

# SZAKDOLGOZAT

Fedor Zsófia

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Budai Campus  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Élelmiszermérnöki alapképzési szak**

**LASKAGOMBA SZABAD AMINOSAV ÉS BIOGÉN AMIN  
TARTALMÁNAK VÁLTOZÁSA KÜLÖNBÖZŐ  
KEZELÉSEK HATÁSÁRA**

**Belső konzulens:** **Simonné Dr. Sarkadi Livia**  
egyetemi tanár

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** **Táplálkozástudományi  
Tanszék**

**Készítette:** **Fedor Zsófia**

**Budapest  
2024**

# TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BEVEZETÉS .....</b>                                                                     | <b>3</b>  |
| <b>2. CÉLKITŰZÉS .....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....</b>                                                            | <b>5</b>  |
| 3.1. A GOMBÁK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE .....                                                      | 5         |
| 3.2. A LASKAGOMBÁK ( <i>PLEUROTUS SPP.</i> ).....                                             | 6         |
| 3.3. AMINOSAVAK TÁPLÁLKOZÁSÉLETTANI JELENTŐSÉGE.....                                          | 8         |
| 3.4. BIOGÉN AMINOK TÁPLÁLKOZÁSÉLETTANI JELENTŐSÉGE.....                                       | 11        |
| 3.5. A KUTATÁSOM SORÁN ALKALMAZOTT ELŐKEZELÉSI ELJÁRÁSOK.....                                 | 13        |
| 3.5.1. HŐKEZELÉS (BLANSÍROZÁS, PÁROLÁS, SÜTÉS) .....                                          | 13        |
| 3.5.2. BESUGÁRZÁS (UV, MIKROHULLÁM).....                                                      | 14        |
| 3.5.3. NAGY HIDROSZTATIKUS NYOMÁS KEZELÉS (HHP).....                                          | 15        |
| 3.5.4. FERMENTÁCIÓ .....                                                                      | 15        |
| <b>4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK .....</b>                                                          | <b>17</b> |
| 4.1. VIZSGÁLATI MINTÁK .....                                                                  | 17        |
| 4.2. A MINTÁK FERMENTÁLÁSA .....                                                              | 17        |
| 4.3. A MINTÁK FAGYASZTVÁ SZÁRÍTÁSA .....                                                      | 18        |
| 4.4. A MINTÁK ELŐKÉSZÍTÉSE ÖSSZES AMINOSAV TARTALOM MEGHATÁROZÁSÁHOZ ..                       | 18        |
| 4.5. A MINTÁK ELŐKÉSZÍTÉSE SZABAD AMINOSAV- ÉS BIOGÉN AMIN TARTALOM<br>MEGHATÁROZÁSÁHOZ ..... | 18        |
| 4.6. A MINTÁK AMINOSAV- ÉS BIOGÉN AMIN MEGHATÁROZÁSA KROMATOGRÁFIÁS<br>MÓDSZERREL.....        | 18        |
| 4.7. STATISZTIKAI KIÉRTÉKELÉS MÓDSZEREI .....                                                 | 19        |
| <b>5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS.....</b>                                                        | <b>20</b> |
| 5.1. A LASKAGOMBA MINTÁK ÖSSZES AMINOSAV ÉS ESSZENCIÁLIS AMINOSAV<br>TARTALMA .....           | 20        |
| 5.2. A LASKAGOMBA MINTÁK SZABAD AMINOSAV TARTALMA.....                                        | 21        |
| 5.2.1. FŐKOMPONENS- (PCA) ÉS EGYTÉNYEZŐS VARIANCIANALÍZIS .....                               | 23        |
| 5.2.1.1. NEM FERMENTÁLT LASKAGOMBA MINTACSOPORT .....                                         | 23        |
| 5.2.1.2. FERMENTÁLT LASKAGOMBA MINTACSOPORT .....                                             | 25        |

|                                           |                                                                    |           |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.1.3.                                  | A FERMENTÁLT ÉS NEM FERMENTÁLT MINTACSOPORT ÖSSZEHASONLÍTÁSA ..... | 26        |
| 5.3.                                      | A LASKAGOMBA MINTÁK BIOGÉN AMIN TARTALMA .....                     | 28        |
| <b>6.</b>                                 | <b>KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....</b>                         | <b>32</b> |
| <b>7.</b>                                 | <b>ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>                                         | <b>34</b> |
| <b>IRODALOMJEGYZÉK .....</b>              |                                                                    |           |
| <b>ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....</b> |                                                                    |           |
| <b>MELLÉKLETEK .....</b>                  |                                                                    |           |
| <b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>          |                                                                    |           |

# 1. BEVEZETÉS

A 21. században az élelmiszertudomány területén az alternatív fehérjeforrások kutatása világszerte előtérbe került, melynek számos oka van. A világ népességének rendkívüli növekedése miatt egyre nehezebb lesz állati eredetű élelmiszerekből fedezni a napi fehérjebevitelt – a FAOSTAT szerint az 2022-ben 7,95 milliárd volt a Föld népessége (World Bank, 2023). Előreláthatólag ez az elkövetkezendő évtizedekben az eddigi tendenciánál is rohamosabban fog változni, 2025-re akár 8,16 milliárdra is emelkedhet a világ népessége. (UN DESA, 2022). Ezzel egyetemben a fehérjefogyasztás is várhatóan nagymértékű emelkedésnek indul, népesség kielégítése azonban már napjainkban is problémát jelent.

Az állattartás nagy mennyiségű vizet, földet, takarmányt igényel, illetve az üvegházhatás fokozása által hozzá járul korunk egyik rendkívül égető problémájához, az éghajlatváltozáshoz. A környezetet érintő problémák mellett egészségügyi ellenvetések is felmerültek a fokozott húsfogyasztással, illetve állati termékek fogyasztásával szemben. A fokozott vöröshús, illetve az ultrafeldolgozott húskészítmények fogyasztása krónikus egészségügyi problémákhoz, mint a kardiovaszkuláris betegségek és a különböző rosszindulatú daganatos betegségek kialakulásához vezethetnek. A tejfogyasztással kapcsolatos intolerancia (laktózintolerancia), illetve allergia (tejfőhőjeallergia) egyre több fogyasztó esetében fordul elő. Mindezen problémák megoldása érdekében az állati fehérjét potenciálisan kiváltó élelmiszerekkel kapcsolatos kutatások napjainkban nagyobb hangsúlyt kapnak.

A növényi eredetű fehérjeforrások mellett, alternatív fehérjeforrásként a gombák is számításba jöhetnek. A gombák sajátos tulajdonságuk révén különböznek az állatoktól és a növényektől, külön halmazt alkotnak az élőlények világában. Nagy tápértékű élelmiszerként tartjuk számon. Általában alacsony a kalóriatartalma, kedvező a zsír- és fehérjetartalma, ezeken belül jelentős a többszörösen telített zsírsavak és esszenciális aminosavak mennyisége, továbbá gazdag élelmi rostban, vitaminokban, elsősorban C-, B- és D- vitaminban, valamint ásványi anyagokban, mint a vas, cink, szelén és kálium. Számos egyéb biológiailag aktív komponens is található a gombákban, mint az antioxidáns ergotionin vagy a  $\beta$ -glükánok. Mindezen tulajdonságok nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy potenciális alternatív fehérjeforrásként lehessen a gombákat felhasználni.

Szakdolgozatomban a laskagomba húsfőhőjét kiváltó felhasználási lehetőségének vizsgálatával foglalkoztam a laskagomba különböző kezelésekre hatására bekövetkező szabad aminosav és biogén amin tartalom változásának nyomon követésével.

## **2. CÉLKITŰZÉS**

A szakdolgozatom célja a laskagomba aminosav- és biogén amin tartalmának tanulmányozása a különböző előkezelési technológiák (blansírozás, párolás, sütőben való hőkezelés, ultraibolya-, mikrohullám- és nagy hidrosztatikus nyomás kezelés, fermentáció) hatására bekövetkező változások nyomon követése révén.

### 3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

#### 3.1. A gombák általános jellemzése

A gombák a természet egy különleges és kifejezetten sajátos entitásainak tekinthetők - mind a növényekkel, mind az állatokkal számos hasonlóságot mutatnak, azonban egyik kategóriába sem tartoznak, valahol a kettő között helyezhetők el. Az élővilág három doménje közül az Eukarióták alá sorolhatók be. Megkülönböztetjük a gombaszerű életmódot folytató, úgynevezett álgombákat, illetve a Gombák Országát alkotó valódi gombákat (Szécsi *et al.*, 2003). A valódi gombák rendszertanát Carl von Linné kezdte el kidolgozni a Regnum Vegetabile részeként 1767-ben. Az azóta eltelt több, mint 250 évben ez számtalan változáson ment keresztül, napjainkban három alországból és ezek törzseiből tevődik össze a valódi gombák taxonómiája: megkülönböztetjük az *Opisthosporodia*, *Chytridiomycota*, *Neocallimastigomycota* és *Blastocladiomycota* alkotta Zoospórás gombák alországot; a *Zoopagomycota*, *Glomeromycota* és *Mucoromycota* alkotta Zigospórás gombák alországot és végezetül a *Basidiomycota*, másnéven bazídiumos gombák és *Ascomycota*, azaz tömlősgombák alkotta Dikarya alországot (Naranjo-Ortiz és Gabaldón, 2019).

Ezen élőlények élettevékenységei révén működik a természet biogeokémiai körforgása ennyire összetetten, hiszen a gombák az elsődleges lebontói a környezetben lévő szerves vegyületeknek. Mint kölcsönös szimbionták, kórokozók és szaprofiták, mobilizálják a tápanyagokat, befolyásolják a fizikai-kémiai környezetet, lebontják és semlegesítik a levegőben és talajban lévő toxikus vegyületeket (Walker és White, 2005).

Jelen korunkban a gombák széleskörű felhasználása jellemző és elterjedt a legtöbb ipari környezetben, elsősorban az élelmiszer- és gyógyszeriparban. Főként az élesztő és penészgombák fiziológiájának ismerete és ezen ismeretek felhasználása révén állíthatók elő komplett élelmiszerek, élelmiszer adalékanyagok, enzimek, antibiotikumok, vitaminok, antimikrobás és kemoterápiás szerek. A modern biotechnológiában egyes élesztőfajokat gazdaszervként használnak emberi terápiás fehérjék kifejezésére rekombináns DNS technológia által (Walker és White, 2005).

Firenzuoli *et al.* (2008) megállapítása szerint a gombák feltehetőleg 90%-a víz – a fennmaradó részt a fajtától, termőhelytől, környezeti és egyéb tényezőktől függően nagyrészt fehérje, szénhidrát és rostok teszik ki, illetve kis mennyiségű zsír és különböző ásványi anyagok, vitaminok alkotják.

Az ehető gombákban lévő szénhidrátok aránya 46 - 81% közötti lehet, mely szénhidrátok között egyaránt előfordulnak mono-, di-, oligo- és poliszacharidok is. A glükóz, fruktóz, maltóz,

ramnóz, arabinóz, szukróz alkotják a gombákban előforduló szénhidrátok legnagyobb hányadát, azonban nem ezek a legfontosabb alkotók táplálkozásélettani szempontból. A gombák sejtfalát alkotó poliszacharidok közül a  $\beta$ -glükánok immun-moduláló, illetve potenciális antitumor tulajdonságokkal rendelkeznek. A gombákban található glükánok szerkezetében a glükóz monomerek egymással  $\beta$ -(1,3) glikozidos kötésekkel kapcsolódnak, ebből a lineáris láncból  $\beta$ -(1,6) kötésekkel kapcsolt glükóz-láncok ágaznak ki. A  $\beta$ -glükánok ételmi rostként és prebiotikumként is funkcionálnak, ezenkívül szintén fontos ételmi rostok a kitin, hemicellulóz és mannáz, melyek főbb pozitív tulajdonságai a vércukor-, vérzsír- és koleszterinszint csökkentés (Martinez- Medina *et al.*, 2023).

A szénhidrátokon kívül a nagygombák számottevő mennyiségben tartalmaznak élettani szempontból alapvető fontosságú fehérjéket, melyek a szárazanyag tartalom akár 19 - 40%- át is kitehetik. Ilyenek például a lektinek, immunmoduláló fehérjék, riboszóma inaktiváló fehérjék, ribonukleázok és egyéb mikroba- és gombaellenes fehérjék. A gombákban található fehérjék aminosav összetétele rendkívül jó, 45%-át a kilencből nyolc esszenciális aminosav teszi ki, ezek közül kiemelkedően magas a lizin és leucin koncentrációja (Zhang *et al.*, 2021).

