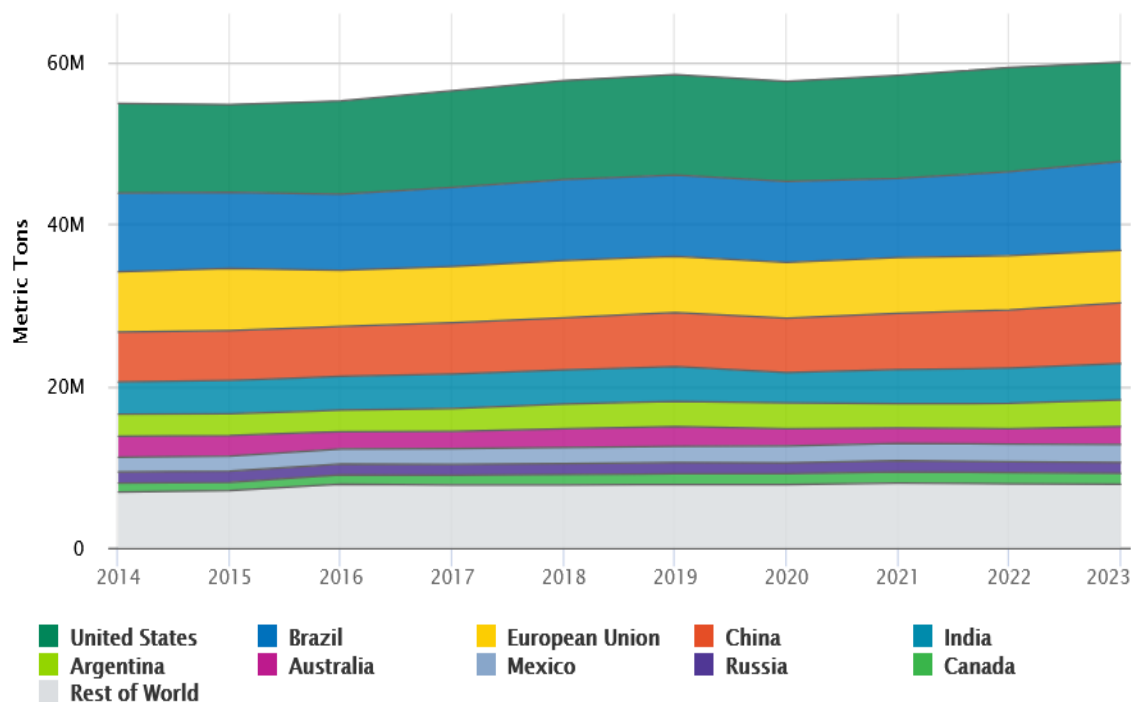
Forrás: Eurostat: statistics explained: Agricultural production - livestock and meat



Az elmúlt húsz évben Európa állatállománya minden állat tekintetében csökkent, azonban a legkisebb csökkenés a szarvasmarha állományában volt. 2023-ban az Európai Unió 6,4 millió tonna szarvasmarhahúst állított elő, ami körülbelül 255 ezer tonnával kevesebb, mint 2022-ben, ami 3,8%-os csökkenésnek felel meg. 2023-ban a marhahús előállítás több mint háromnegyedét hat ország képviselte: Franciaország (20,7%), Németország (17,3%), Írország (10,9%), Olaszország (9,7%), Lengyelország (9,3%) és Spanyolország (9,1%). (Eurostat, 2024)

6. ábra: Világ szarvasmarhatermelése (2014-2023)

Forrás: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0111000>



A világ termelésének 20%-át az Egyesült Államok, 18%-át Brazília, 13%-át Kína, 11%-át Európai Unió, 7%-át India biztosítja. (USDA adatai alapján)

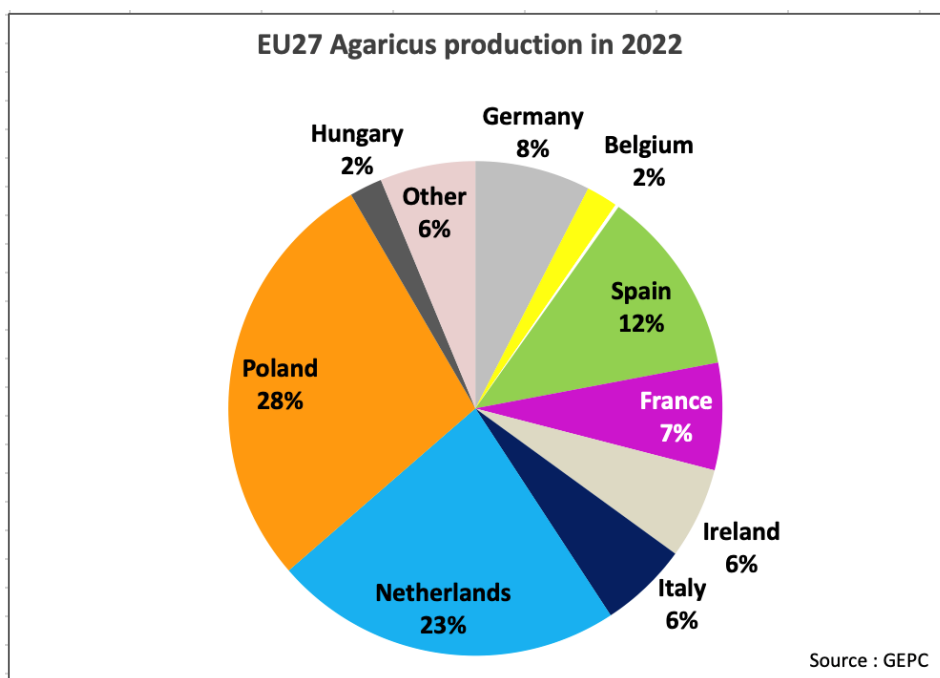
2.2.2. Csiperkegomba termelés

A gombákat általában precíz, szubsztrát alapú termesztéssel, ellenőrzött, kontrollált környezeti feltételek mellett termesztetik. (Deb 2024)

Magyarország 20-22 ezer tonna gombát állít elő évente. A hazai gombafogyasztás nem több évi 15-17 ezer tonnánál, tehát Magyarország gomba szempontjából önellátó. A legfőbb termesztett faj a csiperkegomba, melynek fehér- és barnakalapos változataival is foglalkozunk. Export szempontjából is a csiperkegomba a legsúlyosabb, azonban ennek volumene csökkent a 2000-es évek óta. (Sarok E. 2023)

7. ábra: Európa gombatermelésének eloszlása

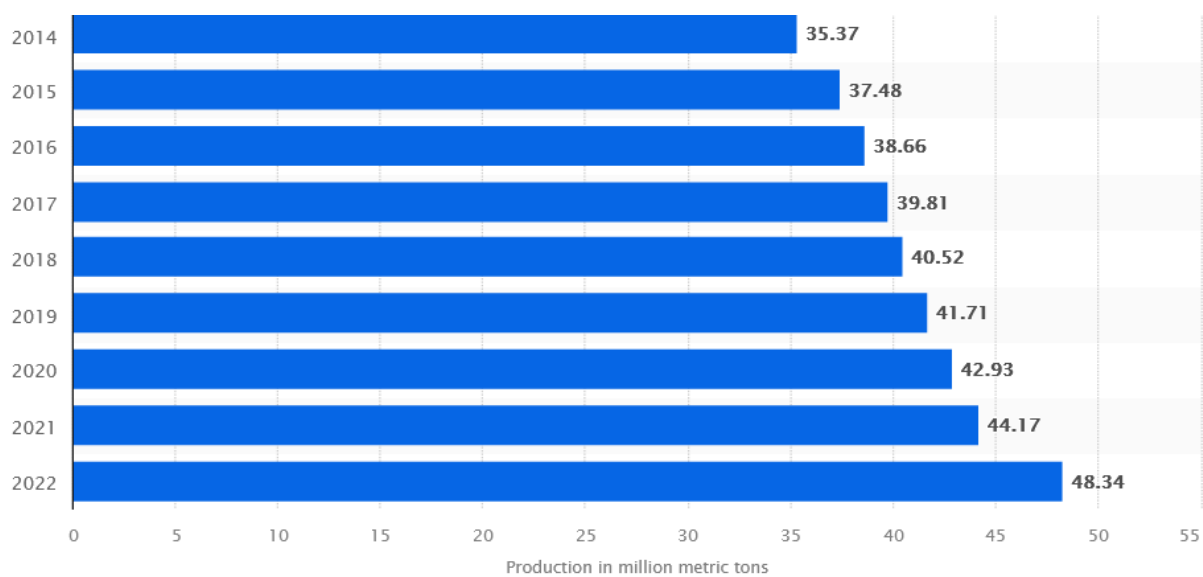
Forrás: European Mushroom Growers Club



Látható, hogy Európában A két fő gombatermelő 2022-ben Lengyelország, illetve Hollandia voltak.

8. ábra: A világ gombatermelése (2014-2022)

Forrás: Shahbande 2024



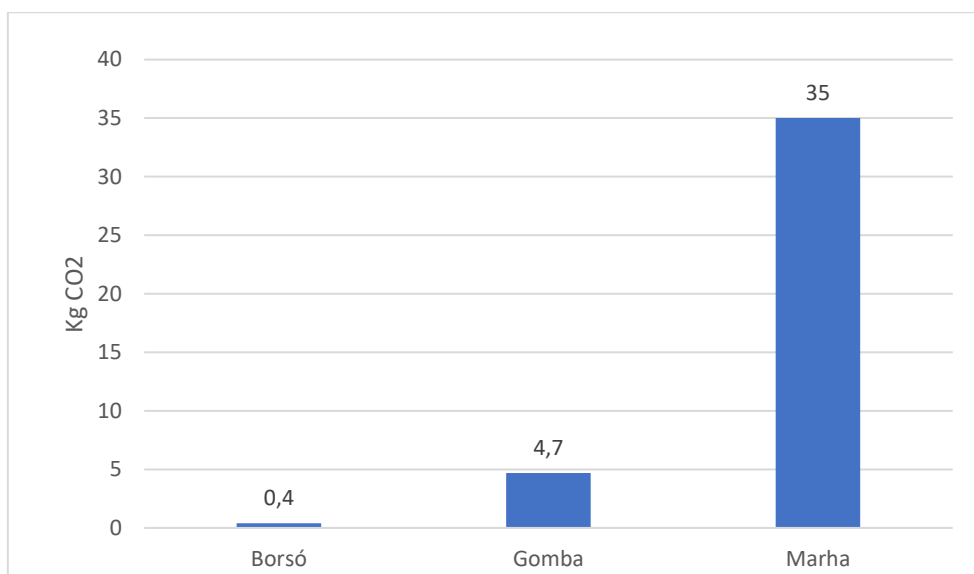
A globális gombapiac növekvő tendenciát mutat, a fogyasztói magatartás egészségtudatos irányba történő elmozdulása, és a gombák egészségügyi előnyei miatt. Jelenleg a csiperkegomba termelése a legjelentősebb (Deb 2024)

2.2.3. Környezeti hatások

Amikor növényi, illetve állati termékeket hasonlítunk össze legtöbbször a környezetre gyakorolt hatásuk kerül előtérbe. Jelenleg a növények termesztésével járó környezetkárosító hatás - melyet a kibocsátott kilogramm szén-dioxid ekvivalenssel mérnek - kisebb, mint a hústermelésből, és jelentősen kisebb, mint a marhahústermelésből származó kibocsátás. (van Vliet és társai, 2020)

9. ábra: 100g fehérje előállításához tartozó szén-dioxid ekvivalens kibocsátás, marha, csiperke és borsó esetén

Forrás: Saját szerkesztés Robinson és társai 2019 és Ritchie, 2019 adatai alapján