A nagygombákban a lipidek változatos csoportjai fordulnak elő 1,8 - 8,39 g/100g közötti mennyiségben. A zsírsavak közül a linolsav, olajsav, palmitinsav, valamint a foszfolipidek és szterolok a legjellemzőbb alkotók a gombákban. Az ergoszterol rendkívül fontos sejtmembrán alkotó, melyből UV fény hatására D<sub>2</sub> vitamin képződik (Zhang *et al.*, 2021).

A gombák vitamin- és ásványianyag tartalma is jelentős. A vitaminok közül a gombák főként A- és C-vitamint és egyes B-vitaminokat (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>) tartalmaznak nagyobb mennyiségben. Az ásványi anyagok közül a kalcium, magnézium és foszfor, valamint a cink, vas, réz, és szelén tartalom emelhető ki, melyek az emberi szervezet számára létfontosságúak (Zhang *et al.*, 2021).

### **3.2. A laskagombák (*Pleurotus spp.*)**

A FAOSTAT szerint, 2022-ben a világ legjelentősebb gombatermelő országa Kína volt, 4,5 millió tonnával, melyet Japán, az USA és India követett. Magyarország a 17. helyen szerepelt, 51 ezer tonnával (FAOSTAT, 2023). A világ legtöbbet termelt gombái közé sorolhatók a csiperkék (*Agaricus spp.*), a shiitake (*Lentinus edoles*), bocskorosgomba (*Volvariella volvacea*), fülgombák (*Auricularia spp.*), téli fülőke (*Flammulina velutipes*) és a laskagombák (*Pleurotus spp.*) (Szécsi és Vajna, 2003).

A laskagombák kinézetükben nagy hasonlóságot mutatnak. Kalapjuk kagylószerű, szétterülő, méretük kb. 5-30 cm átmérőjű, közepén vastagabb, széleiknél vékonyodó, az

öregebb gombák esetében felfelé kunkorodó. Fajtától függően, színezetük meglehetősen változatos, a fehértől, krémszínűtől kezdve barnán, sárgán és rózsaszínen keresztül akár sötétkélig bezárólag bármilyenek lehetnek. Oldalra nyúló, féloldalas, rövid tönkjük a kalap közepéből nyúlik ki és kapcsolódnak a spóratartó lemezekhez, melyek színezete fehér vagy szürkés. A laskagombáknak több, mint 1000 fajtája létezik, azonban feltehetőleg csupán 50 sorolható a nemzetségbe, melyek közül a leggyakrabban termesztettek többek közt a szaka laskagomba (*Pleurotus sajor- caju*), aranyárga laskagomba (*Pleurotus citrinopieatus*), rózsaszínű laskagomba (*Pleurotus flabellatus*) és a késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) (Chang és Miles, 2004). A laskagomba a világ második legtermesztettebb gomba fajtája, melynek csaknem háromnegyedét (74%-át) Kínában termelik, de vezető laskagombatermelő ország Olaszország és Lengyelország is (Aditya *et al.* 2024).

A késői laskagomba termesztése nem igényel speciális körülményeket, az optimális hőmérséklet igénye 20-25 °C között mozog, 80-85%-os páratartalom mellett, illetve a termőtest megfelelő fejlődéséhez szükség van napi 8-12 óra 200-640 lux mennyiségű fényre is, amely nagyjából olvasáshoz elegendő fényerősséget jelent (Belletini *et al.*, 2019).

A *Pleurotus* családba tartozó fajok, így a kései laskagomba is szaprofita élőlények, azaz az anyagcseretevékenységeihez szükséges anyagokat – a nitrogént, szenet, vitaminokat és ásványi anyagokat – a táptalajból fedezik. A *P. ostreatus* egy farontó, ezen belül is fehér korhadást okozó gombafaj – képes a lignint, hemicellulózt és cellulózt speciális enzimek segítségével elbontani. Ennek a tulajdonságnak is köszönhető egyrészt, hogy termesztése számos különböző szubsztráton könnyen kivitelezhető (Belletini *et al.*, 2019). Ezen, és a hasonló kísérletek pozitív eredményei hatalmas áttörést jelentenek a mezőgazdasági hulladékok újra felhasználása és fenntarthatóbb kezelése területén.

A késői laskagomba (1. kép) taxonómiai besorolása Lesa *et al.* (2022) szerint a következő:

Ország: Gombák

Törzs: Bazídiumos gombák

Osztály: Agaricomycetes

Rend: Kalaposgombák

Család: Laskagombafélék

Nemzetség: *Pleurotus*

Faj: *Ostreatus*

**1. kép:** Késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*)

(Forrás: Magyar Mikológiai Társaság honlapja és Miskolci Gombász Egyesület (MIGE) honlapja.)



### 3.3. Aminosavak táplálkozásélettani jelentősége

Az aminosavak az élő szervezet legfontosabb szerves vegyületei közé sorolhatók, mivel ezek alkotják a fehérjéket, peptideket, és prekuzorként szolgálnak számos egyéb létfontosságú molekula, mint például a hormonok vagy biogén aminok keletkezéséhez (Wu, 2016). A fehérjéket felépítő aminosavak kémiai szerkezetét tekintve  $\alpha$ ,L-aminosavak. A központi szénatomhoz egy amino- $(-NH_2)$ , egy karboxilcsoport  $(-COOH)$  és egy oldallánc kapcsolódik, melyek különbözősége adja az aminosavak jellemző egyedi tulajdonságait. A 20-féle fehérjeépítő aminosav: az alanin (Ala), arginin (Arg), aszparagin (Asn), aszparaginsav (Asp), cisztein (Cys), fenilalanin (Phe), glicin (Gly), glutamin (Gln), glutaminsav (Glu), hisztidin (His), izoleucin (Ile), leucin (Leu), lizin (Lys), metionin (Met), prolin (Pro), szerin (Ser), tirozin (Tyr), treonin (Thr), triptofán (Trp), és a valin (Val) (Sarkadi, 2009).

A fehérjeépítő aminosavak táplálkozásélettani csoportosítása szerint esszenciális és nem esszenciális aminosavakat különböztethetünk meg. Az előbbi csoportot képző aminosavakat a szervezet önmaga nem, vagy csak bizonyos mértékben képes előállítani, így azt a táplálékkal kell biztosítani. A kilenc esszenciális aminosav a fenilalanin, hisztidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofán és a valin. Az arginin fiatal, fejlődésben lévő szervezetek számára esszenciálisnak számít (Wu, 2009).

Az élelmiszerfehérjék minősége az esszenciális aminosav tartalom alapján ítéltető meg. Az állati eredetű fehérjeforrások teljes értékűnek tekinthetők, mert általában az összes esszenciális aminosavat tartalmazzák. A legértékesebb állati eredetű fehérjeforrások közé sorolandó a hús, a tej, a tojás (Hoffman et Falvo, 2004). Míg a növényi eredetű élelmiszerek általában hiányosak az esszenciális aminosavak tekintetében, így a növényi eredetű élelmiszerek komplettálásra szorulnak, azaz az étrend összeállításánál egymással úgy kell őket kombinálni, hogy minden esszenciális aminosavat tartalmazzák. A növények közül a hüvelyesek (szójabab, borsó, lóbab), cereáliák (búza, rizs, kukorica stb.) és a pszeudocereáliák (amarant, quinoa) jelentik a főbb fehérjeforrását. Általánosságban elmondható, hogy a hüvelyesek szegényebbek metioninban és ciszteinben, a legtöbb cereália kisebb mennyiségben, vagy nem tartalmaz lizint, ezzel ellenben a pszeudocereáliák ennek kiváló forrásai, így komplettálásra alkalmasak lehetnek (Sá *et al.*, 2020).

Az EFSA adatai alapján az Európai Unió számos országában az összes fehérjebevitel 50%-a állati eredetű (EFSA, 2012). A legújabb irányelvek szerint, a fenntartható fejlődés hosszútávú biztosítása érdekében, előtérbe került a kisebb ökológiai lábnyomot hagyó, kevésbé környezetkárosító növényi fehérje előállításának, illetve fogyasztásának igénye (Flint *et al.*, 2023).

A FAO/WHO/UNU 2007-es ajánlásai szerint egy átlagos felnőtt számára az ajánlott napi fehérjebevitel 0,83 grammot jelöl meg testtömeg kilogrammonként. Ugyanezen ajánlás tartalmazza az aminosavakra vonatkozó adatokat is, melyeket az 1. táblázat szemléltet.

**1. táblázat:** Ajánlott napi esszenciális aminosav bevitel egy átlagos felnőtt számára

(Forrás: EFSA által közölt adatok, 2012; FAO/WHO/UNU adatok, 2007)

| Aminosav              | mg/g/ttkg/nap |
|-----------------------|---------------|
| Hisztidin             | 10            |
| Izoleucin             | 20            |
| Leucin                | 39            |
| Lizin                 | 30            |
| Metionin              | 10,4          |
| Fenilalanin + Tirozin | 25            |
| Treonin               | 15            |
| Triptofán             | 4             |
| Valin                 | 26            |
| Összesen:             | 179,4         |

A növényi eredetű fehérjeforrások kutatása mellett az egyéb források között szerepelnek a gombák is, mint lehetséges húskiváltó fehérjeforrások.

Sun *et al.* (2017) 13 féle vadon termő, ehető gombafajta vizsgálatával mind a 20 fehérjeépítő aminosavat, közöttük mind a kilenc esszenciális aminosavat kimutatták. A 13 gomba összes szabad aminosavtartalma 1,462 - 13,106 g/100 g között alakult. Ebből az esszenciális aminosavak mennyisége 0,154 - 5,232 g/100 g volt.

Beluhan és Ranogajec (2011) kutatása során 10 féle vadon termő gombafajban összesen 17 aminosavat mutattak ki, melyek közül 13 aminosav minden gombafajtában előfordult. A fehérjetartalom 24,22-47,21 mg/100g, az összes szabad aminosav tartalom 43,92-72,04 mg/g között változott. Az esszenciális aminosavakból nyolcat fordult elő, ebből hét mind a 10 gombában jelen volt.

Bach *et al.* (2017) vizsgálata alapján kilenc gombaminta fehérjetartalma 16,47-36,96%, szabad aminosavtartalma 16,36-37,99 mg/100g között változott, összesen 18 féle aminosavat mutattak ki, közöttük mind a kilenc esszenciális aminosav jelen volt.

Effiong *et al.* (2024) a kései laskagomba aminosav összetételének vizsgálatával a laskagombában 13 aminosavat mutattak ki: alanint, aszparaginsavat, prolint, szerint, aszparagint, hidroxiprolint, ciszteint, glutamint, illetve leucint, treonint, metionint, fenilalanint és lizint, mely utóbbi 5 esszenciális. Az aminosavak összkoncentrációja 632 mg/100 g volt, ebből számottevő hányadot az aszparaginsav (492,12 mg/100g) tett ki. A lizin (23,18 mg/100g) volt a második legnagyobb mennyiségben előforduló aminosav. A további 11 aminosav mennyisége 9 és 14 mg/100 g között változott (2. táblázat).

**2. táblázat:** Kései laskagomba aminosavösszetétele  
(Forrás: Effiong et al. 2024 nyomán)

| Aminosavak                              | Mennyiség [g/100g] |
|-----------------------------------------|--------------------|
| <b>Esszenciális aminosavak</b>          |                    |
| <b>Leucin</b>                           | 13,57              |
| <b>Treonin</b>                          | 10,41              |
| <b>Metionin</b>                         | 10,36              |
| <b>Fenilalanin</b>                      | 10,30              |
| <b>Lizin</b>                            | 23,18              |
| <b>Összes esszenciális aminosav</b>     | 67,83              |
| <b>Nem esszenciális aminosavak</b>      |                    |
| <b>Alanin</b>                           | 10,03              |
| <b>Aszparaginsav</b>                    | 492,12             |
| <b>Prolin</b>                           | 10,41              |
| <b>Szerin</b>                           | 10,46              |
| <b>Aszparagin</b>                       | 10,43              |
| <b>Hidroxi-prolin</b>                   | 9,34               |
| <b>Cisztein</b>                         | 9,32               |
| <b>Glutamin</b>                         | 12,04              |
| <b>Összes nem esszenciális aminosav</b> | 564,17             |
| <b>Összes aminosav</b>                  | 632,00             |

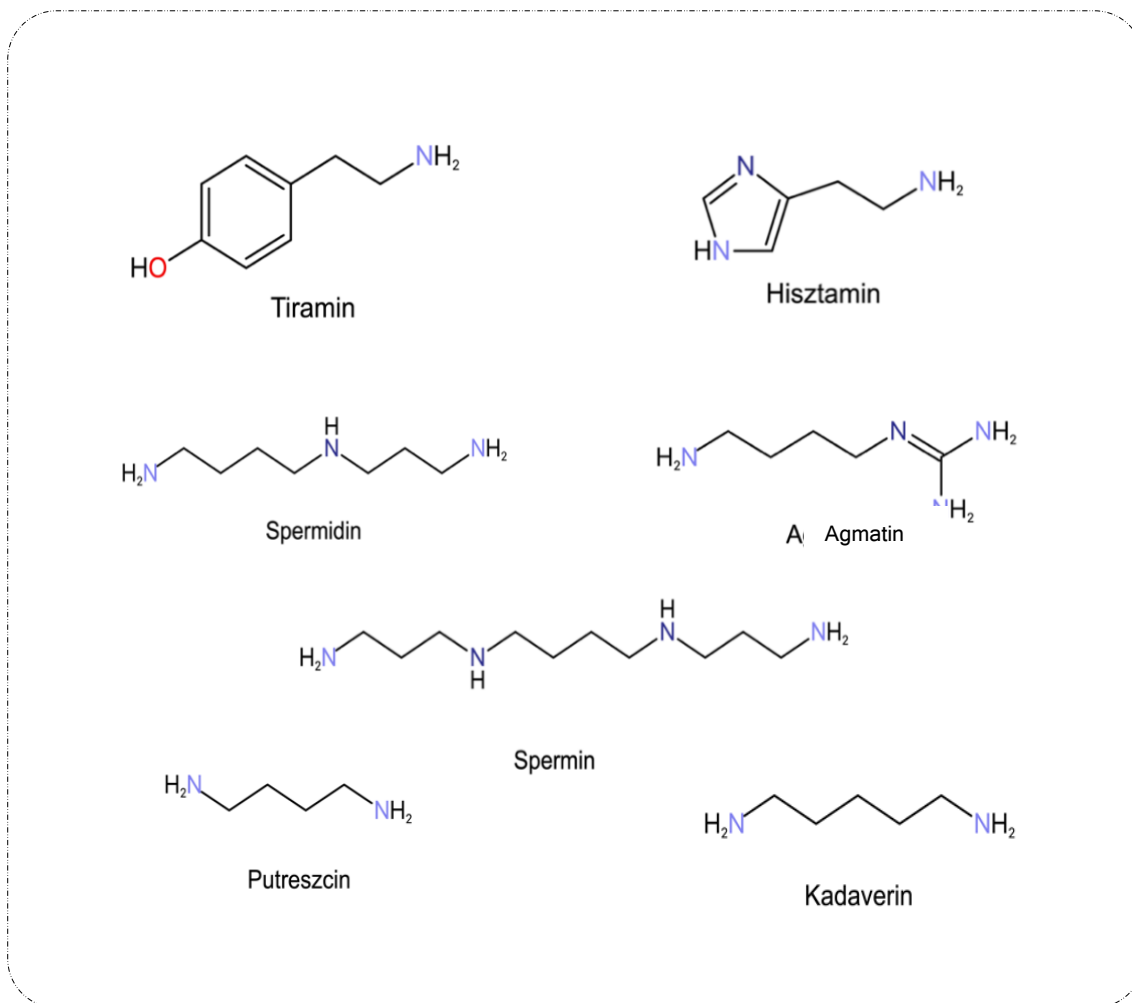
### 3.4. Biogén aminok táplálkozásélettani jelentősége

A biogén aminok kis molekulatömegű, nitrogén tartalmú, sok szempontból igen fontos biomolekulák. A biogén aminok keletkezése több útvonalon keresztül történhet, leggyakrabban enzimatis úton metabolizálódnak különböző mikroorganizmusok dekarboxiláz aktivitásának hatására, de keletkezhetnek az aldehidek és ketonok redukív aminálása és transzaminálása révén. Az élelmiszerekben főként az aminosavak dekarboxileződésével (alfa-karboxilcsoport eltávolításával) keletkeznek (Visciano és Schirone, 2022). Az élelmiszerekben lévő legfontosabb biogén aminok (1. ábra) a tiramin (prekursor: tirozin), hisztamin (prekursor:

hisztidin), spermidin és spermin (putreszcin), a putreszcin (prekurzorok: arginin, agmatin), agmatin (prekurzor: arginin) és kadaverin (prekurzor: lizin) (Simon Sarkadi, 2017).

**1. ábra:** Élelmiszerekben előforduló fő biogén aminok

(Forrás: Saját munka)



A biogén aminok keletkezésének fő feltételei az élelmiszerekben: a prekursor szabad aminosavak és a dekarboxiláz aktivitással rendelkező mikroorganizmusok jelenléte, valamint optimális körülmények a mikroorganizmusok tevékenységéhez. Szabad aminosavak az élelmiszerekben alapvetően is előfordulhatnak, ezen kívül a tárolás és feldolgozás során proteolitikus úton szabadulnak fel. Az élelmiszerek természetes módon tartalmaznak mikroorganizmusokat, illetve egyes technológiák alkalmazásakor (fermentáció) szándékosan kerülnek hozzáadásra, valamint a helytelen tároláskor és feldolgozáskor beszennyeződhetnek velük (Brink *et al.*, 1990).

Az élelmiszerek közül elsősorban az állati eredetű (hal-, hús-, tejtermékek), illetve fermentált élelmiszerek (sör, bor, savanyúkáposzta) biogén aminosav tartalma lehet nagy (Simon Sarkadi, 2017).

A biogén aminosavok jelentősége mind élelmiszer minőségi- és biztonsági szempontból megnyilvánul. Az élelmiszerek biogén aminosav tartalma és a mikrobiológiai állapota közötti szoros összefüggés alapján minőségi paraméterek lehetnek. Ennek számszerűsítésére hozták létre a biogén aminosav indexet (Mietz és Karmas, 1977), ahol a biogén aminosav koncentráció (mg/kg).

$$BAI = \frac{\text{hisztamin} + \text{putreszcín} + \text{kadaverin}}{1 + \text{spermidin} + \text{spermin}}$$

Egyes biogén aminosavok (hisztamin, tiramin) nagyobb mennyiségben intoleranciát okoznak az arra érzékeny egyének számára. A jellegzetes kellemetlen tünetegyüttes, többek között a kiütés, heves szívdobogás, magas vérnyomás, fejfájás. Az egészséges emberek számára nem jelent veszélyt, ha optimálisan működik a DAO és MAO enzimrendszer, melyek lebontják az élelmiszerekből bekerülő biogén aminosavakat (Simon Sarkadi *et al.*, 2018).

A negatív hatások ellenére még hiányzik az átfogó rendelkezés az élelmiszerek biogén aminosav tartalmára vonatkozóan. Az EFSA (Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság), FDA (Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala), FSCJ (Food Safety Commission of Japan) és a WHO (Egészségügyi Világszervezet) ajánlásokat fogalmazott meg elsősorban a halak hisztamin tartalmát illetően, mely értelmében a nyers halak legfeljebb 200 mg/kg, enzimátikus macerációnak kitett halak 400 mg/kg hisztamint tartalmazhatnak (Wójcik *et al.*, 2021). Az EFSA további ajánlásai szerint az étkezésként biztonságosan elfogyasztható hisztamin felső határát 50 mg-ban, tiramin esetében 600 mg-ban jelölte meg (EFSA, 2011).

### **3.5. A kutatásom során alkalmazott előkezelési eljárások**

#### **3.5.1. Hőkezelés (blansírozás, párolás, sütés)**

Az élelmiszerek hőkezelése évezredekre visszanyúló feldolgozási technológia. A hőkezelésnek számos megoldása létezik, amely során a kezelni kívánt élelmiszert meghatározott ideig valamilyen formában hőnek teszik ki, ilyen például a hagyományos sütőben való sütés, a párolás, vagy a blansírozás (Boekel *et al.*, 2010).

Blansírozáskor az élelmiszert gyorsan felhevítik előre meghatározott hőfokra, amit belátható ideig tartanak, majd a hűközlés után általában azonnal lehűtik. A kezelés során bizonyos enzimek inaktiválódnak, így az élelmiszerek íze, színe, textúrája nem sérül tárolás során. (Xiao *et al.*, 2017). Azonban a kezelésnek az élelmiszerek tápértékét tekintve lehet

kevésbé pozitív hatása is. Li *et al.* (2017) shiitake gombával végzett kutatásuk során megállapították, hogy a forróvízes blansírozáskor szignifikánsan csökkent (230,29 mg/g → 134,68 mg/g;  $p < 0,05$ ) a gomba összes szabad aminosav tartalma.

A sütéskor a hőközlés közvetett és közvetlen módon valósul meg, egyrészt a sütőben keringő forró levegő által, illetve a sütő felületével való érintkezés révén. A sütés hatással van az élelmiszer valamennyi tulajdonságára, általa lehetőség van az organoleptikus tulajdonságok és a tápanyagok megőrzésére és feljavítására. A sütés során a megfelelő idő – hőmérséklet arány meghatározása a kulcskérdés. Jellemzően a mérsékelt hőkezelés a javasolt, hogy a sütéssel járó előnyök érvényesülése mellett az értékes komponensek megőrzése is megvalósuljon (Hardy *et al.*, 1999).

A párolás kétféleképpen valósulhat meg: nyitott térben, ahol a vízgőz hőmérséklete 100 °C-on marad, és zárt térben, ahol a nyomás miatt a gőz túlhevítetté válik és jelentősen magasabb hőmérsékletet ér el. A technológia kíméletes eljárásnak tekinthető. Számos előnye közül a leginkább kiemelkedő, hogy az élelmiszerben megmaradnak az értékes, vízdékony tápanyagkomponensek, mert nem érintkeznek közvetlenül a vízzel. A párolás során az élelmiszer felületén lévő mikroorganizmusok elpusztulnak, így megelőzve a romlást és az élelmiszer eredetű megbetegedéseket (Wang *et al.*, 2021).

A sütés és gőzölés szabad aminosavakra gyakorolt hatását Davila *et al.* (2022) vizsgálták csiperkegomba mintákon. 22 féle szabad aminosavat mutattak ki, köztük mind a kilenc esszenciális aminosavat. A kontroll minták átlagos összes szabad aminosavtartalma 21,862 g/100g volt, ezzel szemben a gőzölt mintáké 2,304 mg/100 g, a sütőben kezelt mintáké 2,284 g/100g volt.

### **3.5.2. Besugárzás (UV, mikrohullám)**

Az **UV fény** (Ultra Violet light/Ultra Ibolya fény) a láthatatlan fény nem ionizáló formája, az elektromágneses spektrum 100 és 400 nm hullámhossz-tartományában található, négy fajtája van: UV-A (315 - 400 nm), UV-B (280 - 315 nm), UV-C (200 -280 nm) és vákuum UV (100 - 200 nm). Az UV-fény kezelés a patogén és romlást okozó mikroorganizmusok pusztulásához vezet, ezáltal garantálható az élelmiszer biztonság, illetve a megnövelt eltarthatóság mellett minimális a tápanyagveszteség és az érzékszervi tulajdonságok romlása. Hőt és vegyi anyagot nem igénylő eljárás (Delorme *et al.*, 2020). Az UV- fény az aminosavakat bizonyos mértékben károsítja. UV-B és UV-A radiáció hatására például sérülhet a gyűrűt tartalmazó triptofán, tirozin és hisztidin szerkezete (Pattison *et al.*, 2012).