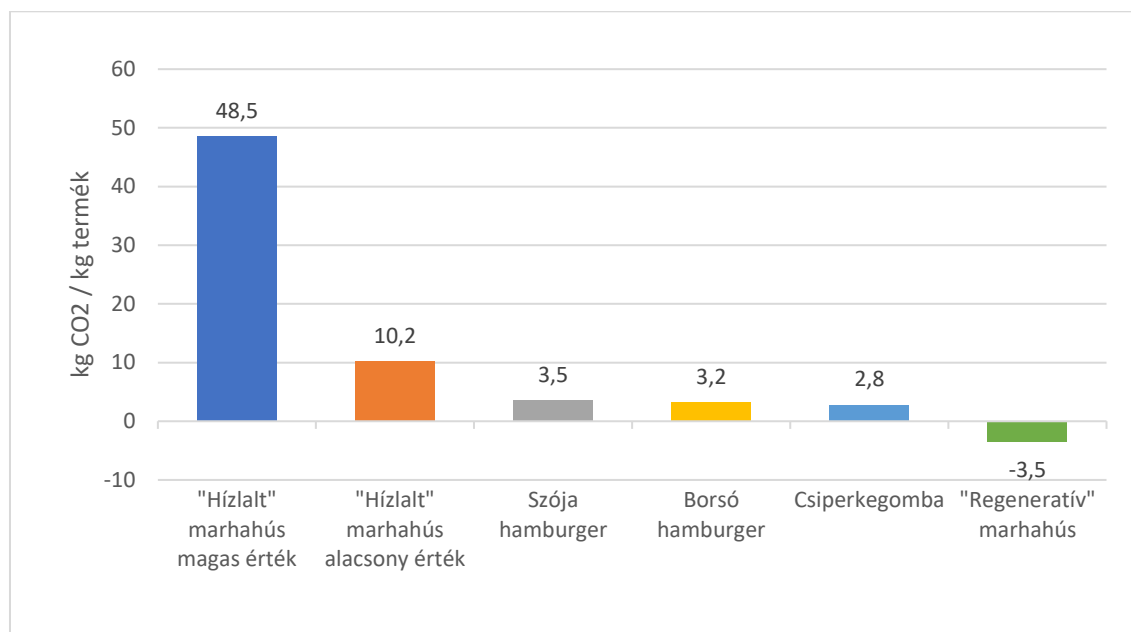


Ezek az adatok azonban nem veszik figyelembe, hogy a fehérje biológiailag mennyire elérhető, hasznosítható, illetve az egyéb feldolgozásuk során történő szén-dioxid ekvivalens kibocsátás sem, például, ha egy borsófehérjealapú hamburgerpogácsát szeretnénk előállítani, akkor sokkal közelebb van az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke a növényi és állati eredetű élelmiszerek között, mivel állati eredetű élelmiszerekben jobban hozzáférhetők a tápanyagok. Azonban a Beyond Burger és az Impossible Burger életciklus vizsgálata során, a növényi alapú termékek kisebb szén-dioxid ekvivalens kibocsátást mutattak, mint az intenzív hizlalási

rendszerű marhatartásból származó húse, de nagyobb volt, mint a regeneratív legeltetett marhákból származó húse. (van Vliet és társai, 2020)

10. ábra: Különbözö termékek előállításának szén-dioxid kibocsátása

Forrás: Saját szerkesztés van Vliet és társai, illetve Robinson és társai adatai alapján



A jól vezetett regeneratív legeltetett marhatermelés igen csekély mértékű, és kisebb intenzitású, azonban ezek a mérések nem veszik figyelembe a vegyes legeltetés lehetőségét, ahol több állatfajt tartanak együtt, ami jelentősen növeli a hatékonyságát ennek az állattartási módnak. Ezen felül az sem elhanyagolható, hogy amennyiben ezt megfelelően vezetjük és végezzük, növelhető a biodiverzitás a legelőterületen, ami növeli az ellenállóképességét az állatállománynak. (van Vliet és társai, 2020)

2.3. Gombával dúsított marhahús alapú termékek és tulajdonságaik

2.3.1. Sütési veszteség:

A marhahús hőkezelése során a legnagyobb változást a fehérjék denaturációja okozza, ami zsugorodást, a szövetek megkeményedését, léeresztést, és színváltozást okoz. A fehérjék denaturációja jelentős zsír- és vízvesztiséget eredményez a hamburgerpogácsák sütése során. A hőmérséklet emelése és a hőntartási idő növelése a léeresztés fokozódásával jár. (Pan és Paul Singh, 2001)

Friss csiperkegomba sütés közben jelentős mennyiségű vizet veszít, sütőben, 200 °C-on 92%-os veszteség, még serpenyőben 78-79%-os veszteség történhet szeletelt gomba esetében. Grillezés esetén ez a tömegveszteség kevesebb, mint 10%. (Morales és társai, 2023)

Csiperkegomba porral dúsított marhahúspaszta esetében a csiperkegomba por megnövelte a hús PH-ját, és ezzel kisebb sütési veszteség érhető el, mint a sima marhahús esetében. A hőkezelés módja ebben az esetben 80°C-os vízfürdő volt, melyben a hőkezelés 20 percig folyt. (Qing és társai 2021)

2.3.2. Egészségügyi előnyök:

A 2,5%-os ehető csiperkegomba porral dúsított marhahúspogácsáknál elérhető 25%-os zsír- és 50%-os sócsökkentés, elfogadható érzékszervi profillal. Azonban magasabb poraránynál problémát jelenthet az intenzív umami íz, ami a csökkent sótartalmat kompenzálja, mivel azoknál, akik ezt az intenzív ízt nem szokták meg, taszíthatja őket. Ezen felül a gombapor növeli a rosttartalmat, ami szintén jótékony hatást jelent. (Cerón Guevara és társai 2019)

Refai és társai kutatásában a szárított gombával nem dúsított (0%) vagy 4 és 8% szárított gombával dúsított marhahús pogácsák organoleptikus tulajdonságai jobbak voltak a 12%-os készítményhez képest, azaz ők is arra jutottak, hogy a túlzott dúsítás, és az intenzív umami íz negatív érzékszervi tulajdonságokhoz vezet. (Refai és társai, 2014)

2.3.3. Technofunkciós előnyök:

2,5%-os ehető csiperkegomba porral dúsított marhahúspogácsáknál, hideg tárolás alatt, a pogácsák gyors romlása volt megfigyelhető, a mikrobiális növekedés és oxidációs folyamatok miatt, de kismértékű antimikrobiális hatás figyelhető meg a *Pseudomonas* ellen, amikor gombaport adtak hozzá. (Cerón Guevara és társai 2019)

Refai és társai kutatásában a szárított gombával 4, 8 és 12% arányban végzett dúsítás jótékony hatást gyakorolt a marhahús pogácsák összes kémiai és fizikai tulajdonságára mind az elkészítés, mind, a tárolás alatt, illetve a 6 hónapos fagyasztott tárolás végén.

A szárított gombával nem dúsított (0%) vagy 4 és 8% szárított gombával dúsított marhahús pogácsák organoleptikus tulajdonságai jobbak voltak a 12%-os készítményhez képest.

Azaz itt is arra jutottak, hogy a túlzott dúsítás, és az intenzív umami íz negatív érzékszervi tulajdonságokhoz vezet. (Refai és társai, 2014)

3. Anyagok és módszerek

Adatrögzítés- és feldolgozáshoz alkalmazott program:

- Microsoft Excel 2016 (16.0.5408.1001 verziószám)

Adatfeldolgozáshoz alkalmazott program:

- IBM SPSS Statistics (29.0.1.0 verziószám)

3.1. Burgerek összeállítása

A kísérlet során védőgázos csomagolású Tendon marha darálthúst, marhacombot és csiperkegombát használtam.

11. ábra: Felhasznált Tendon marha darálthús

Forrás: Saját kép



12. ábra: Felhasznált csiperkegomba

Forrás: Saját kép



Az előkísérletben arra jutottam, hogy 50%-os gombatartalom felett nehezen kivitelezhető a burgerek elkészítése, mert a termék sütés után szétesett, nem tartotta a formáját. Ennek megfelelően a gomba maximális, azaz magas szintjét 50%-nak állapítottam meg. A gombatartalom alacsony szintjét 20%-nak határoztam meg. A másik változónak a zsír mennyiségét választottam. A zsír arányát a hús mennyiségéhez viszonyítva adtam meg, nem a teljes burgerre. Az alacsony szintet 10%-nak, a magasat 20%-nak választottam. A továbbiakban, a zsír arányára a húsfázisban szimplán zsírarányként fogok hivatkozni. A feldolgozás során a marhacombot 0%-os zsírtartalmúnak tekintettem, a felszíni zsírt és kötőszövetet eltávolítottam. A darált marhahúst 20%zsírtartalmúnak tekintettem, és a receptúrák előállításánál ezekkel az értékekkel számoltam. Az előbb leírtak alapján a kísérletterv értékei a következők:

1. táblázat: A kísérletterv beállításai

Forrás: saját munka

Kísérlet száma (minta száma)	Gomba arány (G)	Zsír arány (F)
1	20	10
2	50	10
3	20	20
4	50	20

A receptúrák a kísérletterv alapján, beleértve a középértékű mintát és a kontrollt a következők:

2. táblázat: A kísérlet során alkalmazott receptúrák

Forrás: saját munka

Minta száma	20%-os zsírtartalmú darált marhahús (g)	Marhacomb (g)	Csiperkegomba (g)
1	40	40	20
2	25	25	50
3	80	0	20
4	50	0	50
5	48,75	16,25	35
6 (kontroll)	100	0	0

Az alapanyagokból a táblázatba foglalt receptúrák alapján elkészítettem a nyers hamburgerpogácsákat, az alábbi módon:

A marhacombot kockákra vágtam, majd Robot Coupe R502 kutterben 20 pulzálással „ledaráltam”. Ezt követően kimértem a receptúra alapján 9 pogácsának megfelelő mennyiségű alapanyagokat, majd a keverékeket kutterben 20 pulzálással összedolgoztam.

13. ábra: Robot Coupe R502 kutter

Forrás: saját kép



A kapott masszát 4°C-on hűtve tároltam, amíg az összes nyersanyagot feldolgoztam. A keverékekből 100g-os mennyiségeket mértem, melyeket 9,0 cm átmérőjű formába helyeztem, és ennek segítségével megformáztam az egységes nyers pogácsákat, melyeket fémtálcákra helyeztem, letakartam műanyag fóliával, majd 4°C-on tároltam a felhasználásig.

14. ábra: A nyers minták a tárolást követően

Forrás: Saját kép



Az ezt követő napon a pogácsákat LAINOX VE051P sütőben 180°C-on 20 percig sütöttem. A sütést követően sómalommal egynegyed fordulatnyi sót (~0,14g) szórtam a pogácsákra, majd hagytam őket szobahőmérsékletig hűlni.

3.2. Tápanyagtartalom számítás

Tápanyagtáblázat alapján számoltam ki a legmegfelelőbb nyersanyag adatai alapján.
(tisztasó.hu : Tápanyagtáblázat)

3.3. Árkalkuláció

Központi statisztikai hivatal (KSH) adatai alapján a legmegfelelőbb nyersanyag átlagos fogyasztói ár adatai alapján számoltam ki.

3.4. Sütési veszteség

A szobahőmérsékletű pogácsák tömegét CAS MWP-300 mérleggel lemértem, Microsoft Excel-be feljegyeztem.

A sütési veszteséget az alábbi egyenlet alapján számoltam:

$$\text{Sütési veszteség (\%)} = \frac{\text{nyers pogácsa tömege (g)} - \text{sült pogácsa tömege (g)}}{\text{Nyers pogácsa tömege (g)}} * 100$$

3.5. Színmérés

A színmérést egy digitális Konica Minolta CR-400 színmérővel végeztem el. Első lépésben az eszközt kalibráltam a fehér színű referencialap segítségével. Véletlenszerűen kiválasztottam 3 pogácsát, és mindegyiken 3-3 mérést végeztem az előlapján és a hátoldalán.

A műszer a CIELAB színrendszert alkalmazza.

A mért adatokat Microsoft Excel-be feljegyeztem.

Varianciaanalízist végeztem a színmérés adataira, az előlap és hátlap összehasonlítására.

Mindhárom esetben, azaz az L, a*, b* értékénél szignifikáns különbség van az előlap és hátlap között, így azokat a továbbiakban külön kezelem.

1. képlet: ΔE^* kiszámításának képlete

Forrás: <https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/>

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

3. táblázat: ΔE^* értékeihez kötött érzékelt különbség mértéke

Forrás: Saját táblázat, Schanda (2007) alapján

ΔE^*	az érzékelt különbség
0-0,5	nem vehető észre
0,5-1,5	alig vehető észre
1,5-3,0	észrevehető
3,0-6,0	jól látható
6,0-12,0	nagy

A mért értékekből kiszámítottam az 1. képlet alapján a ΔE^* értékeket és az 8 ábra alapján leírtam az érzékelt különbség mértékét.

3.6. Állománymérés

Az állománymérő beállításai a következők:

Test speed 2,00 mm/sec

Distance: 20 mm

Trigger Force: 0,049 N

Az állománymérést Stable Micro Systems TA.XT plus Texture analyserrel végeztem el, rozsdamentes 5mm-es henger alakú fejjel (kód: P/5) 2db véletlenszerűen kiválasztott pogácsán végeztem el, minden pogácsán négyszer, négy különböző pontban. A kapott adatokat az eszköz szoftverével feldolgoztam, majd Microsoft Excel-be importáltam. A vizsgált paraméterek a mért maximális erő (N), illetve a mérőfej beszúrásához szükséges munka (N*mm).

15. ábra: Stable Micro Systems TA.XT plus Texture analyser

Forrás: saját kép



3.7. Érzékszervi bírálat

Érzékszervi szempontból a húsok megjelenése, puhasága, íze és szaftossága jelentik a legnagyobb befolyást a fogyasztók számára. (Viana és társai, 2014)

A bírálatához a különböző receptúrákat háromjegyű számokkal kódoltam, ami az M1-es mellékletben látható.