A **mikrohullámú kezelés** 300 MHz és 300 GHz közötti frekvenciájú elektromágneses hullámok segítségével megvalósított technológiai művelet. A kezelés előnye, hogy viszonylag kevés az energia igénye és az élelmiszer érzékszervi tulajdonságai megmaradnak, növeli a fehérjék emészthetőségét, csökkenti az antinutritív anyagok (tripszin-inhibitorok) mennyiségét. Hátránya, hogy kezelt anyag porózus lesz és csökken a térfogatsűrűsége, így tápanyagveszteség is bekövetkezhet (Guo *et al.*, 2017). Chandrasekaran *et al.* (2013) kutatásaik során a mikrohullámú kezelés hatását vizsgálták a csicseriborsó tápanyagkomponenseire nézve. A mintákban 18 aminosavat mutattak ki, melyből három esszenciális volt, ezek összes mennyisége a kontroll mintához képest magasabb, míg a további 15 aminosav koncentrációja enyhén alacsonyabb volt.

### 3.5.3. Nagy hidrosztatikus nyomás kezelés (HHP)

A **nagy hidrosztatikus nyomás-kezelés (High Hydrostatic Pressure - HHP)** során az élelmiszert folyadékot (általában vizet) tartalmazó zárt térben 100 MPa- tól 900 MPa- ig terjedő nyomásnak teszik ki adott ideig. A kezelés során fennálló izosztatikus nyomás állandóan, egyenletesen ható feszültség, ezáltal az élelmiszer megtartja az eredeti formáját. A HHP-kezelés fő előnye, hogy hő nélkül zajlik, így a vitaminok, színanyagok és ízanyagok nem sérülnek, illetve a kezelt élelmiszerek textúrája is kedvezően hat. Alkalmas patogén mikroorganizmusok inaktiválására, amivel az élelmiszerek eltarthatósága jelentősen növelhető, habár a spórák magas nyomású kezelés hatására is képesek életben maradni (San Martin *et al.*, 2002). A különböző paraméterű nagy hidrosztatikus nyomás kezelés hatásait szójabab szabad aminosav tartalmára Ueno *et al.* (2019) vizsgálták. A mintákban 14 aminosavat mutattak ki, ebből hat aminosav volt jelen minden mintában. Megállapították, hogy a 10 perces 100 MPa és 30 perces 400 MPa HHP kezelés növelte az összes szabad aminosav koncentrációját, míg a 60 perces 600 MPa kezelés az aminosavak mennyiségének csökkenésével járt.

### 3.5.4. Fermentáció

A fermentáció során mikrobiológiai aktivitás és bizonyos enzimatikus folyamatok hatására az élelmiszer valamennyi komponense átalakul. Nem csupán az eltarthatóság növelhető a fermentációval, az eljárás révén az erjesztett élelmiszer érzékszervi tulajdonságai és tápanyag tartalma is módosul (Caplice és Fitzgerald, 1999). A fermentációnak a laskagomba szabad aminosav tartalmára vonatkozó hatását vizsgálva Ogidi és Agbaje (2021) mind a fermentálatlan mind a fermentált mintában 18 féle szabad aminosavat mutattak ki. A 18 aminosavból 12 esetén

a fermentált mintában magasabb volt a szabad aminosavak mennyisége és a változás szignifikáns volt ( $p \leq 0,05$ ) (3. táblázat).

**3. táblázat:** Fermentált és nem fermentált laskagombák szabad aminosav összetétele  
(Forrás: Ogidi és Agbaje, 2021 nyomán)

| Aminosavak<br>[mg/100g] | <i>P.<br/>ostreatus</i> | <i>Fermentált<br/>P. ostreatus</i> |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Alanin                  | 5,5                     | 10,2                               |
| Arginin                 | 3,2                     | 6,5                                |
| Asparaginsav            | 5,5                     | 7,2                                |
| Cisztein                | 1,8                     | 4,1                                |
| Glutamin                | 5,9                     | 5,0                                |
| Glicin                  | 3,5                     | 2,0                                |
| Hisztidin               | 0,5                     | 0,4                                |
| Izoleucin               | 2,9                     | 5,1                                |
| Leucin                  | 2,7                     | 4,2                                |
| Lizin                   | 2,5                     | 8,3                                |
| Metionin                | 6,1                     | 8,2                                |
| Fenilalanin             | 2,6                     | 6,2                                |
| Prolin                  | 1,2                     | 4,5                                |
| Szerin                  | 2                       | 4,6                                |
| Treonin                 | 4,3                     | 7,1                                |
| Tirozin                 | 3,8                     | 5,7                                |
| Triptofán               | 6,2                     | 8,6                                |
| Valin                   | 7,0                     | 11,1                               |

## 4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

### 4.1. Vizsgálati minták

A vizsgálataimhoz felhasznált laskagomba minták (*Pleurotus ostreatus*) egy budapesti piacról származtak. A gombák előkészítését és a különböző előkezeléseket az Egyetem (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – MATE) Állattermék és Élelmiszer-tartósítási Technológiák Tanszékén végezték (Boylu *et al.*, 2023).

Vizsgálati minták és az alkalmazott kezeléseket a 4. táblázat mutatja.

#### 4. táblázat: Vizsgálati minták és az alkalmazott kezelések

(Forrás: Saját szerkesztés Boylu *et al.*, 2023 nyomán)

| Minta megnevezése                                  | Kezelés leírása                                                               |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Friss laskagomba                                   | Kontroll minta.                                                               |
| Blansírozott laskagomba                            | Forró vízben való hőkezelés (3 min, 100 °C).                                  |
| Párolt laskagomba                                  | Sütőben (Lainox VE051) való hőkezelés (3 min, 100 °C, párolás fokozat).       |
| Mikrohullám- kezelt laskagomba                     | Mikrohullámú sütőben való kezelés (3 min, 85 °C, zöldség fokozat).            |
| Sütőben hőkezelt laskagomba                        | Sütőben (Lainox VE051) való hőkezelés (3 min, 100 °C).                        |
| UV- kezelt laskagomba                              | UV kezelés (VL-115.M) (30 W, 312 nm, 15 min, 20 °C).                          |
| Nagy hidrosztatikus nyomás-kezelt laskagomba (HHP) | Nagy hidrosztatikus nyomás kezelés (Resato B2441) (3 min, 20 °C-on, 300 MPa). |

A kezeléseket követően a minták felét fermentációnak vetették alá, így két nagy mintacsoport jött létre: a fermentált és a nem fermentált.

### 4.2.A minták fermentálása

A laskagomba minták spontán fermentációjának menete: a kezeléseket követően 250 g gombához 2 m/m%-os NaCl és 1m/m%-os szacharóz oldat, majd 70 mL 2% NaCl oldat hozzáadása után légmentesen lezárt tasakokban történt az erjesztés 8 napig, 21-22 °C-on (Boylu *et al.*, 2023).

### **4.3. A minták fagyasztva szárítása**

A laskagomba minták fagyasztva szárítása Christ Alpha 2-4 liofilező berendezés használatával történt a MATE Biomérnök és Erjedéssipar Technológiai Tanszékén.

### **4.4. A minták előkészítése összes aminosav tartalom meghatározásához**

A 0,1 g porított laskagomba mintát analitikai pontossággal hidrolizáló csövekbe (KUTESZ, Budapest, Hungary) mértem, majd 10 mL 6 M sósavat pipettáztam hozzá. Fél perc nitrogénnel való buborékolás után a hidrolizáló csökeket teflonbetétes kupakkal lezártam és 110 °C-on 24 órán át hidrolizáltam blokktermosztátban (FALC Instruments, Treviglio, Italy). A művelet után, a kihűlt mintákat 25 mL-es mérő lombikba desztillált víz segítségével átmostam, majd 10 mL 4 M NaOH oldat hozzáadásával semlegesítettem. A lombikot végül jelre töltöttem desztillált vízzel. Redős szűrőpapíron, majd 0,22 µm pórusméretű fecskendőszűrőn (FilterBio® CA Srynge Filter) átszűrtem és a homogenizált mintákat 1,5 mL-es Eppendorf csövekbe tettem. A mérés megkezdéséig a minták mélyhűtőben, fagyasztva voltak tárolva.

### **4.5. A minták előkészítése szabad aminosav- és biogén amin tartalom meghatározásához**

A 0,5 g-porított laskagomba mintát analitikai pontossággal bemértem egy 50,0 mL-es Erlenmeyer lombikba. A mintákra 6,0 mL, 10%-os triklórecetsavat pipettáztam és 1 órán keresztül 100 rpm-en Gerhard gyártmányú Laboshake rázógéppel rázatva extraháltam. Az extraktumokat először szűrőpapíron, majd 0,22 µm pórusméretű fecskendőszűrőn (FilterBio® CA Srynge Filter) átszűrtem 1,5 mL-es Eppendorf csövekbe. A mérés megkezdéséig a minták mélyhűtőben, fagyasztva voltak tárolva.

### **4.6. A minták aminosav- és biogén amin meghatározása kromatográfiás módszerrel**

Az aminosavak és biogén aminok meghatározására AAA 400 (Ingos Kft., Csehország) típusú, Automatikus Aminosav Analizátor segítségével történt (2. ábra). A készülék az ioncserés oszlopkromatográfia elvén működik, oszlop utáni, ninhidrinnel történő származékképzéssel. A detektálás 570 nm-en, illetve a prolin miatt 440 nm-en átfolyó küvettás detektorral történt. A készülék mérési paramétereit az 5. táblázat mutatja.

**2. ábra:** Automatikus Aminosav Analizátor, Csehország

(Forrás: Lambda-med honlapja.)



**5. táblázat:** Automatikus Aminosav Analizátor mérési paraméterei

|                              | Összes és a szabad aminosavak | Biogén aminok             |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Kationcserélő oszlop típusa  | IONEX OSTION LCP5020          | OSTION LG ANB             |
| Oszlopméret                  | 200 mm x 3,7 mm               | 60 mm x 3,7 mm            |
| Oszlophőmérséklet            | 55 °C és 65 °C                | 55 °C és 65 °C            |
| Reaktorhőmérséklet           | 121 °C                        | 121 °C                    |
| Eluens áramlási sebessége    | 0,30 cm <sup>3</sup> /min     | 0,30 cm <sup>3</sup> /min |
| Ninhidrin áramlási sebessége | 0,25 cm <sup>3</sup> /min     | 0,25 cm <sup>3</sup> /min |
| Oszlopra injektált minta     | 100 µl                        | 100 µl                    |
| Detektálási hullámhossz      | 440 nm (prolin) és 570 nm     | 440 nm és 570 nm          |
| Pufferek                     | Li-citrát pufferek            | Na/K-citrát pufferek      |
| Meghatározás ideje           | 200 min                       | 97 min                    |
| Kimutatási határ             | 0,5 µmol/dm <sup>3</sup>      | 0,5 µmol/dm <sup>3</sup>  |
| Szórás                       | 2-5%                          | 2-5%                      |

#### 4.7. Statisztikai kiértékelés módszerei

Az eredmények értékeléséhez a statisztikai elemzéseket alkalmaztam. A főkomponens analízis (Principal Component Analysis) elvégzéséhez a Past4 szoftver 4.16c verzióját használtam. Az egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) a Microsoft® Excel 16.82-es verziójával végeztem.

## 5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELES

### 5.1. A laskagomba minták összes aminosav és esszenciális aminosav tartalma

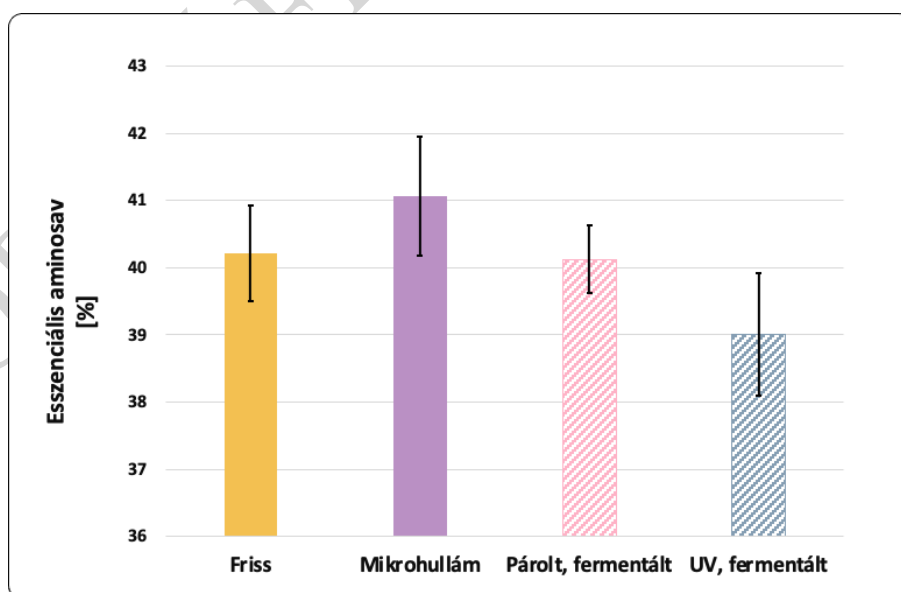
A tizennégy minta közül négy esetében (nem fermentált friss; mikrohullámmal kezelt; UV kezelt és fermentált; párolt és fermentált) az **összes aminosav tartalmát** is meghatároztam, az eredményeket a Melléklet M1. – M2. táblázat mutatja.