A pogácsákat 9db-ra vágtam, és minden mintából 1-1 darabot egy feliratozott papírtálcára helyeztem. A bírálók 1-1 papírtálcát és bírálati lapot kaptak. A bírálati lap az M2-es mellékletben látható. A bírálati szempontok a következők:

- Szín (0 szürkés- 10 barnás)
- Illat (0 rossz- 10 jó)
- Állomány (0 széteső, rögös- 10 tömör, rágós)
- Szaftosság (0 száraz- 10 szaftos)
- Íz (0 rossz- 10 jó)
- Összkedveltség (0 nem tetszik- 10 nagyon tetszik)

Az érzékszervi bírálók sokasága nem reprezentatív, a bírálók jelentős része egyetemi dolgozó, hallgató.

A bírálati lap eredményeit Microsoft Excel-be jegyeztem fel.

3.8. Statisztikai módszerek

A mérések kiértékelését varianciaanalízissel végeztem el. A szórás homogenitás vizsgálatához Levene-tesztet alkalmaztam. A szignifikanciaszintet 95%-ban ($p < 0,05$) határoztam meg. Ahol a varianciaanalízis szignifikáns eredményt hozott, Duncan-teszttel, vagy Games-Howell teszttel páros összehasonlítást végeztem. Kétszintű faktoriális kísérlettervvvel vizsgáltam a faktorok hatásait, és azok irányát.

Az érzékszervi bírálat eredményeit kétszintű faktoriális kísérlettervvvel is kiértékeltem, a lineáris modelleket kiszámítottam.

A statisztikai elemzést IBM SPSS programmal végeztem el.

4. Kísérleti eredmények és értékelésük

4.1. Tápanyagtartalom

A Tápanyagtáblázatból a felhasznált nyersanyagokhoz legközelebb álló nyersanyagokat kiválasztottam. A 20%-os marhahúshoz a zsíros marhahúst, a marhacombhoz a sovány marhahúst, még a csiperkéhez a csiperkét rendeltem hozzá. Ennek megfelelően a tápanyagtartalmak a következők:

4. táblázat: Adott nyersanyagok tápanyagtartalma

Forrás: saját munka a tiszta.hu : Tápanyagtáblázat adatai alapján

100g élelmiszer	Energia (kcal)	Fehérje (g)	Zsír (g)	Szénhidrát (g)
Zsíros marhahús	256	16	21	0,5
Sovány marhahús	143	21	6,2	0,6
Csiperke	39	5,9	0,2	3,3

Ezekből az adatokból, illetve a receptúrában meghatározott értékekből kiszámítottam a nyers pogácsák tápanyagtartalmát 100g-ra nézve.

5. táblázat: Receptúrák tápanyagtartalma nyersen

Forrás: saját munka az 5. táblázat adatai alapján

Minta száma (100g)	Energia (kcal)	Fehérje (g)	Zsír (g)	Szénhidrát (g)
1	167,4	16,0	10,9	1,1
2	119,3	12,2	6,9	1,9
3	212,6	14,0	16,8	1,1
4	147,5	11,0	10,6	1,9
5	161,7	13,3	11,3	1,5
6	256,0	16,0	21,0	0,5

Jól látható, hogy a legnagyobb gomba tartalmú, legkisebb zsírtartalmú pogácsa 53,4%-al kisebb kalória tartalmú, mint a kontrol minta, aminek a jelentős része a kisebb zsírtartalomból

ered. Az is látható, hogy a gombatartalom növeli a szénhidráttartalmat is, és csökkenti a fehérjetartalmat.

6. táblázat: 100kcal-nyi pogácsák tápanyagtartalma

Forrás: saját munka a 6. táblázat adatai alapján

Minta száma	Energia (kcal)	Fehérje (g)	Zsír (g)	Szénhidrát (g)
1	100,0	9,5	6,5	0,7
2	100,0	10,2	5,8	1,6
3	100,0	6,6	7,9	0,5
4	100,0	7,4	7,2	1,3
5	100,0	8,2	7,0	0,9
6	100,0	6,3	8,2	0,2

Látható, hogy a szénhidrát- és a fehérjetartalom a gombával dúsított esetekben nő, még a zsírtartalom csökken.

A sütés során víz és zsír távozik a pogácsákból, melyek aránya nem ismert, további mérést igényel, aminek segítségével kiszámítható lenne a sült pogácsák tápanyagtartalma.

4.2. Árkalkuláció

A KSH: Egyes termékek és szolgáltatások fogyasztói átlagára (nyers adatok), havonta adattáblában található adatokból kikerestem a nyersanyagaimhoz legközelebb állót.

Mind a darált, mind a combnál a marhahús árával számoltam, míg a csiperkénél a gomba árával.

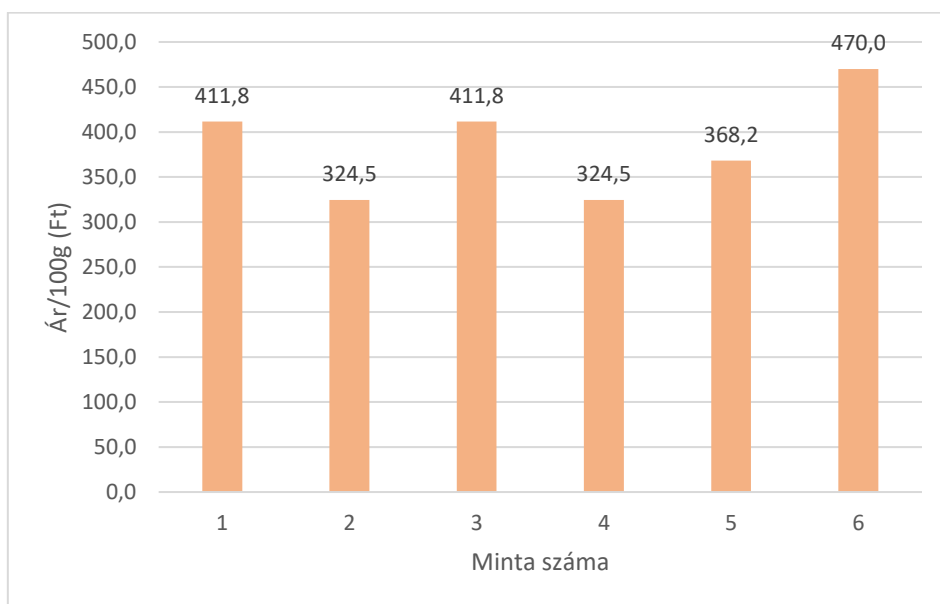
10103: Marhahús ára: 2024 szeptember: 4700Ft /kg

14111: Gomba ár: 2024 szeptember: 1790 Ft/kg

Az adatok, illetve a receptúra alapján kiszámítottam 100g termék, azaz 1 pogácsa előállítási árat. Az árkalkuláció csak a nyersanyagok árával kalkulál, az előállítás során felmerülő egyéb költségekkel nem.

16. ábra: 100g termék előállítási költsége

Forrás: saját munka, a KSH adatai alapján



A fenti adatokból jól látható, hogy a gombatartalom növelése az ár csökkenésével jár. A táblázatban a 2-es és 4-es minta jól mutatja ezt. A legkisebb fogyasztói árú termék, azaz a legmagasabb gomba tartalmú több, mint 30%-kal olcsóbb, mint a kontrol minta, ami csak marhahúst tartalmaz.

4.3. Sütési veszteség

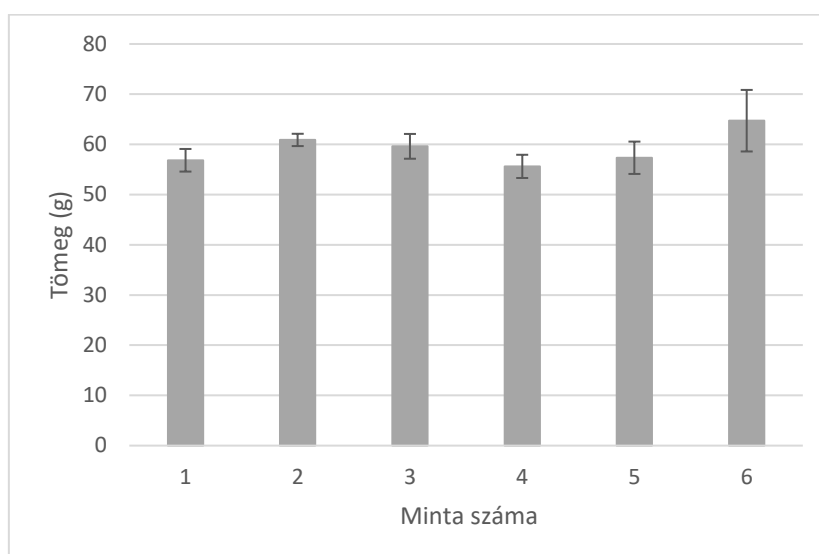
A sütési veszteség a nyers húspogácsa, illetve a sült pogácsa közötti tömegkülönbség. A hamburgerpogácsák sütés közben vizet és zsírt veszítenek a hőkezelés során, a hő mértéke és a hőkezelés idejének függvényében. A veszteség legjelentősebb része víz. A sütés módját az egyszerűség és reprodukálhatóság miatt választottuk. Ez az anyag és módszertanban leírtak szerint, sütőben történt, ami az egyik legnagyobb sütési veszteséggel járó megoldás, az irodalmak alapján. Mivel a sütési veszteség csökkentése nem volt célunk, így reprodukálhatóságot helyeztük előtérbe.

Minták tömege sütés előtt (kimért mennyiség): 100g

Minták tömege sütés után:

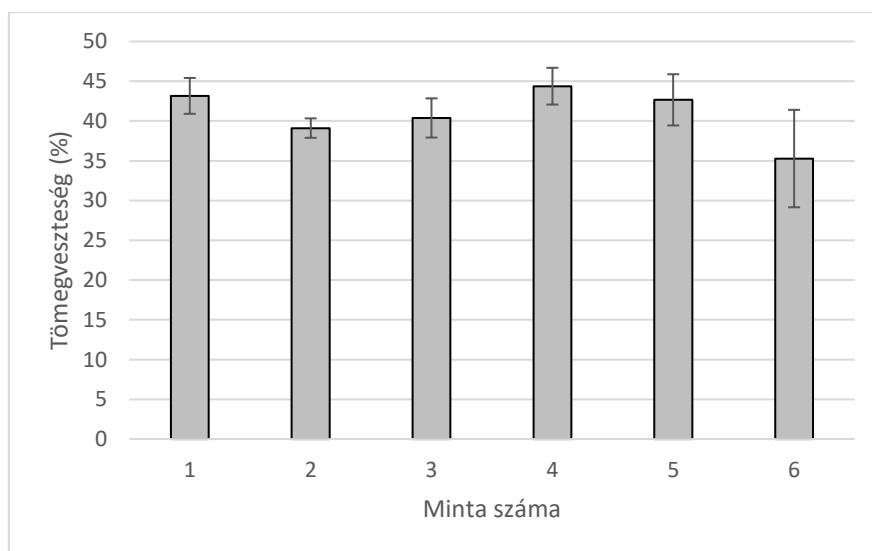
17. ábra: Hamburgerpogácsák sütés utáni tömege.

Forrás: saját szerkesztés



8. ábra: Sütési veszteség százalékban

Forrás: saját szerkesztés



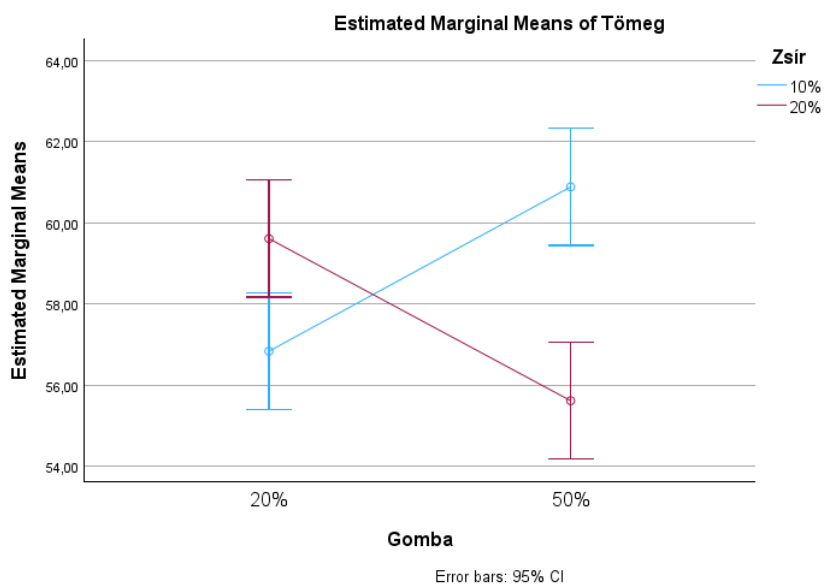
A 17-os és 18-es ábrán jól látható, hogy a sütési mód, a sütési idővel együtt igen nagy tömegvesztéssel járt, azonban, mivel az elkészítés módja azonos volt, így ezek az adatok összehasonlíthatók egymással.

Mivel a százalékos tömegvesztés a sütés utáni tömegekből lett kiszámítva, így a két adatsor együttesen kezelhető, a továbbiakban csak a sütés utáni tömegekről fogok beszélni.

A zsír és gomba kölcsönhatása volt szignifikáns hatással a sütés utáni tömegre.

19. ábra: Zsír és gomba hatása a tömegre

Forrás: saját ábra



A hatásvizsgálat ábráján jól látható, a gomba zsír kölcsönhatása.

7. táblázat: Tömegmérés: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

Tömeg (g)								
Minta száma	1	2	3	4	Gomba arány	1	2	
1	56,84	56,84				50%	58,26	
2			60,89			35%	57,24	
3		59,62	59,62			20%	58,23	
4	55,62					0%		64,72
5	57,33	57,33						
6				64,72				

Az 7. táblázat alapján jól látható, hogy a gomba nélküli, azaz a kontroll minta szignifikánsan különbözik a többi hamburgerpogácsától. Feltételezhető, hogy a gomba magas víztartalma, illetve a sütési körülményi okozhatták a nagyobb tömegvesztést. A gomba magasabb víztartalma magasabb vízvesztést tett lehetővé.

A gombával dúsított pogácsák 10,3%-al nagyobb tömegvesztéssel járnak.

Pusztán a zsír arány alapján nincs szignifikáns különbség a minták között.

4.4. Színmérés

4.4.1. Előlap

8 .táblázat: Az előlap színmérésének eredményei

Forrás: saját munka

Előlap							
Mintaszám		1	2	3	4	5	6
L	Átlag	38,75	39,54	44,61	38,36	41,35	45,23
	Szórás	2,80	3,10	2,87	2,58	1,58	2,09
a*	Átlag	3,15	2,26	4,13	1,36	2,57	4,78
	Szórás	0,76	0,80	0,81	0,43	1,27	0,81
b*	Átlag	4,73	5,95	6,22	2,87	4,31	8,76
	Szórás	1,06	1,56	1,20	0,83	1,69	2,23

20. ábra: Előlap L értékei;

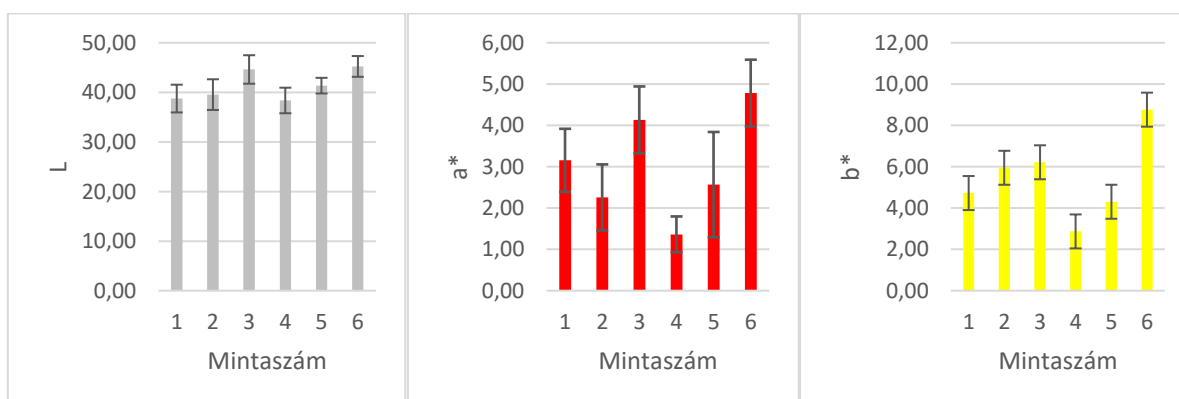
Forrás: saját munka

21. ábra: Előlap a* értékei;

Forrás: saját munka

22. ábra: Előlap b*értékei

Forrás: saját munka



A színmérés adataiból ΔE^* értékeket a különböző minták között kiszámítottam.

9. táblázat: ΔE^* értékek a minták között az előlapi színmérés alapján

Forrás: saját munka

Minta	1	2	3	4	5	6
1	0,00	1,71	6,13	2,61	2,70	7,80
2	1,71	0,00	5,41	3,42	2,47	6,83
3	6,13	5,41	0,00	7,61	4,09	2,70
4	2,61	3,42	7,61	0,00	3,53	9,67
5	2,70	2,47	4,09	3,53	0,00	6,31
6	7,80	6,83	2,70	9,67	6,31	0,00

10. táblázat: ΔE^* értékek alapján az érzékelt különbségek mértéke az előlapi színmérés során

Forrás: saját munka

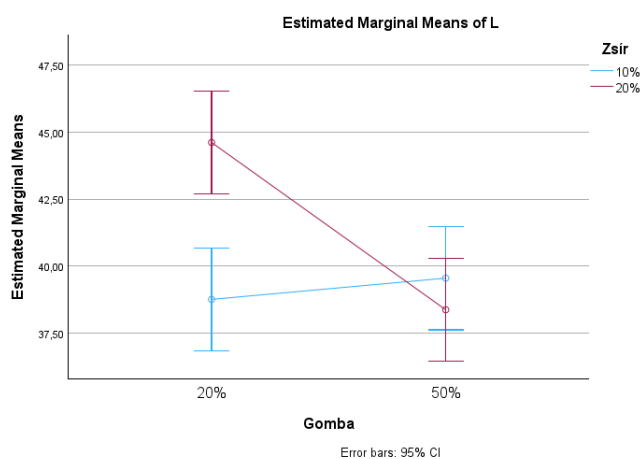
Minta	1	2	3	4	5	6
1	nem vehető észre	észrevehető	nagy	észrevehető	észrevehető	nagy
2	észrevehető	nem vehető észre	jól látható	jól látható	észrevehető	nagy
3	nagy	jól látható	nem vehető észre	nagy	jól látható	észrevehető
4	észrevehető	jól látható	nagy	nem vehető észre	jól látható	nagy
5	észrevehető	észrevehető	jól látható	jól látható	nem vehető észre	nagy
6	nagy	nagy	észrevehető	nagy	nagy	nem vehető észre

Mindegyik minta között volt észrevehető különbség, azonban ezek mértéke a minták között változó. Az L, a*, b* értékeket külön-külön vizsgálva, a statisztikai kiértékelés eredményei a következők:

Az előlap L értékeinél szignifikáns hatást a gomba arány, a zsír arány és a kettő között fellépő kölcsönhatás okoz.

23. ábra: A faktorok hatása az előlapi színmérés L értékeire

Forrás: saját ábra

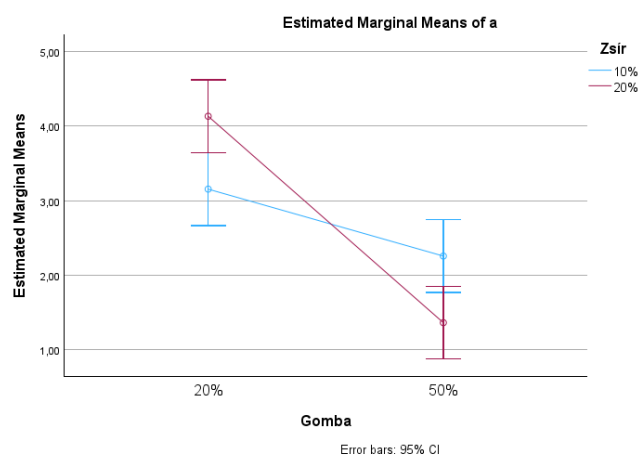


Alacsony zsírtartalom esetén a gombatartalom változtatása nem jár nagy különbséggel az L értékeknél, míg magasabb zsírtartalomnál a gomba hatása jelentősebb, sötétebb terméket kapunk.

Az előlap a* értékeinél szignifikáns hatást a gomba arány és a gomba*zsír arány kölcsönhatása okoz.

24. ábra: A faktorok hatása az előlapi színmérés a* értékeire

Forrás: saját ábra

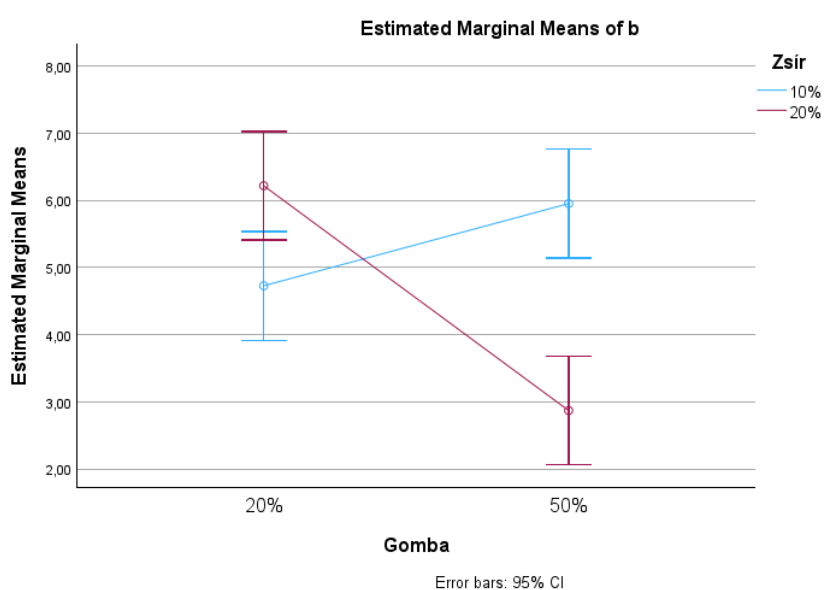


Hasonlóan az L értékekhez, alacsony zsírtartalom esetén a gombatartalom változtatása nem jár nagy különbséggel, míg magasabb zsírtartalomnál a gomba hatása jelentősebb, az a^* értéke csökken.

Az előlap b^* értékeinél szignifikáns hatást a gomba arány és a gomba*zsír arány kölcsönhatása okoz.

25. ábra: A faktorok hatása az előlapi színmérés b^* értékeire

Forrás: saját ábra



Magas zsírtartalomnál a gomba arány növelése a b^* csökkenésével, míg alacsony zsírtartalomnál, annak növekedésével jár. A magasabb zsírarányú minták esetében a gomba arány változtatásának hatása nagyobb, mint az alacsony zsírtartalom esetében. A gomba és zsír között fellépő kölcsönhatás, itt igen jelentős.

Az L, a^* , b^* külön kezelve a statisztikai elemzést végeztem.

11. táblázat: Színmérés, előlap L értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

	L											
Minta száma	1	2	3		Gomba arány	1	2	3		Zsír arány	1	2
1	38,75				50%	38,95				20%	42,73	
2	39,54	39,54			35%		41,35			15%	41,35	
3			44,61		20%	41,68	41,68			10%		39,15
4	38,36				0%			45,22				
5		41,35										
6			45,23									

A táblázatokból kiszűrhető, hogy a gomba arány növelése alacsonyabb L értékkel jár, a termék sötétebb, még a zsír arány növelésével világosabb terméket kapunk.

12. táblázat: Színmérés, előlap a* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

a*									
Minta száma	1	2	3	4		Gomba arány	1	2	3
1	3,15					50%	1,81		
2		2,26				35%	2,57		
3			4,13			20%		3,64	
4				1,26		0%			4,78
5	2,57	2,57							
6			4,78						

Jól látható, hogy a gomba arányának növelésével egyre kevésbé lesz a vörös színtérben a termék.

13. táblázat: Színmérés, előlap b* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

b*								
Minta száma	1	2	3	4		Gomba arány	1	2
1	4,73		4,73			50%	4,41	
2	5,95					35%	4,31	
3	6,22					20%	5,47	
4		2,87				0%		8,76
5			4,31					
6				8,76				

Jól látható, hogy a gomba arányának növelése a sárgás színezet csökkenésével jár. Az a* és b* értékek együttesen a gomba arány növelésével a barnás színből indulva a szürkés felé halad, azonban ezzel párhuzamosan sötétednek a minták.