A laskagomba minták 17 fehérjeépítő aminosavat tartalmaztak, melyek összmenyisége 130,86-248,91 mg/g között változott. A kontroll minta összes aminosav tartalma 144,34 mg/g volt. A mikrohullámú kezelés hatására 72,4%-kal, az UV kezelés és fermentálás hatására 20,4%-kal nőtt az aminosavak koncentrációja, míg a párolás 9,3%-os csökkenést okozott.

A fehérjeminőséget meghatározó **esszenciális aminosavtartalom** az argininnel együtt az összes aminosav tartalom 39-41%-át tette ki, ami nagyon jónak tekinthető (3. ábra). A kontroll mintához képest a mikrohullámú kezelés hatására az esszenciális aminosavak mennyisége nőtt, a párolt és fermentált mintában közel azonos a mennyiségük, míg az UV kezelt és fermentált mintában csökkent az esszenciális aminosav tartalom.

**3. ábra:** Laskagomba minták összes esszenciális aminosav tartalmának változása a kezelések hatására

(Forrás: Saját munka)



A kilenc esszenciális aminosavból a laskagomba mintákban nyolcat mutattam ki, melyek összes mennyisége 243,85 mg/g volt, argininnel 280,98 mg/g. A legmagasabb koncentrációja a leucinnak volt (57,76 mg/g), ezt követte a lizin (40,79 mg/g), valin (37,28 mg/g), arginin (37,14 mg/g), treonin (29,39 mg/g), fenilalanin (29,05 mg/g), és izoleucin (22,25 mg/g). A hisztidin (17,35 mg/g) és a metionin (9,90 mg/g) kisebb mennyiségben fordult elő.

## 5.2. A laskagomba minták szabad aminosav tartalma

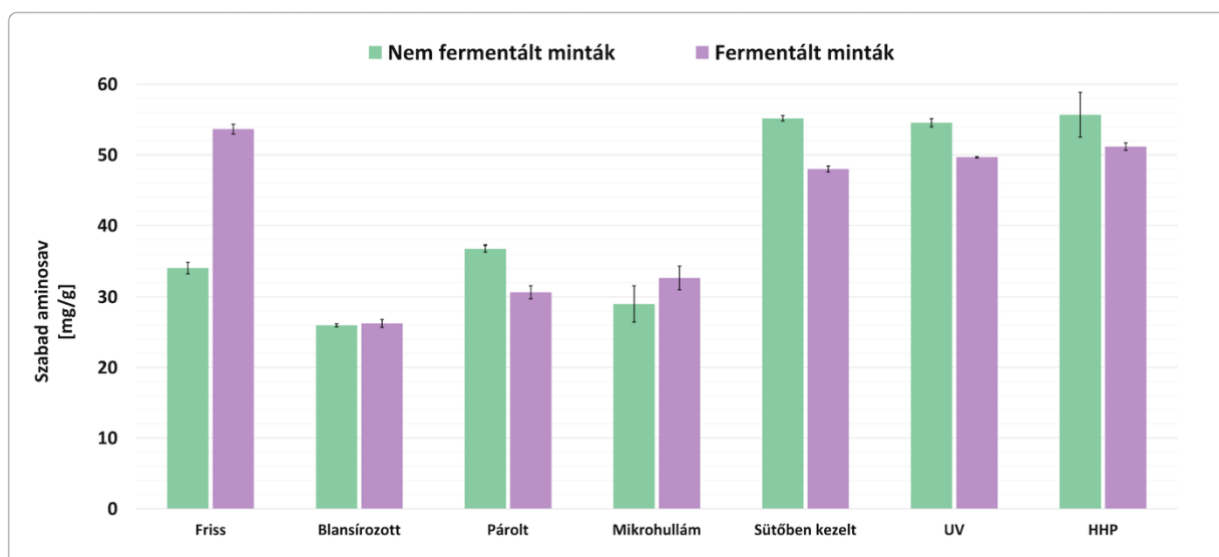
A laskagomba minták összes szabad aminosavtartalmának változását a 4. ábra szemlélteti. A **nem fermentált** mintákban az értékek jellemzően magasabbak voltak (25,95 - 55,68 mg/g), mint a **fermentált** mintákban (26,24 mg/g - 53,68 mg/g). Kivételt képeztek a friss fermentált és a mikrohullámmal kezelt fermentált minták. Előbbi esetében az összes szabad aminosav tartalom 57%-kal, míg az utóbbinál 13%-kal volt magasabb, mint a nem fermentált mintapárjuk. A blansírozott laskagomba minták esetén a kezeltlen és a fermentált típusok között számottevő különbség nem volt.

A **nem fermentált** mintacsoportban a kontrollhoz képest két kezelés (blansírozás: 23,8%; mikrohullámú kezelés: 14,9%) hatására csökkent a szabad aminosavak mennyisége. A HHP-kezelt (63,4%), sütőben kezelt (61,9%), UV (60,1%) és gőzölt (8,0%) minták szabad aminosav koncentrációja viszont nagyobb volt, mint a friss kontroll mintában.

A **fermentált** mintacsoporton belül a kontroll minták szabad aminosav tartalma volt a legnagyobb, a blansírozás 51,1%-kal, a gőzölés 42,9%-kal, a mikrohullámú kezelés 39,1%-kal, a sütőben való hőkezelés 10,5%-kal, az UV-kezelés 7,4%-kal és a HHP-kezelés 4,8%-kal csökkentette a szabad aminosavtartalmat a mintákban.

**4. ábra:** A laskagomba minták összes szabad aminosavtartalmának változása a kezelések hatására

(Forrás: Saját munka)



A laskagomba minták szabad aminosav összetételét a Melléklet M3. – M6. táblázata tartalmazza.

A **nem fermentált** mintacsoporton belül a szabad aminosavak mennyisége változó volt. A kontrollban a fő aminosavak az alanin (11,1%), aszparagin (10,7%) és glutamin (10,6%) voltak. A leucin, glicin, szerin, gamma-aminovajsav mennyisége 8-5% között változott. A blansírozott minta esetén a glutaminsav (12%) volt a legnagyobb mennyiségben előforduló aminosav, ezt követte a glutamin, aszparagin és alanin (8%). A párolt minta 16% glutamint, 14% glutaminsavat és 7-8% körüli aszparagint, aszparaginsavat és alanint tartalmazott. A mikrohullámú kezelés hatására a gomba glutaminsavat (16,1%), glutamint (12,4%), alanint (11,1%) tartalmazott legnagyobb mennyiségben. A sütőben kezelt mintában 14,6% aszparagin, 11,9% glicin és 9,8% alanin volt a fő szabad aminosav. Az UV kezelt gombában glutamin (14,1%), alanin (12,2%) és aszparagin (11,1%) volt a legnagyobb mennyiségben előforduló aminosav. A HHP kezelt minta 12,3% alanint, 11,8% aszparagint és 9,4% leucint tartalmazott legnagyobb mennyiségben.

A **fermentált mintacsoport** kontroll mintájában legnagyobb mennyiségben az alanin (12,3%), glutaminsav (11,9%) és leucin (10,0%) fordult elő. A blansírozott minta 8,3% aszparagint, 5-7% között leucint, izoleucint, hisztamint, aszparagint, valint, glutamint, lizint, alanint és glutaminsavat tartalmazott. A párolt mintában a fő szabad aminosav a gamma-

aminovajsav (15,8%) volt, továbbá 9%-ban tartalmazott alanint, 5-7%-ban aszparagint, lizint, aszparagint, leucint, valint és ornitint. A mikrohullámmal kezelt minta 13,3% glutaminsavat, 10,7% alanint tartalmazott fő szabad aminosavként.

### 5.2.1. Főkomponens- (PCA) és egytényezős varianciaanalízis

Főkomponens analízis segítségével értékeltem a nem fermentált és a fermentált laskagomba mintacsoport szabad aminosav összetételének változását a különböző kezelések hatására, illetve a két csoport összehasonlítását is elvégeztem. A két mintacsoport között, illetve a csoportokon belül egytényezős varianciaanalízist végeztem az eredmények szignifikanciájának megállapítása érdekében.

#### 5.2.1.1. Nem fermentált laskagomba mintacsoport

A főkomponens analízis eredményét a 6. táblázat és az 5. ábra mutatja. Az első két főkomponens együttesen a variancia 93,38%-át tették ki, ezen két komponens magyarázza az adathalmaz legnagyobb részét.

**6. táblázat:** A nem fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és variáciája

(Forrás: Saját munka)

| PC | Sajátérték | Variancia [%] |
|----|------------|---------------|
| 1  | 14,01      | 86,25         |
| 2  | 1,16       | 7,13          |
| 3  | 0,79       | 4,85          |
| 4  | 0,16       | 1,00          |
| 5  | 0,07       | 0,45          |
| 6  | 0,04       | 0,26          |
| 7  | 0,01       | 0,07          |

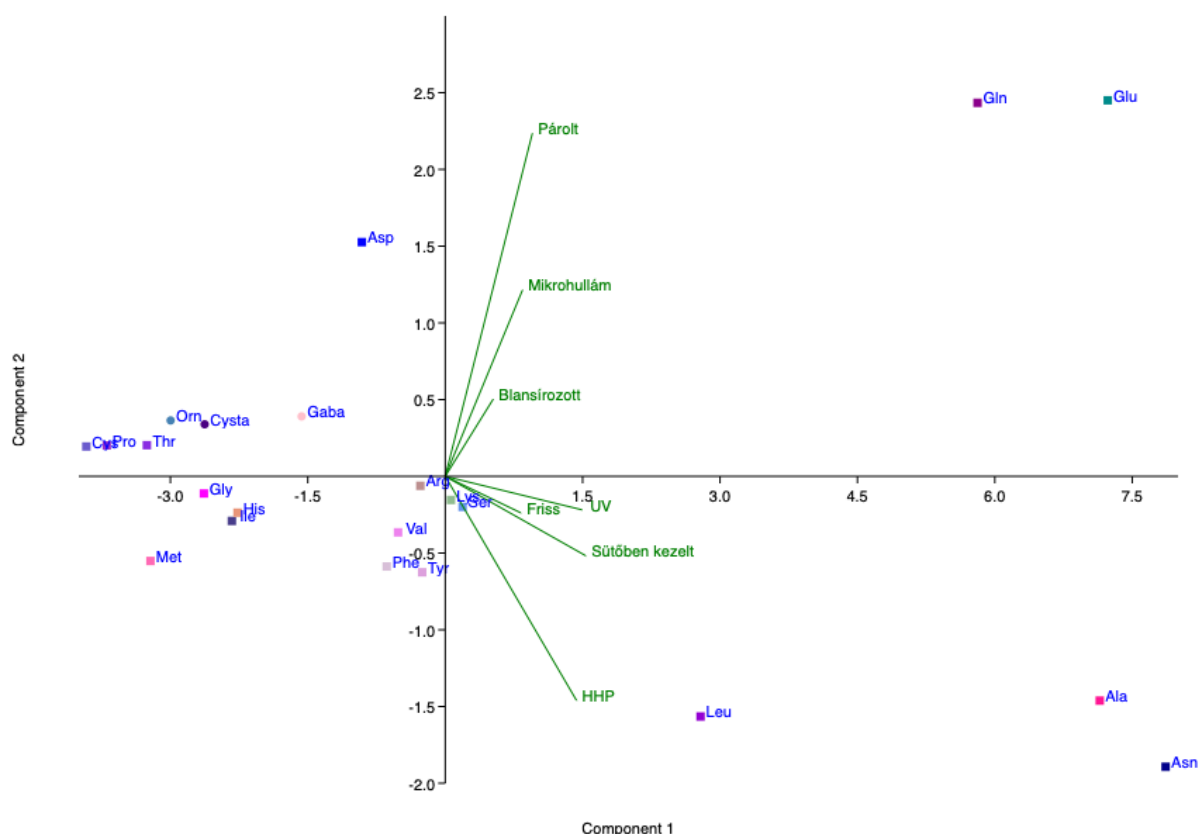
Az 5. ábrán látható, hogy a felső jobb kvadránsban található három kezelés (párolt, mikrohullámú, blansírozott), míg az alsó jobb kvadránsban látható a további három előkezelési eljárás (UV, sütőben kezelt, HHP), illetve a kontroll minta (friss) vektora.