4.4.2. Hátlap

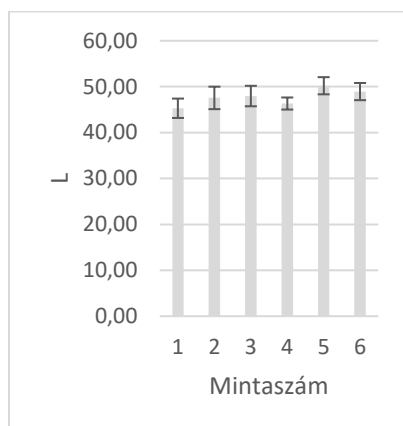
14. táblázat: A hátlap színmérésének eredményei

Forrás: saját munka

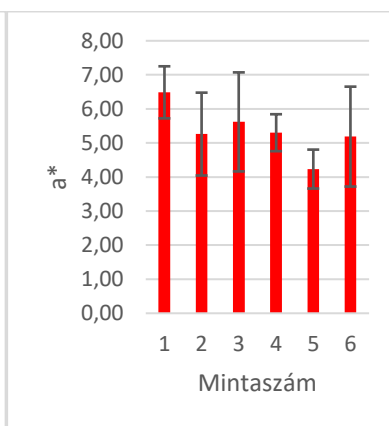
Hátlap							
Mintaszám		1	2	3	4	5	6
L	Átlag	45,30	47,56	47,96	46,33	50,21	48,93
	Szórás	2,11	2,45	2,23	1,32	1,87	1,87
a*	Átlag	6,49	5,26	5,62	5,30	4,23	5,19
	Szórás	0,76	1,22	1,45	0,54	0,57	1,47
b*	Átlag	9,46	10,50	8,23	9,67	7,45	9,47
	Szórás	0,98	1,38	1,02	0,77	0,85	2,15

26. ábra:Hátlap L értékei;

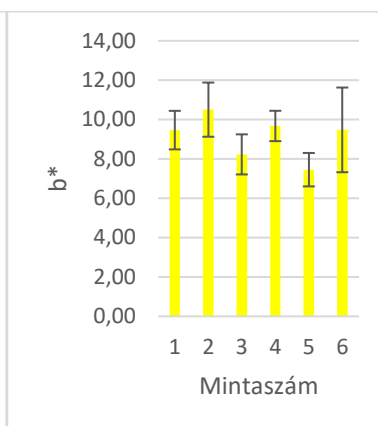
Forrás: saját munka

**27. ábra:** Hátlap a* értékei;

Forrás: saját munka

**28. ábra:** Hátlap b*értékei

Forrás: saját munka



A mért értékekből kiszámítottam az 1. képlet alapján a ΔE^* értékeket és az 8 ábra alapján leírtam az érzékelt különbség mértékét.

15. táblázat: ΔE^* értékek a minták között az hátlati színmérés alapján

Forrás: saját munka

Minta	1	2	3	4	5	6
1	0,00	2,77	6,13	2,61	2,70	7,80
2	1,71	0,00	5,41	3,42	2,47	6,83
3	6,13	5,41	0,00	7,61	4,09	2,70
4	2,61	3,42	7,61	0,00	3,53	9,67
5	2,70	2,47	4,09	3,53	0,00	6,31
6	7,80	6,83	2,70	9,67	6,31	0,00

16. táblázat: ΔE^* értékek alapján az érzékelt különbségek mértéke az hátlapi színmérés során

Forrás: saját munka

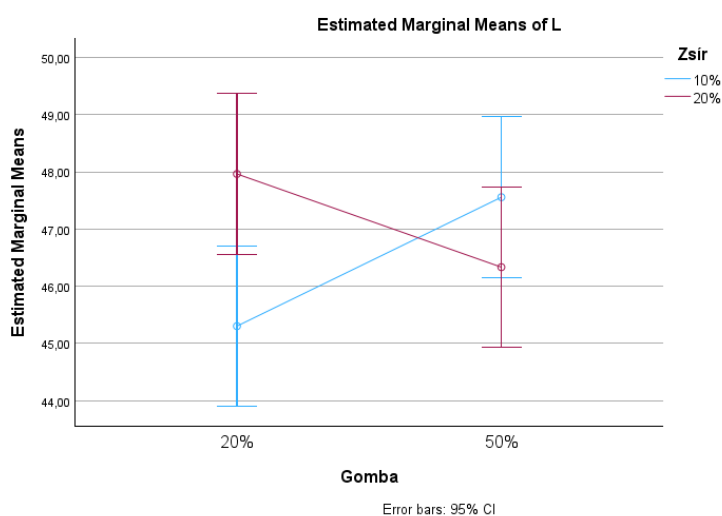
Minta	1	2	3	4	5	6
1	nem vehető észre	észrevehető	nagy	észrevehető	észrevehető	nagy
2	észrevehető	nem vehető észre	jól látható	jól látható	észrevehető	nagy
3	nagy	jól látható	nem vehető észre	nagy	jól látható	észrevehető
4	észrevehető	jól látható	nagy	nem vehető észre	jól látható	nagy
5	észrevehető	észrevehető	jól látható	jól látható	nem vehető észre	nagy
6	nagy	nagy	észrevehető	nagy	nagy	nem vehető észre

Mindegyik minta között volt észrevehető különbség, azonban ezek mértéke a minták között változó.

Az előlap L értékeinél szignifikáns hatást a gomba*zsír arány kölcsönhatása okoz.

29. ábra: A faktorok hatása az hátlapi színmérés L értékeire

Forrás: saját ábra

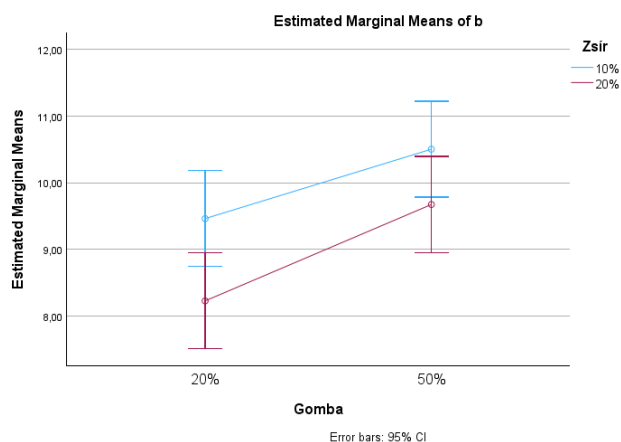


Magasabb zsírárány esetén a gombatartalom növelése az L érték csökkenésével jár, míg alacsonyabb zsírtartalomnál növekedéssel.

Az hátlap a^* értékeinél a szórások nem homogének Levene-teszt alapján, így a hatásvizsgálatot nem végeztem el.

30. ábra: A faktorok hatása az hátlapi színmérés b^* értékeire

Forrás: saját ábra



Az L, a^* , b^* külön kezelve a statisztikai elemzést végeztem.

17. táblázat: Színmérés, hátlap L értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

L											
Minta száma	1	2	3	4	Gomba arány	1	2	Zsír arány	1	2	
1	45,30				50%	46,95		20%	47,74		
2		47,56	47,56		35%		50,21	15%		50,21	
3		47,96	47,96		20%	46,63		10%	46,43		
4	46,33	46,33			0%		48,93				
5				50,21							
6			48,93	48,93							

A középértékű minta szignifikánsan eltér a többitől, ez volt a legvilágosabb, még az alacsony zsír és gomba arányú minta a legsötétebb.

18. táblázat: Színmérés, hátlap a* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

a*											
Minta száma	1	2	3		Gomba arány	1	2		Zsír arány	1	2
1	6,49				50%	5,28			20%	5,37	
2	5,26	5,26	5,26		35%		4,23		15%		4,23
3	5,61	5,61	5,61		20%	6,05			10%	5,87	
4		5,3			0%	5,19					
5			4,23								
6	5,19	5,19	5,19								

Látható, hogy a gomba- és zsír aránynál a középérték szignifikánsan eltér a többitől, kisebb értékkel rendelkezik.

19. táblázat: Színmérés, hátlap b* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

b*												
Minta száma	1	2	3		Gomba arány	1	2	3		Zsír arány	1	2
1	9,46		9,46		50%	10,09				20%	9,12	
2	10,5				35%		7,45			15%		7,45
3		8,23	8,23		20%			8,84		10%	9,98	
4	9,67				0%	9,47		9,47				
5		7,45										
6	9,47		9,47									

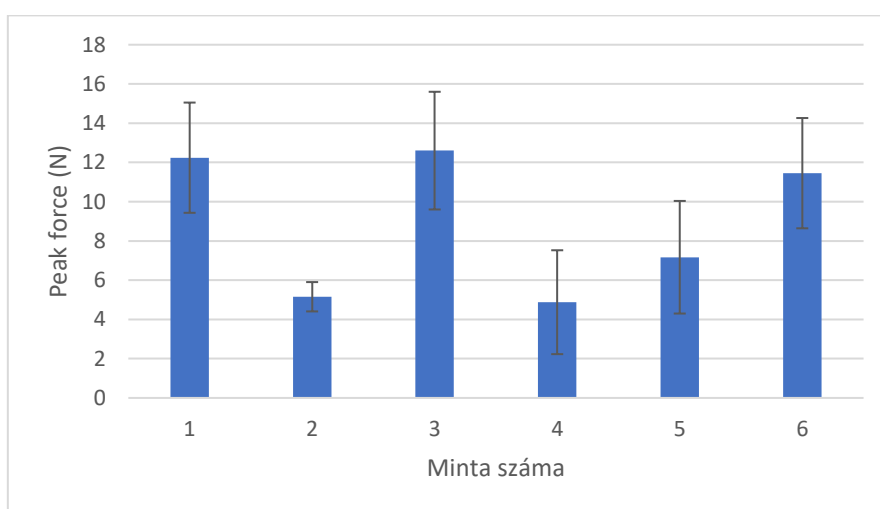
Látható, hogy hasonlóan a 18. táblázathoz a gomba- és zsír aránynál a középérték szignifikánsan eltér a többitől, kisebb értékkel rendelkezik.

Az a* és b* értékeket együtt kezelve elmondható, hogy a faktorok középértéke szürkébb a többi értéktől.

4.5. Állománymérés

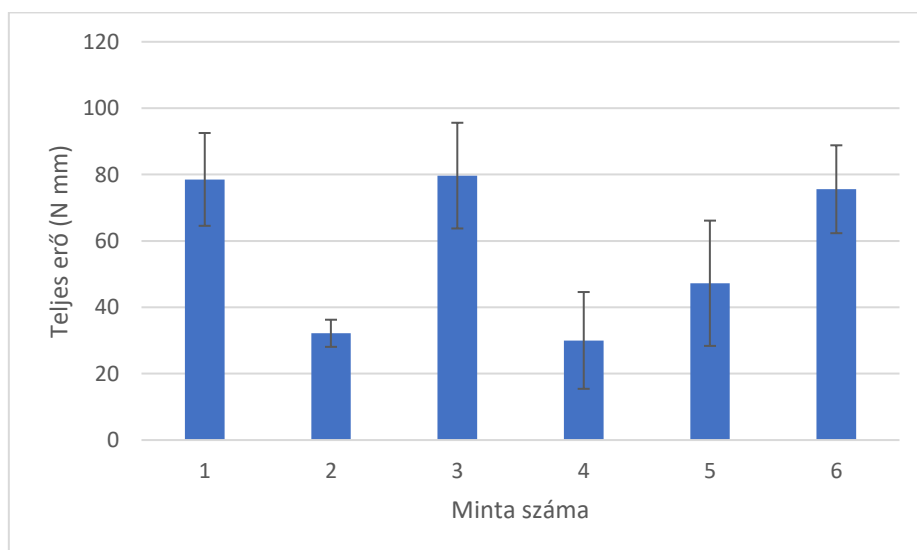
31. ábra: Állománymérésből kapott maximális erő értékek

Forrás: saját munka



32. ábra: Állománymérésből kapott a mérőfej beszúrásához szükséges munka értékei

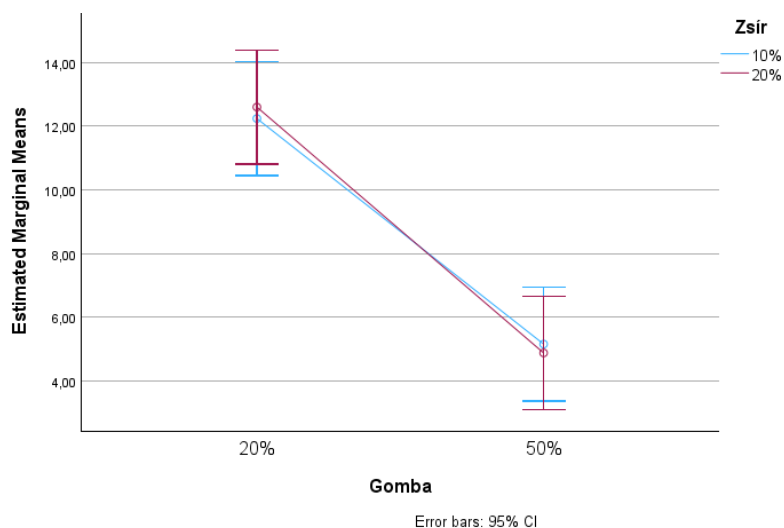
Forrás: saját munka



Mindkét esetben szignifikáns hatást csak a gomba aránya váltott ki.

33. ábra: A faktorok hatása az állománymérés maximális erő értékeire

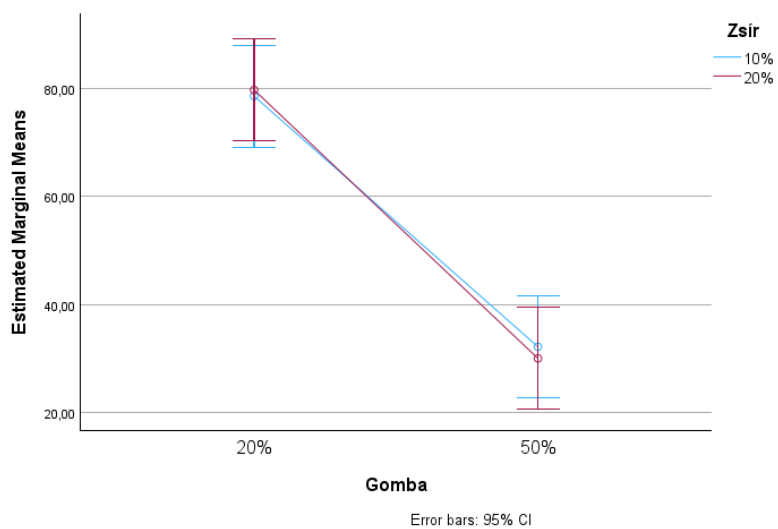
Forrás: saját ábra



Látható, hogy a gomba arányának növelése a maximális erő értékének csökkenésével jár, a zsírtartalomtól teljesen függetlenül.

34. ábra: A faktorok hatása a mérőfej beszúrásához szükséges munka értékeire

Forrás: saját ábra



Hasonlóan a maximális erőnél a gomba arányának növelésével kisebb a mérőfej beszúrásához szükséges munka mértéke. Összességében a gomba arányának növelése omlósabb, puhább burgert eredményez.

A statisztikai elemzést elvégeztem, a mintaszám és gomba arány alapján elkülönítve a csoportokat van szignifikáns különbség a csoportok között mindkét mért tulajdonságnál, míg zsír arány alapján nincs.

20. táblázat: Állománymérés, maximális erő értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján

Forrás: saját munka

Maximális erő (N)						
Minta	1	2		Gomba arány	1	2
1	12,24			50%	5,02	
2		5,15		35%	7,17	
3	12,6			20%		12,42
4		4,88		0%		11,45
5		7,17				
6	11,45					

A táblázatból látható, hogy a gombatartalmat növelve csökken a maximális értéke, szignifikáns különbség 35%-os gombatartalomtól figyelhető meg. A mintaszám alapján elkülönítve is ez látható, a minták csak gombatartalom alapján különböznek szignifikánsan. 20%-os gombatartalom még nem jár szignifikáns különbséggel, a kontrolmintával összehasonlítva, így az állomány javításához ennél több gomba alkalmazása szükséges, a méréseink alapján 35%-tól biztosan van különbség a minták között.

21. táblázat: Állománymérés, mérőfej beszúrásához szükséges munka értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján
 Forrás: saját munka

Mérőfej beszúrásához szükséges munka (N*mm)								
Minta	1	2	3		Gomba arány	1	2	3
1	78,53				50%	31,10		
2		32,17			35%		47,25	
3	79,68				20%			79,11
4		30,02			0%			75,57
5			47,25					
6	75,57							

A táblázatból látható, hogy a gomba arány növelése kisebb értékekkel járt, azaz a gombatartalom emelésével javítható az állomány. Hasonlóan az előző kiértékeléshez a 20%-os gombatartalom még nem jár szignifikáns csökkenéssel, azonban itt a 35% és 50% között van szignifikáns különbség.

Összességében gomba adagolásával puhább, omlósabb terméket lehet előállítani.

4.6. Érzékszervi bírálat

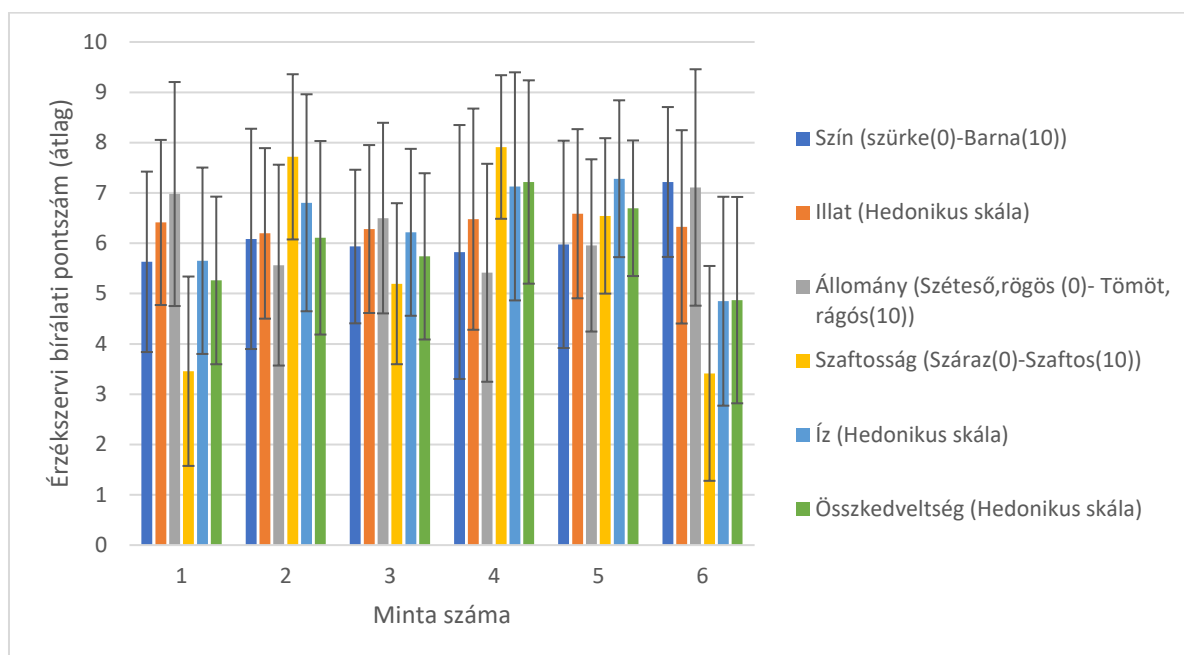
Az érzékszervi bírálatot úgy állítottam össze, hogy a kontrolltól való eltérést tudjam vizsgálni. A kontrolltól való különbségvizsgálat egyrészt csökkenti a bírálatok között felmerülő további tárolási idő által okozott minőségromlást, amennyiben ez fellépett, illetve a marhahús változó kedveltségéből adódó szórást csökkenti.

Az érzékszervi bírálatot 46 fővel sikerült elvégeztetni. A bírálók nem képzett bírálók, és nem reprezentatívak a magyar lakosságra nézve. A bírálatot az egyetem dolgozói, illetve hallgatói végezték el. A bírálatot nem érzékszervi laboratóriumban végeztem el.

A teszteredmények kiértékelése alapján a következő eredményekre jutottam:

35. ábra: Az érzékszervi bírálat átlageredményei, a szórásukkal.

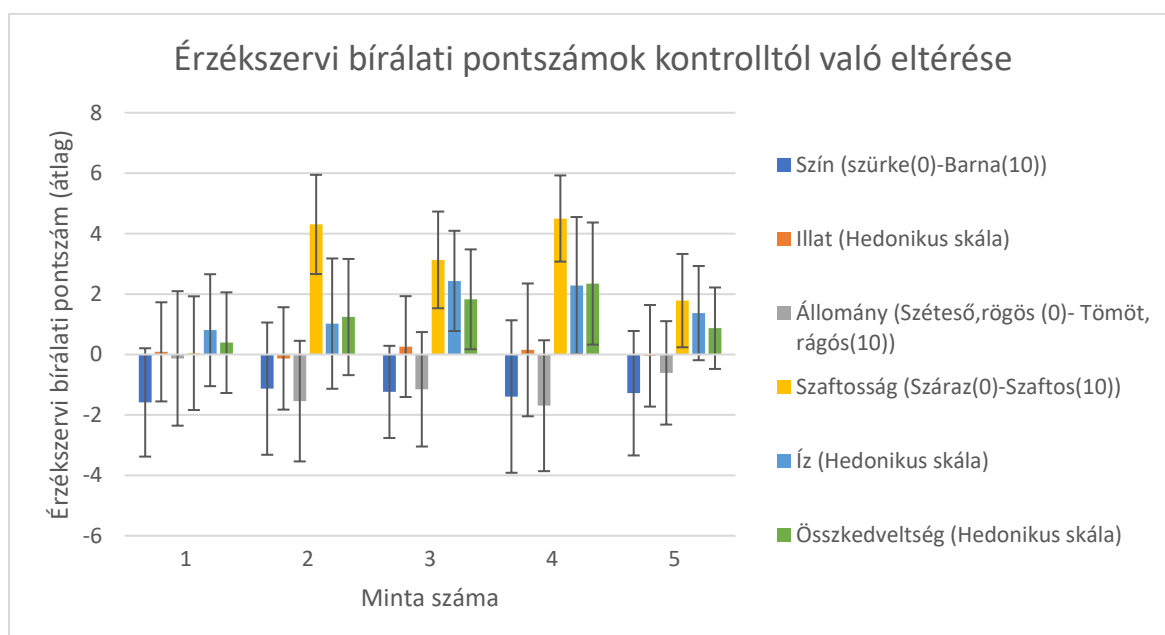
Forrás: saját forrás



A kontrolltól való eltérést kiértékeltem kétszintű faktoriális kísérlettervvel, és ez alapján a lineáris modellt levezettem:

36. ábra: Az érzékszervi bírálat kontrolltól való eltérés átlageredményei, a szórásukkal.

Forrás: saját forrás

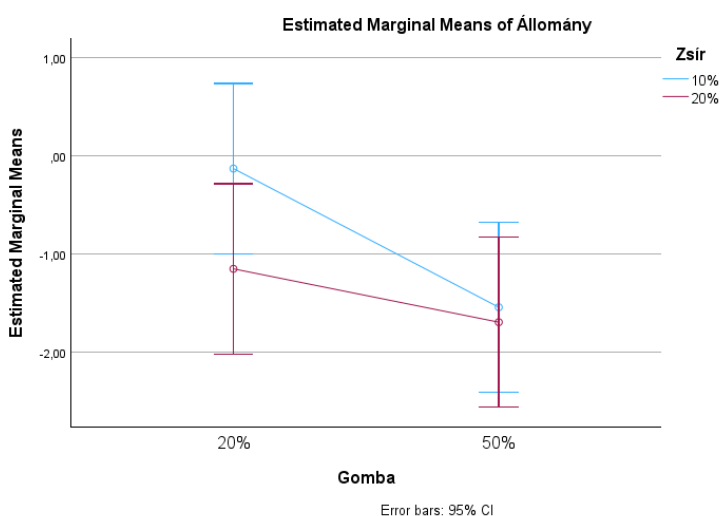


A szín, illat, és íz érzékszervi bírálati pontszámaiban nincs megfigyelhető szignifikáns hatás.

Az állomány érzékszervi bírálati pontszámaiban megfigyelhető szignifikáns hatást a gomba aránya okoz.

37. ábra: A faktorok hatása az érzékszervi bírálat állomány értékeinek kontrolltól való eltérésére

Forrás: saját munka



A kísérletterv adataiból kiszámítottam a predikciós modellt:

$$Y_{\text{állomány}} = 2,3 - 0,098 * G$$

A modell helyességét a középérték eredményével leellenőriztem:

Számolt eredmény: -1,13

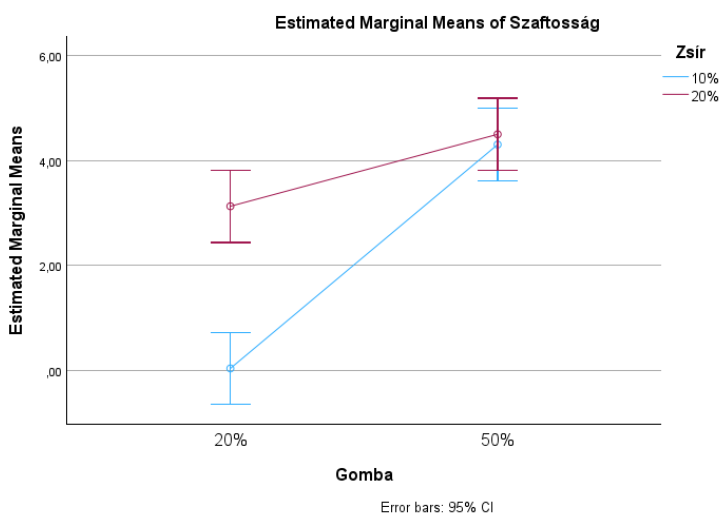
Valós eredmény: -0,61

A gombatartalom növelése jelentősen csökkenti az állományra adott pontok kontrolltól való eltérését, ami azt jelenti, hogy egy rögzesebb, szétesőbb állományt kapunk a gombatartalom növelésével. Alacsony zsírtartalom esetén az állományra gyakorolt hatása a gombának nagyobb, azaz mondhatjuk, hogy zsírcsökkentett termék esetén a gomba adagolása nagyobb jelentőségű. Az előkísérlet során a maximális gombatartalmat 50%-nak jelöltük ki, mivel e fölött a pogácsák igen könnyen szétestek, nem tartották jól a formájukat.