Az aminosavak közül a glutamin és glutaminsav (felső jobb negyed), az alanin és aszparagin (alsó jobb negyed), illetve az aszparaginsav (felső bal negyed) volt a legtávolabb az origótól, és ezek mennyisége volt a legnagyobb a laskagomba mintákban. A jobb alsó negyedben látható a leucin is, amelynek mennyisége kisebb volt ugyan a fent említett

aminosavakéhoz képest, de még mindig jelentősnek tekinthető. Néhány aminosav, az arginin, lizin, szerin; a valin, fenilalanin és a tirozin; glicin, hisztidin és izoleucin; a cisztein, prolin, treonin, ornitin és cisztationin jellegzetes klasztereket formáltak, ezek mennyisége hasonlóképpen alakult a mintákban.

#### 5. ábra: A nem fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése

(Forrás: Saját munka)



A mintacsoporton végzett egytényezős varianciaanalízis alapján megállapítható, hogy a nem fermentált minták csoportján belül a különböző előkezelések szignifikáns különbséget mutattak a kapott  $p$  – érték (0,0038) alapján, mivel ennek értéke kisebb volt az elsőfajú hiba értékénél ( $\alpha = 0,05$ ).

### 5.2.1.2. Fermentált laskagomba mintacsoport

A fermentált laskagomba mintacsoport tagjai az előkezeléseken kívül fermentáción is átestek. A csoporton végzett főkomponens elemzés eredményeit a 7. táblázat és a 6. ábra szemlélteti. Az első két főkomponens a variancia 90,10%-át teszi ki, ebben az esetben is az első két főkomponens alkotja az adatok változatosságának túlnyomó hányadát.

**7. táblázat:** A fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és varianciája

(Forrás: Saját munka)

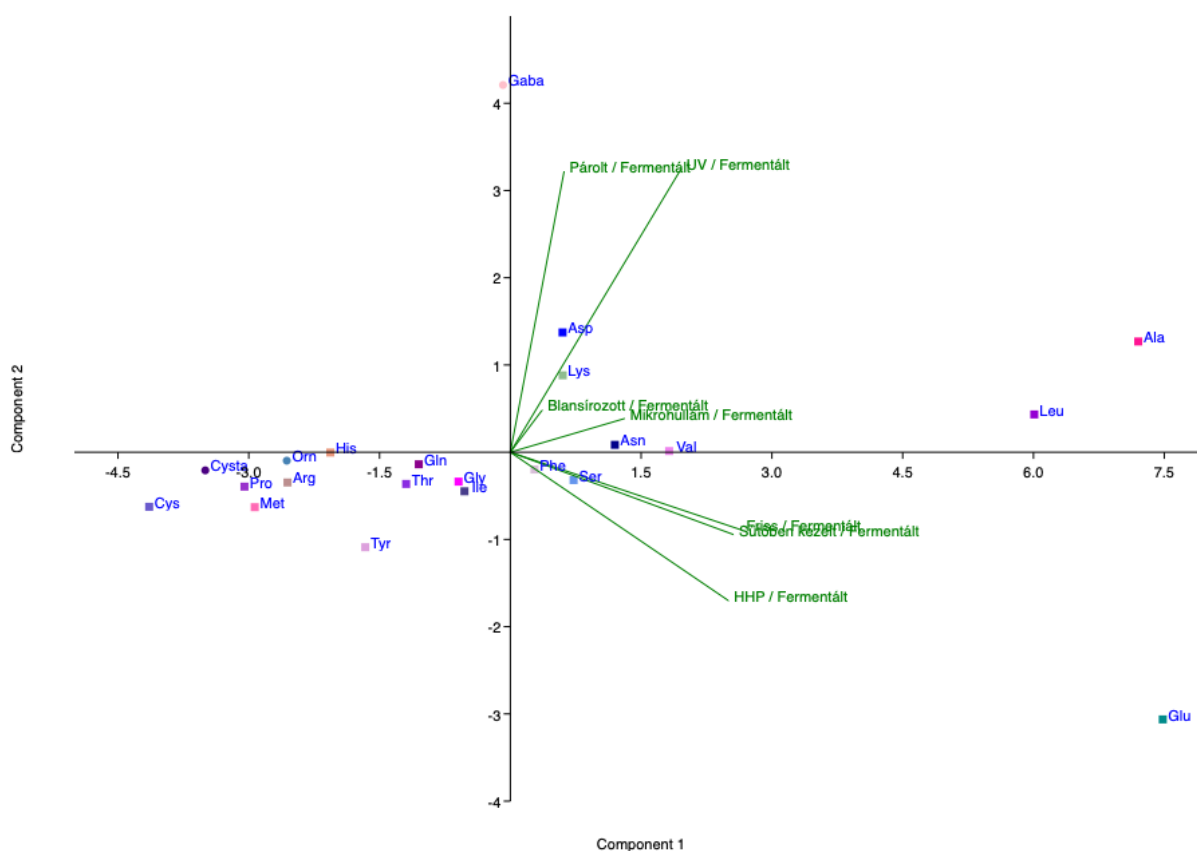
| PC | Sajátérték | Variancia [%] |
|----|------------|---------------|
| 1  | 10,51      | 77,93         |
| 2  | 1,64       | 12,18         |
| 3  | 0,56       | 4,19          |
| 4  | 0,37       | 2,71          |
| 5  | 0,23       | 1,73          |
| 6  | 0,13       | 0,97          |
| 7  | 0,04       | 0,30          |

A 6. ábrán a kezelésekhez tartozó vektorok elrendezése a következőképp alakult: a hét közül négy vektor (párolt, UV, mikrohullám, blansírozott) került a jobb felső negyedbe, a jobb alsó negyedben található a maradék három (HHP, friss, sütőben kezelt).

Az x és y tengelyek metszéspontjától a legtávolabb a glutaminsav került a jobb alsó kvadránsban, amelynek mennyisége számottevő volt a mintákban, hasonlóképpen az alaninhoz és leucinhoz, melyek a felső jobb negyedben láthatóak. A bal felső kvadránsban lévő gamma aminovajsav szintén nagyobb koncentrációban fordult elő a fermentált mintacsoportban. Több csoportosulás figyelhető meg: a cisztationin, prolin, metionin, arginin, ornitin és hisztidin; treonin, glutamin, glicin és izoleucin között mennyiségük a csoporton belül egyformán alakult.

## 6. ábra: A fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése

(Forrás: Saját munka)



A fermentált mintacsoport adatai alapján végzett egytényezős varianciaanalízis értelmében a csoporton belül a kezelések fermentációval kombinálva szignifikáns különbséget mutattak az aminosavak között, a kapott  $p$ -érték 0,0075 volt, az elsőfajú hiba értéke 0,05.

### 5.2.1.3. A fermentált és nem fermentált mintacsoport összehasonlítása

A főkomponens analízis eredményét a 8. táblázat és a 7. ábra mutatja. Az első két főkomponens variáciája együttesen 84,42%-ot tettek ki, így adathalmaz változatosság legnagyobb hányadát alkotják.

**8. táblázat:** A nem fermentált és fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és varianciája

(Forrás: Saját adatok)

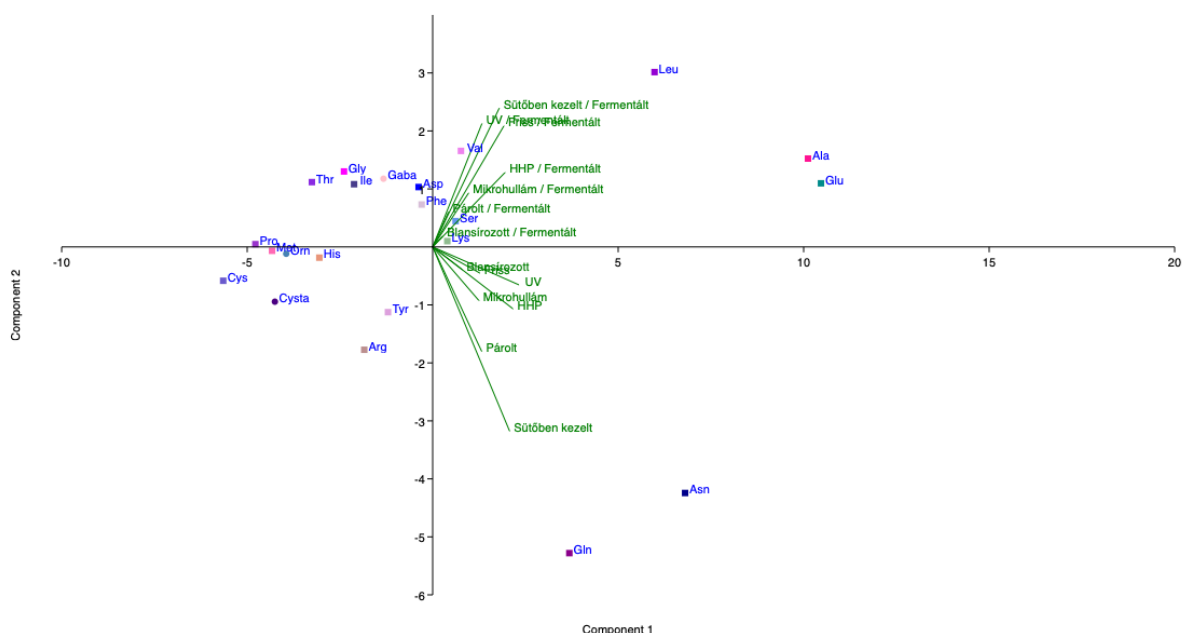
| PC | Sajátérték | Variancia [%] |
|----|------------|---------------|
| 1  | 21,56      | 72,53         |
| 2  | 3,54       | 11,89         |
| 3  | 1,95       | 6,54          |
| 4  | 1,33       | 4,49          |
| 5  | 0,52       | 1,75          |
| 6  | 0,36       | 1,21          |
| 7  | 0,17       | 0,57          |
| 8  | 0,11       | 0,38          |
| 9  | 0,07       | 0,25          |
| 10 | 0,06       | 0,21          |
| 11 | 0,03       | 0,09          |
| 12 | 0,02       | 0,05          |
| 13 | 0,01       | 0,03          |

A kezelésekhez tartozó vektorok a jobb alsó- és felső kvadránsban helyezkednek el (7. ábra). Az előbbiben kapott helyet a fermentált mintacsoportozó tartozó hét vektor, míg az utóbbiban a másik hét, nem fermentált mintacsoportozó tartozó vektor.

A felső jobb kvadránsban foglal helyet a leucin, alanin és glutaminsav, míg az alsó jobb negyedben az aszparagin és glutamin. Ezen aminosavak mennyisége volt a legnagyobb a többihez képest. A prolin, metionin, ornitin és hisztidin, valamint a treonin, glicin, izoleucin, gamma aminovajsav, aszparagin és fenilalanin alkotnak klasztereket.

## 7. ábra: A nem fermentált és fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése

(Forrás: Saját munka)



A két mintacsoport közötti egytényezős varianciaanalízis eredményei alapján levonható következtetés: a nem fermentált és fermentált kontroll minta egytényezős varianciaanalízisére kapott  $p$ -rték 0,0479 volt, tehát a fermentáció önmagában is befolyásolta a két csoport közti különbséget (0,05 elsőfajú hiba érték mellett).