A szaftosság érzékszervi bírálati pontszámaiban megfigyelhető szignifikáns hatást a gomba-, a zsír aránya és a két faktor között fellépő kölcsönhatás okoz.

38. ábra: A faktorok hatása az érzékszervi bírálat szaftosság értékeinek kontrolltól való eltérésére

Forrás: saját munka



A kísérletterv adataiból kiszámítottam a predikciós modellt:

$$Y_{\text{szaftosság}} = -7,8 + 0,238 * G + 0,5 * F - 0,0096 * G * F$$

A modell helyességét a középérték eredményével leellenőriztem:

Számolt eredmény: 2,99

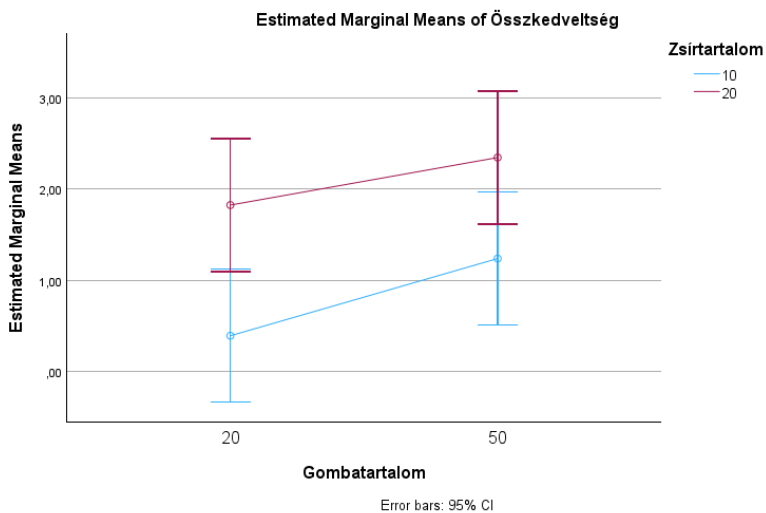
Valós eredmény: 4,5

A gomba-, illetve a zsír arány növelése szaftosabb pogácsát eredményez. Alacsonyabb zsírarány esetén a gombatartalom növelésének a hatása nagyobb, illetve kis gombatartalom esetében van jelentősége a zsírtartalomnak, míg az 50 % gomba esetében a zsírtartalom nem befolyásolja a szaftosságot.

Az összkedveltség érzékszervi bírálati pontszámaiban megfigyelhető szignifikáns hatást a zsír aránya okoz.

39. ábra: A faktorok hatása az érzékszervi bírálat összkedveltség értékeinek kontrolltól való eltérésére

Forrás: saját munka



A kísérletterv adataiból kiszámítottam a predikciós modellt:

$$Y_{\text{összkedveltség}} = -0,457 + 0,1272 * F$$

A modell helyességét a középérték eredményével leellenőriztem:

Számolt eredmény: 1,45

Valós eredmény: 0,87

A zsír arány növelése magasabb összkedveltséget jelent, azonban itt a jótékony hatását csökkenti a végterméknek, növeli a kalóriatartalmat, illetve feltételezhető itt is egy limitáció, az előállítás során.

5. Következtetések, Javaslatok

A gomba igen alkalmas funkcionális élelmiszerek előállítására, mind az említett kutatások alapján porított formában, mind a diplomamunkámban bemutatott nyers formában.

A csiperkegomba az egyik legalkalmasabb gombafaj ilyen funkcionális élelmiszer előállítására, mivel ez a legnagyobb mennyiségben, legnagyobb arányban termelt gombafaj, így ennek az ára a legalacsonyabb, ami a fogyasztók számára jobban kézzelfoghatóbb pozitív tulajdonság lehet. Mivel a gombával való dúsítással sócsökkentés elérhető, így a viszonylag alacsony sóhasználat befolyásolhatta, az általában igen sós kontrol hamburgerpogácsával való összehasonlítást. Azért döntöttem alacsony sóhasználat mellett, hogy az ízbeli különbségek jobban kijöjjenek, azonban ez nem történt meg kellőképp.

A gombaporral dúsított hamburgerpogácsákkal sócsökkentés érhető el, elfogadható érzékszervi profillal, ezt a tulajdonságot, a nyers gombás dúsítás során, további kutatásban érdemes lehet kivizsgálni.

A kísérlet során a nyers pogácsák különböző, például tárolási tulajdonságaival nem foglalkoztam, további kutatást igényel.

A kísérlettervben a zsír arányát csak a húsfrakcióhoz képest adtam meg, további kutatás során érdemes lehet a teljes pogácsa viszonylatában vizsgálni a zsír mennyiségének hatását.

A kísérletben alkalmazott sütési módot a kényelmesség jegyében választottam, mivel egységes sütési lehetőséget biztosít, egyszerű, könnyen reprodukálható módon, a sütési veszteség ennél a módszernél igen magas, a magas hőfokon, rövid ideig történő grillezéssel, jelentősen kisebb sütési veszteség lép fel, mind marhahús, mind gomba esetén, így feltételezhetően a kettő keverékében is, további kutatást igényel.

A gombaporok igen alkalmasak az umami íz javítására hamburgerpogácsáknál, azonban túl nagymértékben történő alkalmazásukkor ez az erőteljes umami íz taszító lehet. Ez a probléma nyers gomba alkalmazásakor nem merült fel, a dúsított termékek minden esetben magasabb érzékszervi pontszámot kaptak az íz tulajdonságra a kontrolhoz képest.

A nyers gomba alkalmazása az állomány, azaz az omlósság és szaftosság javítására igen alkalmas, a 35%, vagy magasabb gomba arányt tartalmazó minták, mind a műszeres, mind az érzékszervi teszten jobban szignifikánsan jobban teljesítettek a kontrolnál. Az említett kutatásokban nem volt szignifikáns különbség a gombaporral dúsított és a kontrol minta között, így a nyers gomba ilyen szempontból alkalmasabb lehet ilyen típusú funkcionális élelmiszer előállítására.

Az érzékszervi bírálók sokasága nem volt reprezentatív Magyarország lakosságára, főleg fiatal, egyetemi hallgatók töltötték ki az érzékszervi bírálati lapot, ezt a további kutatásokban, amennyibe a lehetőség meg van rá, bővíteni szükséges, hogy minél reprezentatívabb legyen.

Összkedveltség szempontjából a zsír mennyiségének van szignifikáns hatása, azonban a magasabb gomba tartalmú minták jobban teljesítettek az alacsonyabb arányúaknál, illetve a magasabb gombatartalom jobb táplálkozástani előnyökkel jár, így érdemes lehet ennek magas szinten tartása. Amennyiben ilyen terméket állítunk elő az összkedveltség és a funkcionális tulajdonságok mérlegelése fontos lehet.

Amennyiben az érzékszervi profil elfogadható, ami a mi esetünkben az, hisz a kontrol marhahúspogácsáktól jobb érzékszervi pontszámokat értek el, és a gombatartalom növelésével az ár csökkenthető, ezek a termékek remek lehetőséget jelenthetnek a funkcionális élelmiszerek piacán.

6. Összefoglalás

A termékfejlesztés során olyan nyers csiperkegombával dúsított marhahúspogácsa fejlesztése volt a cél, amely hústartalmának jelentős részét váltjuk ki a gombánkkal. A kísérlet során kétszintű teljes faktoriális kísérlettervvvel dolgoztam, melyben a faktorok a gomba aránya, illetve a zsír aránya a húsfrakcióban voltak. A mintákat egy csak 20%-os zsírtartalmú darált marhahúsból készített kontrolmintával hasonlítottam össze.

A receptúrák alapján kiszámoltam a minták tápanyagtartalmát. A gombával dúsított hamburgerpogácsák alacsonyabb kalória és zsírtartalmúak voltak, miközben 100 kalóriára vetítve magasabb fehérjetartalommal bírtak.

A receptúrák alapján ár kalkulációt is végeztem, ami alapján a gombával dúsított pogácsák előállításának költsége kisebb volt a kontrolmintánál.

A mintákat 180°C-os sütőben 20 perc alatt sütöttem ki, majd lemértem a tömegüket, melyből sütési veszteséget számoltam. A gombával dúsított pogácsáknál szignifikánsan magasabb volt a sütési veszteség, mint a kontrolmintának. A zsír és gomba kölcsönhatása volt szignifikáns hatással a tömegre, és ezáltal a tömegveszteségre.

A tömegmérést követően 3-3 minta színét lemértem Konica Minolta színmérővel, ami a CIELAB rendszert alkalmazza. A minták elő- és hátlapját is lemértem, mintánként három-háromszor. Az elő- és hátlap között szignifikáns különbség volt. A mérés alapján a mintákra a gomba-, a zsír arány és a kettő kölcsönhatása okozta a hatást.

A színmérést követően receptúránként két-két mintának lemértem a maximális erő és a mérőfej beszúrásához szükséges munka értékeit állománymérőn. Minden mintán négy mérést végeztem, négy különböző pontban. A gomba aránya okozott szignifikáns hatást ezekre a tulajdonságokra. A gombatartalom növelésével, puhább omlósabb pogácsákat kaptam.

Az érzékszervi bírálat az egyetemen történt, nem érzékszervi laborban, nem reprezentatív sokaságon, az egyetem dolgozói, illetve hallgatói végezték el. A minták bírálat eredményeit összevetettem a kontrollal, és ezt a különbséget vizsgáltam. Szín, illat és íz tekintetében nem volt szignifikáns hatás a faktorok által. Az állomány és szaftosság eredményei az állománymérés során kapott eredményeket hozta, azonban érdemes megjegyezni, hogy bár csak a gomba aránya okozott szignifikáns hatást, alacsonyabb zsír arány mellett a hatása nagyobb volt. Az összkedveltséget tekintve szignifikáns hatást csak a zsír aránya okozott, annak növelése magasabb összkedveltséghez vezet, azonban ez rontja az egészséggel kapcsolatos tulajdonságokat.

7. Irodalmi hivatkozások

1. Atila, Funda & Owaid, Mustafa & Shariati, Mohammad Ali. (2017). The nutritional and medical benefits of *Agaricus Bisporus*: A review. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. 7. 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.281-286.
2. Blumfield M, Abbott K, Duve E, Cassettari T, Marshall S, Fayet-Moore F. (2020) Examining the health effects and bioactive components in *Agaricus bisporus* mushrooms: a scoping review. *J Nutr Biochem*. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2020.108453.
3. Caldwell, M. (2014). The Rise of the Gourmet Hamburger, *Sage journals: Contexts*, 13(3), 72-74. <https://doi.org/10.1177/1536504214545765>
4. Cerón Guevara, Magdalena & Rangel Vargas, Esmeralda & Lorenzo, Jose M. & Bermúdez, Roberto & Pateiro, Mirian & Rodriguez, Jose & Sanchez-Ortega, Irais & Santos, Eva. (2019). Effect of the addition of edible mushroom flours (*Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*) on physicochemical and sensory properties of cold-stored beef patties. *Journal of Food Processing and Preservation*. DOI:10.1111/jfpp.14351
5. Das A. K., Nanda PK, Dandapat P, Bandyopadhyay S, Gullón P, Sivaraman GK, McClements DJ, Gullón B, Lorenzo JM. (2021) Edible Mushrooms as Functional Ingredients for Development of Healthier and More Sustainable Muscle Foods: A Flexitarian Approach. *Molecules*. DOI: 10.3390/molecules26092463.
6. Dayong Wu, Munkyoung Pae, Zhihong Ren, Zhuyan Guo, Donald Smith, Simin Nikbin Meydani, (2007) Dietary Supplementation with White Button Mushroom Enhances Natural Killer Cell Activity in C57BL/6 Mice. *The Journal of Nutrition*, Volume 137, Issue 6, 2007, Pages 1472-1477, DOI: 10.1093/jn/137.6.1472.
7. Decker EA, Park Y.(2010) Healthier meat products as functional foods. *Meat Sci*. 2010 Sep;86(1):49-55. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.04.021.
8. Eurostat: statistics explained: Agricultural production - livestock and meat
9. Gönczi Krisztina: (2023) Indul az 5 millió eurós, gombaevést népszerűsítő kampány, *Mezőhír* 2023.11.16.
10. Jeong HG, Jung DY, Jo K, Lee S, Choi YS, Yong HI, Jung S.(2021) Alternative of Phosphate by Freeze- or Oven-Dried Winter Mushroom Powder in Beef Patty. *Food Sci Anim Resour*. 2021 May;41(3):542-553. DO: 10.5851/kosfa.2021.e18.