### 5.3. A laskagomba minták biogén aminosav tartalma

Kutatómunkám során az aminosavakból a kezelések hatására keletkező biogén aminosav tartalmát is meghatároztam. A laskagombák biogén aminosav összetételét a Melléklet M7 és M10. táblázata tartalmazza.

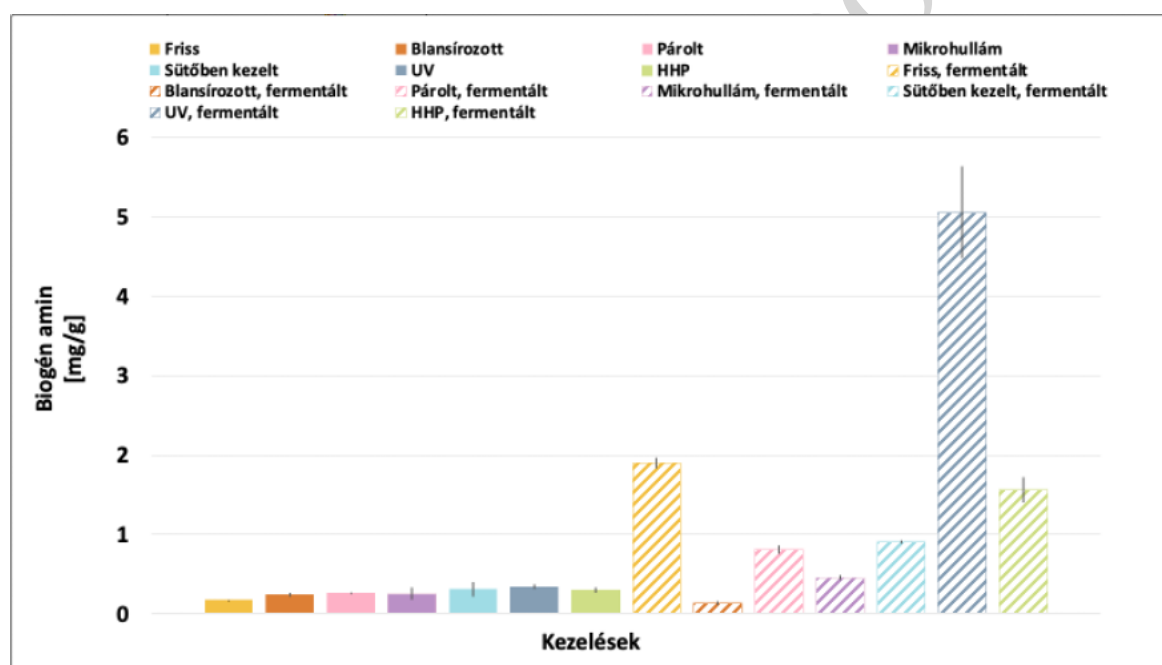
A fermentált és nem fermentált laskagomba minták összes biogén aminosav tartalmát a 8. ábra szemlélteti.

A **nem fermentált** mintacsoportban a biogén aminosavak összes mennyisége 0,17-0,34 mg/g között volt, átlagosan 0,27 mg/g. A legkisebb mennyiségben a friss, legnagyobbban az UV kezelt minták tartalmaztak biogén aminosavakat. A kontroll mintához képest minden előkezelésen átesett minta biogén aminosav tartalma nagyobb volt: az UV kezelt 95,7%-kal, a sütőben kezelt 77,7%-kal, HHP-kezelt 70,6%-kal, a párolt 50,2%-kal, a mikrohullámmal kezelt 45,6%-kal és a blansírozott 39,6%-kal tartalmazott több biogén aminosavat. A **fermentált** minták biogén aminosav tartalma 0,14-5,05 mg/g között változott. Az UV kezelt laskagombák biogén aminosav tartalma volt

a legnagyobb, míg a legkisebb mennyiség a párolt mintában fordult elő. A fermentált mintákban jelentősen több volt a biogén aminok mennyisége (5,72-szer több), mint a nem fermentált mintákban. Ez az eredmény nem meglepő, mivel a fermentációt végző mikrobák dekarboxiláz aktivitással rendelkező enzimjeik révén a szabad aminosavakból biogén aminokat képeznek. A fermentált kontroll mintához képest csak az UV-kezelésen is átesett elem biogén amin koncentrációja lett magasabb (2,7-szerese), minden más esetben csökkenés volt megfigyelhető a fermentált mintacsoporton belül. 92,8%-kal lett kisebb a blansírozott, 76,0%-kal a mikrohullám kezelt, a párolt 57,3%-kal, a sütőben kezelt 52,1%-kal, a HHP- kezelt 17,6%-kal.

**8. ábra:** Laskagomba minták biogén amin tartalmának változása a kezelések hatására

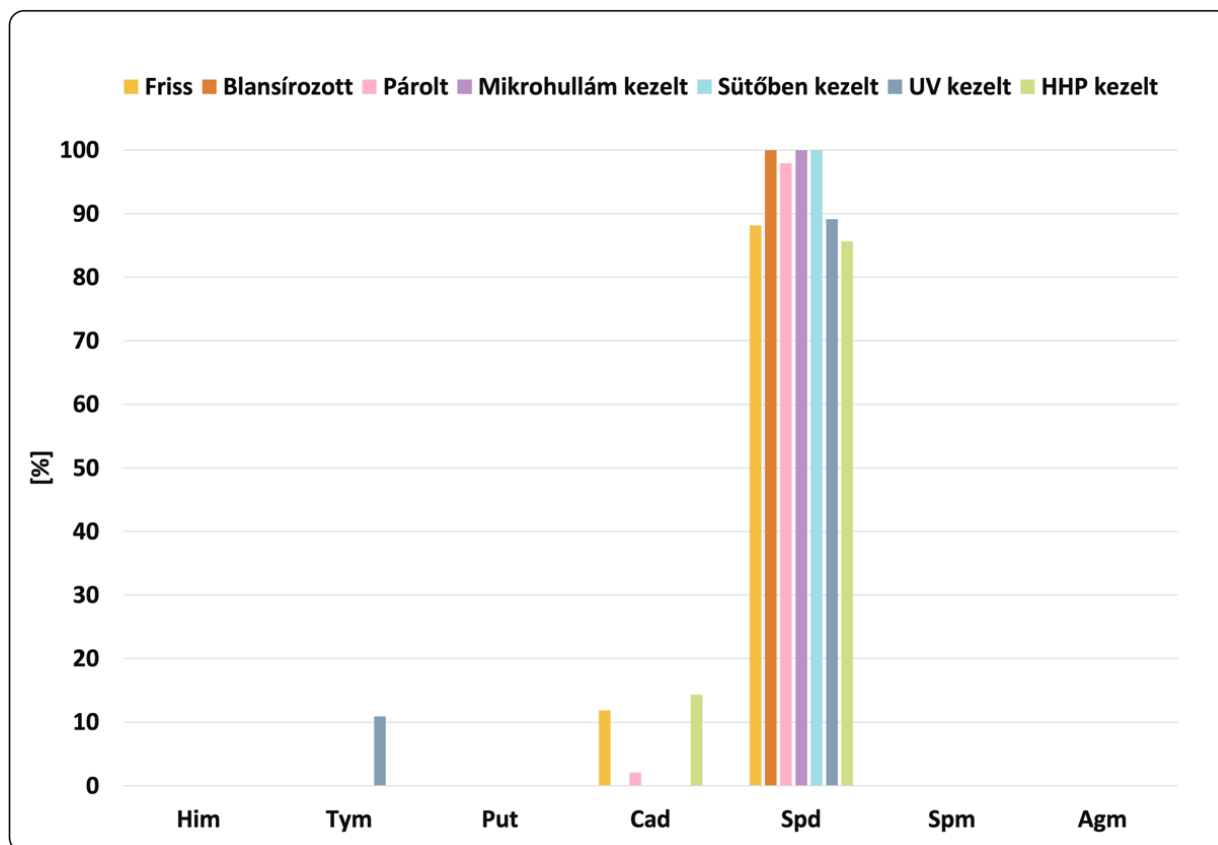
(Forrás: Saját munka)



A **nem fermentált** mintasorozat biogén amin összetételének változását a kezelések hatására a 9. ábra szemlélteti. Valamennyi mintában a spermidin volt a domináns biogén amin, az összes biogén amin tartalom 94%-át tette ki. Ezen kívül 4%-ban kadaverin is előfordult a friss, a párolt és az HHP kezelt mintákban. 2%-ban pedig tiramin az UV kezelésen átesett laskagombákban fordult elő.

**9. ábra:** A nem fermentált laskagomba minták biogén aminosav összetételének változása a kezelések hatására

(Forrás: Saját munka)

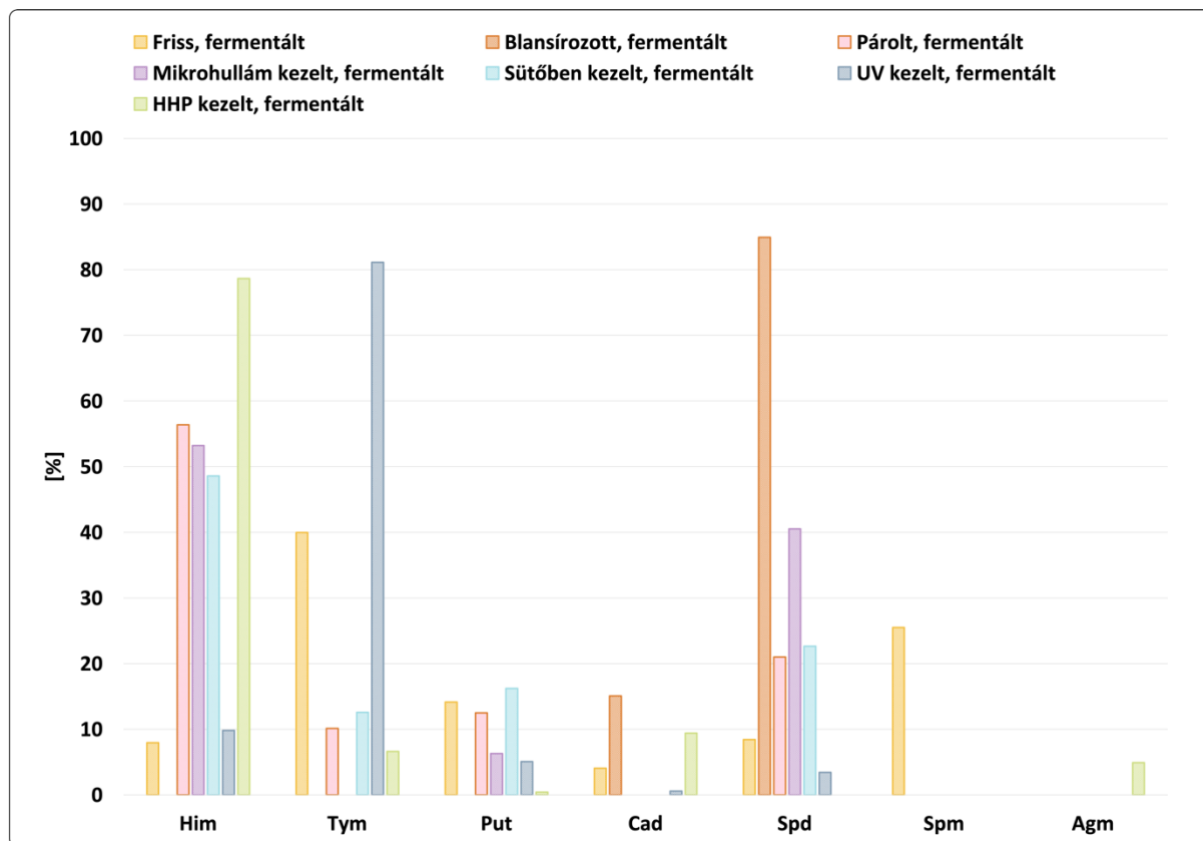


A fermentált mintákban hét biogén aminosav volt kimutatható (10. ábra). A legnagyobb mennyiségben a hisztamin fordult elő, átlagosan 0,50mg/g, az összes biogén aminosav tartalom 28%-át tette ki. A blansírozott mintán kívül valamennyi mintában előfordult. A HHP kezelt, fermentált mintában volt a legnagyobb arányban, az összes biogén aminosav tartalom 78,7%-át tette ki. A másik legnagyobb mennyiségben előfordult biogén aminosav a tiramin az összes biogén aminosav tartalom 48%-át tette ki. A blansírozott és a mikrohullámmal kezelt mintán kívül valamennyi mintában előfordult. Az UV kezelt fermentált mintában volt kiugróan nagy a tiramin mennyisége (81%). A spermidin széles koncentráció tartományban (3,4-84,9%) fordult elő hat kezelés esetén, míg a HHP esetében nem volt detektálható.