11. Konica Minolta weboldala. Letöltés dátuma: 2024.11.01.
<https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/>
12. Központi statisztikai hivatal (KSH): Az egy főre jutó éves élelmiszer-fogyasztás mennyisége régió és a települések típusa szerint [kilogramm],
https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0044.html
13. Központi statisztikai hivatal (KSH): Egyes termékek és szolgáltatások fogyasztói átlagára (nyers adatok), havonta, https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0044.html
14. Központi statisztikai hivatal (KSH): Vágóállat-termelés [tonna],
https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0032.html
15. Morales, Diego & Bal, Monika & Figueredo, Sara & soler rivas, Cristina & Ruiz Rodriguez, Alejandro. (2023). Effect of Household Cooking Treatments on the Stability of β -glucans, Ergosterol, and Phenolic Compounds in White-Button (*Agaricus bisporus*) and Shiitake (*Lentinula edodes*) Mushrooms. Food and Bioprocess Technology.
16. Muchenje V., K. Dzama, M. Chimonyo, P.E. Strydom, A. Hugo, J.G. Raats (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review, Food Chemistry, Volume 112, Issue 2, DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.103.
17. N. m.(N.a.) European Mushroom Growers Club: Production figures
18. N.m. (2024) Straits Research: Top Beef-Consuming Countries in the World
19. Pan Z., R. Paul Singh,(2001) Physical and Thermal Properties of Ground Beef During Cooking, LWT - Food Science and Technology, Volume 34, Issue 7, 2001, Pages 437-444, DOI: 10.1006/fstl.2001.0762.
20. Patinho, Selani, Saldaña, Bortoluzzi, Mera, da Silva, Kushida, Contreras-Castillo, (2021) *Agaricus bisporus* mushroom as partial fat replacer improves the sensory quality maintaining the instrumental characteristics of beef burger, Meat Science, Volume 172, DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108307.
21. Refai, Ahmed & Zeiny, Ahraf & Abdrabou, Eman & Rabo,. (2014). QUALITY ATTRIBUTES OF MUSHROOM-BEEF PATTIES AS A FUNCTIONAL MEAT PRODUCT.
22. Ritchie H. (2020) - "Less meat is nearly always better than sustainable meat, to reduce your carbon footprint" Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/less-meat-or-sustainable-meat' [Online Resource]

23. Robinson, Bethany & Winans, Kiara & Kendall, Alissa & Dlott, Jeff & Dlott, Franklin. (2019). A life cycle assessment of *Agaricus bisporus* mushroom production in the USA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*
24. Rubio, N.R., Xiang, N. & Kaplan, D.L. (2020). Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nat Commun* **11**, 6276. DOI: 10.1038/s41467-020-20061-y
25. Sarok E. (2023) Óriási a beruházás költsége, de 100 százalék, hogy megtérül. *Agroinform* 2023.11.20.
26. Schanda, J.. *Colorimetry, Understanding the CIE System*. John Wiley & Sons, Inc.. p.84.. 2007
27. Shahbandeh, (2024) Total production of mushrooms and truffles worldwide from 2012 to 2022 (in million metric tons), Statista
28. Singh, Meenakshi & Trivedi, Nitin & Enamala, Manoj & Kuppam, Chandrasekhar & Parikh, Punita & Nikolova, Maria & CHAVALI, Murthy. (2021). Plant-based meat analogue (PBMA) as a sustainable food: a concise review. *European Food Research and Technology*.
29. Szakály Z., Szenté V., Széles Gy.: Fogasztói trendek és stratégiák az öko-, hagyományos- és funkcionális élelmiszerek piacán. In Szűcs I., Farkasné Fekete M. (szerk.) (2008) *Hatékonyság a mezőgazdaságban. Elmélet és gyakorlat*, 1-353. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 2008, 207-226
30. T.DeB (2024), *Mushroom Statistics 2024 By Varieties, Environment, Flavors*
31. Tisztasó weboldala Letöltés dátuma: 2024.10.28. Tápanyagtáblázat
32. U.S. Department of Agriculture: Foreign Agricultural Service: Production – Beef
33. van Vliet S, Kronberg SL and Provenza FD (2020) Plant-Based Meats, Human Health, and Climate Change. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:128. doi: 10.3389/fsufs.2020.00128
34. Viana, Mayra & Silva, Vivian Lara & Trindade, Marco. (2014). Consumers' perception of beef burgers with different healthy attributes. *LWT - Food Science and Technology*.
35. Wong KM, Corradini MG, Autio W, Kinchla AJ. (2019) Sodium reduction strategies through use of meat extenders (white button mushrooms vs. textured soy) in beef patties. *Food Sci Nutr.* 2019 Jan 21;7(2):506-518. DOI: 10.1002/fsn3.824.
36. Zhenglong Qing, Jingrong Cheng, Xuping Wang, Daobang Tang, Xueming Liu, Mingjun Zhu, (2021) The effects of four edible mushrooms (*Volvariella volvacea*, *Hypsizygus marmoreus*, *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*) on physicochemical properties of beef paste, *LWT*, Volume 135,2021,110063, DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110063.

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. **ábra:** Húsfogyasztás mértéke Magyarországon (2015-2020) (6. oldal)
2. **ábra:** Marhahús, sertés, csirke, gomba fogyasztói átlagárának alakulása Magyarországon (2015-2023) (7. oldal)
3. **ábra** Vágóállat termelés mértéke Magyarországon [tonna] (9. oldal)
4. **ábra:** Európa élőállat állománya 2023 (10. oldal)
5. **ábra:** Az Európai Unió haszonállat állományának alakulása (2003-2023) (11. oldal)
6. **ábra:** Világ szarvasmarhatermelése (2014-2023) (12. oldal)
7. **ábra:** Európa gombatermelésének eloszlása (13. oldal)
8. **ábra:** A világ gombatermelése (2014-2022) (13. oldal)
9. **ábra:** 100g fehérje előállításához tartozó szén-dioxid kibocsátás, marha, csiperke és borsó esetén (14. oldal)
10. **ábra:** Különböző termékek előállításának szén-dioxid kibocsátása (15. oldal)
11. **ábra:** Felhasznált Tendon marha darálthús (17. oldal)
12. **ábra:** Felhasznált csiperkegomba (17. oldal)
13. **ábra:** Robot Coupe R502 kutter (19. oldal)
14. **ábra:** A nyers minták a tárolást követően (19. oldal)
15. **ábra:** Stable Micro Systems TA.XT plus Texture analyser (21. oldal)
16. **ábra:** 100g termék előállítási költsége (25. oldal)
17. **ábra:** Hamburgerpogácsák sütés utáni tömege. (26. oldal)
18. **ábra:** Sütési veszteség százalékban (26. oldal)
19. **ábra:** Zsír és gomba hatása a tömegre (27. oldal)
20. **ábra:** Előlap L értékei (28. oldal)
21. **ábra:** Előlap a* értékei(28. oldal)
22. **ábra:** Előlap b*értékei(28. oldal)
23. **ábra:** A faktorok hatása az előlapi színmérés L értékeire (30. oldal)
24. **ábra:** A faktorok hatása az előlapi színmérés a* értékeire (30. oldal)
25. **ábra:** A faktorok hatása az előlapi színmérés b* értékeire (31. oldal)
26. **ábra:** Hátlap L értékei (34. oldal)
27. **ábra:** Hátlap a* értékei (34. oldal)
28. **ábra:** Hátlap b*értékei (34. oldal)
29. **ábra:** A faktorok hatása az hátlapi színmérés L értékeire (35. oldal)

- 30. ábra:** A faktorok hatása az hátlapi színmérés b^* értékeire (36. oldal)
- 31. ábra:** Állománymérésből kapott maximális erő értékek (38. oldal)
- 32. ábra:** Állománymérésből kapott a mérőfej beszúrásához szükséges munka értékei (38. oldal)
- 33. ábra:** A faktorok hatása az állománymérés maximális erő értékeire (39. oldal)
- 34. ábra:** A faktorok hatása a mérőfej beszúrásához szükséges munka értékeire (39. oldal)
- 35. ábra:** Az érzékszervi bírálat átlageredményei, a szórásukkal. (42. oldal)
- 36. ábra:** Az érzékszervi bírálat kontrolltól való eltérés átlageredményei, a szórásukkal. (42. oldal)
- 37. ábra:** A faktorok hatása az érzékszervi bírálat állomány értékeinek kontrolltól való eltérésére (43. oldal)
- 38. ábra:** A faktorok hatása az érzékszervi bírálat szaftosság értékeinek kontrolltól való eltérésére (44. oldal)
- 39. ábra:** A faktorok hatása az érzékszervi bírálat összkedveltség értékeinek kontrolltól való eltérésére (44. oldal)
-
- 1. táblázat:** A kísérletterv beállításai (18. oldal)
- 2. táblázat:** A kísérlet során alkalmazott receptúrák (18. oldal)
- 3. táblázat:** ΔE^* értékeihez kötött érzékelt különbség mértéke (21. oldal)
- 4. táblázat:** Adott nyersanyagok tápanyagtartalma (23. oldal)
- 5. táblázat:** Receptúrák tápanyagtartalma nyersen (23. oldal)
- 6. táblázat:** 100kcal-nyi pogácsák tápanyagtartalma (24. oldal)
- 7. táblázat:** Tömegmérés: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (27. oldal)
- 8. táblázat:** Az előlap színmérésének eredményei (28. oldal)
- 9. táblázat:** ΔE^* értékek a minták között az előlapi színmérés alapján (29. oldal)
- 10. táblázat:** ΔE^* értékek alapján az érzékelt különbségek mértéke az előlapi színmérés során (29. oldal)
- 11. táblázat:** Színmérés, előlap: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (32. oldal)
- 12. táblázat:** Színmérés, előlap a^* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (32. oldal)
- 13. táblázat:** Színmérés, előlap b^* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (33. oldal)

14. táblázat: A hátlap színmérésének eredményei (33. oldal)

15. táblázat: ΔE^* értékek a minták között az hátlapi színmérés alapján (34. oldal)

16. táblázat: ΔE^* értékek alapján az érzékelt különbségek mértéke az hátlapi színmérés során (35. oldal)

17. táblázat: Színmérés, hátlap L értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (36. oldal)

18. táblázat: Színmérés, hátlap a^* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (37. oldal)

19. táblázat: Színmérés, hátlap b^* értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (37. oldal)

20. táblázat: Állománymérés, maximális erő értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (40. oldal)

21. táblázat: Állománymérés, mérőfej beszúrásához szükséges munka értékei: Kiértékelés adatai: A homogén csoportok, különböző tulajdonságok alapján (41. oldal)

1. képlet: ΔE^* kiszámításának képlete (20. oldal)

9. Mellékletek

M1 A minták kódolása

Forrás: saját munka

Minta száma	Szám kód
1	132
2	247
3	365
4	477
5	569
6	907

M2 Bírálati lap

Forrás: saját szerkesztés

Érzékszervi bírálati lap (Sensory evaluation form)

Tisztelt Bíráló!

Kérem, értékelje a számkódokkal megjelölt mintákat a felsorolt szempontok alapján, 0-tól 10-ig tartó pontozással.

Dear Panelist!

Please rate the coded samples based on the listed attributes below, with a score from 0 to 10.

Szempontok (Attributes)	Minták pontszámai (Samples scores)					
	132	247	907	365	569	477
Szín (Color) 0 Szürkés (Greyish) → 10 Barnás (Brownish)						
Illat (Smell) 0 Rossz (Bad) → 10 Jó (Good)						
Állomány (Texture) 0 Széteső, rögös (Crumbly) → 10 Tömör, rágós (Firm)						
Szaftosság (Moisture) 0 Száraz (Dry) → 10 Szaftos (Moist)						
Íz (Taste) 0 Rossz (Bad) → 10 Jó (Good)						
Összkedveltség (Overall liking) 0 Nem tetszik (Don't like it) → 10 Nagyon tetszik (Really like it)						

10. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Dr. Kenesei Györgynek, aki szakirányú tudással látott el az egyetemi tanulmányaim alatt, helyet biztosított a tanszéken a diplomadolgozatom megírásához, és segített a fellépő hibák és problémák kiküszöbölésében.

Külön köszönöm mindenkinek, aki az érzékszervi bírálaton részt vett és ezzel lehetővé tette kutatás előrehaladtát.

11. Nyilatkozatok

11.1. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Kovács Levente
A Hallgató Neptun kódja:	ADFA5R
A dolgozat címe:	Csiperkegomba alapú csökkentett hústartalmú burger fejlesztése
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológiai Tanszék

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

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11 hó 07 nap


Hallgató aláírása

11.2. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Kovács Levente (hallgató Neptun azonosítója: ADFA5R) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**¹.

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

Kelt: Budapest, 2024 év november hó 11 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.