A putreszcint a blansírozott minta kivételével valamennyi mintában előfordult (átlagosan 9,1%). A kadaverin az összes biogén aminosav tartalom 3,0%-át tette ki. A blansírozott mintában volt mennyisége a legtöbb (15,1%). A spermidin csak a kontroll mintában volt jelen (25,5%), az agmatin pedig csak a HHP kezelésen átesett mintában volt kimutatható (4,9%).

**10. ábra:** A fermentált laskagomba minták biogén amin összetételének változása a kezelések hatására

(Forrás: Saját munka)



## 6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatómunkám során laskagomba minták összes- és szabad aminosav, illetve biogén amin tartalmának változását vizsgáltam különböző kezelések hatására.

Az **összes aminosavtartalmat** négy laskagomba mintában (friss/kontroll, mikrohullámmal kezelt, párolt és fermentált, UV kezelt és fermentált) határoztam meg, mennyiségük átlagosan 174,46 mg/g ( $\pm 52,76$  mg/g) volt, a mintacsoportban a kilencből nyolc esszenciális aminosav átlagosan 40%-os arányban fordult elő az arginint is beleértve.

A laskagomba mintákban 22-féle **szabad aminosavat** mutattam ki. A **nem fermentált mintacsoport** átlagosan 41,60 mg/g ( $\pm 13,13$  mg/g) szabad aminosavat tartalmazott. Az előkezelések közül a HHP-kezelés, a sütés, az UV kezelés és párolás okoztak növekedést, a mikrohullámú kezelés és blansírozás csökkenést idéztek elő. **Önmagában a fermentáció** a szabad aminosavak mennyiségét nagy mértékben, 1,5-szeresére növelte meg. Az **előkezeléseket fermentációval** alkalmazva a szabad aminosavak átlagmennyisége 41,72 mg/g ( $\pm 11,39$  mg/g) volt, a kontroll mintához képest minden minta esetében csökkenés következett be, legnagyobb mértékű fogyatkozást a blansírozás okozott, hasonlóképpen a nem fermentált mintacsoporthoz.

**Biogén aminosavakból** hét féle (hisztamin, tiramin, putreszcin, kadaverin, spermin, spermidin, agmatin) volt jelen változó mennyiségben a laskagombákban. A **nem fermentált csoportban** összesen három féle biogén amin fordult elő, átlagosan 0,27 mg/g ( $\pm 0,05$  mg/g) mennyiségben, melyek közül csupán a spermidint tartalmazta valamennyi minta. Az előkezelések megnövelték a biogén aminosavak összes mennyiségét a fermentálatlan mintákban, az UV-, HHP- és sütőben való kezelés hasonló arányban (átlag 45%  $\pm 5\%$ ), míg a párolás, a mikrohullámkezelés és blansírozás szintén hasonló arányban, de kisebb mértékben (átlag 81%  $\pm 13\%$ ). **Önmagában a fermentáció** nagy hatással volt mind a biogén aminosavak össz mennyiségére, mind fajtájára vonatkozóan. A friss nem fermentált mintához képest a friss fermentált minta biogén amin koncentrációja tízszer nagyobb volt. A fermentálatlan kontroll mintában csak kadaverin és spermidin volt kimutatható, míg a fermentálás hatására hisztamin, tiramin, putreszcin és spermin is keletkezett a mintákban. Az **előkezelésekkel kombinált fermentált mintacsoportban** a biogén aminosavak átlag mennyisége 1,55 mg/g ( $\pm 1,66$  mg/g) volt. Az UV kezelésen kívül minden más esetben a biogén aminosavak összes koncentrációjában csökkenés következett be, amely a blansírozás hatására volt a legjelentősebb (-93%).

A két élelmiszerbiztonsági szempontból fontos biogén amin a **hisztamin** és a **tiramin**. A hisztamin a nem fermentált csoportban egyáltalán nem fordult elő - sem a kontroll mintában,

sem a kezeltekben. A fermentáció hatására a blansírozott mintán kívül mindegyikben kimutatható volt és a kontrollhoz képest minden esetben nőtt a koncentrációja. A kezelések közül a HHP hatására nőtt legnagyobb mértékben a hisztamin (1,23 mg/g), ezt követte az UV, párolás és a sütőben kezelés, nagyjából azonos mennyiségben (átlagosan  $0,46 \text{ mg/g} \pm 0,03 \text{ mg/g}$ ). Tiramin esetén csak az UV- kezelés során történt jelentős növekedés több, mint ötszörös (4,10 mg/g). Sütőben való kezelést, HHP-kezelést és párolást illetően azonos szintű csökkenés, átlagosan 86,87% ( $\pm 2,18\%$ ) volt a tiramin esetén kimutatható, ami pozitív eredménynek tekinthető.

A mintacsoportokban a kezelések különböző módon hatottak a biogén aminosav összetételre, emiatt jövőben érdemes lenne ezen mechanizmusok mélyebb elemzése az összefüggések megállapítása érdekében.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink egyik legnagyobb kihívása a rohamosan növekvő népesség megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerellátása. A fő tápanyagok közül elsősorban a fehérjékkel kapcsolatban merültek fel problémák, mivel a népesség nagy része ezt állati eredetű élelmiszerekből fedezi. Földünk globális helyzetét figyelembe véve a nagy ökológiai lábnyomot hagyó élelmiszerelőállítás nem lesz fenntartható. Ebből adódóan szükség van olyan alternatív fehérjeforrások felkutatására, melyek hasonló módon teljes értékűen kielégítik a szervezet tápanyagigényeit. A sok alternatív növényi fehérjeforrás mellett az étkezési gombák is ígéretes alternatív fehérjeforrásként szolgálhatnak.

A gombák alacsony kalóriatartalmú, kiváló tápértékű élelmiszerek, melyeknek nagy a fehérjetartalma és élelmirosttartalma, kedvező a zsírsavösszetétele és számos fontos vitamin (A, C, B, D) és nyomelem (cink, vas és réz, szelén) forrása.

A szakdolgozatomban kései laskagomba minták aminosav- és biogén amin tartalmának változását vizsgáltam különböző kezelések hatására fermentált és nem fermentált mintacsoportokban. Mind a két molekulacsoport táplálkozásélettani szempontból alapvető jelentőségű. Az aminosavak a fehérjék alapépítő elemeiként a fehérjék minőségét határozzák meg. A biogén aminok, az aminosavakból keletkezhetnek és minőségjelző funkciójuk mellett az élelmiszerintolerancia kiváltói lehetnek az érzékeny egyének esetén.

Az alkalmazott előkezelések három kategóriába sorolhatók: hőkezelés (blansírozás, sütés, párolás), besugárzás (UV- és mikrohullámú kezelés) és nagy hidrosztatikus nyomáskezelés. Az előkezelések után a minták fele fermentáción esett át, így a vizsgálati minták két csoportra oszthatók: előkezelt nem fermentált, illetve előkezelt és fermentált. Az előkezeléseket és a fermentációt a MATE Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológiák Tanszékén végezték.

Kutatómunkám során arra kerestem a választ, hogy az előkezelések hatására hogyan alakul a minták aminosav- és biogén amin összetétele, továbbá ha az előkezeléseket fermentációval együtt kombinálva alkalmazzuk, befolyásolja-e az aminosav- és biogén amin tartalmat és összetételt, tekintve, hogy fermentációkor az azt végző mikroorganizmusok tevékenységei által az élelmiszerben lévő szabad aminosav prekursorokból biogén aminok keletkezhetnek. Az aminosavak és a biogén aminok meghatározását ioncserés oszlop-kromatográfiával végeztem Automatikus Aminosav Analizátorral (AAA 400).

Az **összes aminosavtartalmat** négy minta (friss; nem fermentált és kezeletlen; mikrohullámmal kezelt; UV kezelt és fermentált; párolt és fermentált) esetén határoztam meg. A minták 17 féle fehérjeépítő aminosavat tartalmaztak. A mikrohullámmal kezelt mintának volt

a legnagyobb (248,91 mg/g), a párolt mintának a legkisebb (130,86 mg/g) összes aminosav tartalma. A mintacsoport 8 esszenciális aminosavat tartalmazott, melyek átlagosan az összes aminosav tartalom 40%-át tették ki, ami nagyon jónak tekinthető.

A laskagomba mintákban 22-féle **szabad aminosavat mutattam ki. A nem fermentált mintacsoport** összes szabad aminosav tartalma 25,95-55,68 mg/g között változott. A legnagyobb mennyiségben előforduló aminosavak (Ala, Gln, Asp, Glu) átlagosan 10%-át tették ki az összes szabad aminosav tartalomnak. A kezelések hatásait tekintve: a blansírozás (-23,8%) és mikrohullámú kezelés (-14,9%) csökkentette, míg a párolás (+8%), UV-kezelés (+60,1%), sütés (+61,9%), és HHP kezelés (+63,4%) növelte a szabad aminosav tartalmat a kontroll mintához (34,07 mg/g) képest. A statisztikai értékelés alapján szignifikáns különbségeket mutattam ki a nem fermentált laskagomba minták szabad aminosav összetételének változásában az egyes kezelések hatására ( $p=0,0038$ ,  $\alpha = 0,05$ ). A **fermentáció** önmagában szignifikánsan ( $p=0,0497$ ,  $\alpha = 0,05$ ) befolyásolta laskagombák aminosav összetételét, Ogidi és Agbaje (2021) eredményeihez hasonlóan. A blansírozás mind a fermentált mind a nem fermentált mintákban csökkentette a szabad aminosavtartalmat, az utóbbi esetben kétszeres volt a változás. A **fermentált mintacsoport** összes szabad aminosav mennyisége 26,24-53,65 mg/g között változott. Az alanin, leucin, glutaminsav fordult elő a legnagyobb koncentrációban (>10%). A párolt mintában a gamma-aminovajsav (15,8%) mennyisége volt kiemelkedően nagy. Az előkezelések fermentációval kombinálva csak egy esetben okoztak csökkenést, a blansírozott mintánál (-51,1%). A HHP-kezelés 3,0%-kal, UV-kezelés 3,5%-kal, mikrohullámú kezelés 6,7%-kal, párolás 16,8%-kal és a sütés 46,9%-kal növelte a szabad aminosav tartalmat a mintákban. A fermentáció és az előkezelések együttes alkalmazása szignifikáns különbségeket okozott a laskagombák szabad aminosav tartamában ( $p=0,0075$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

**Biogén aminokból** hét féle (hisztamin, tiramin, putreszcin, kadaverin, spermin, spermidin, agmatin) volt jelen változó mennyiségben a laskagombákban. A **nem fermentált** mintacsoportban három biogén amin fordult elő, a spermidin (átlagosan 0,25 mg/g) valamennyi mintában, a tiramin (0,4 mg/g) az UV kezelt mintában, és a kadaverin a friss (0,02 mg/g), a párolt (0,01 mg/g) és a HHP kezelt (0,04 mg/g) mintákban. A spermidin mennyisége valamennyi kezelés hatására nőtt, kivéve a HHP kezelést. A kadaverin a párolás hatására a friss kontrollhoz képest csökkent, míg a HHP-kezelés hatására nőtt. **Önmagában a fermentáció**, mindkét mintacsoport kontroll mintáját tekintve szignifikáns hatással ( $p=0,0338$ ,  $\alpha=0,05$ ) volt a biogén aminok mennyiségére. A fermentációban résztvevő mikroorganizmusok enzimatis aktivitásának eredményeképpen a szabad aminosavakból jelentős mennyiségű biogén amin keletkezett. A fermentálatlan kontroll mintában kadaverin és spermidin volt (átlagosan

0,09 mg/g  $\pm$  0,09 mg/g), a fermentált kontroll mintában kadaverin és spermidin mellett szintetizálódott még spermin, putreszcin, hisztamin és tiramin (átlagosan 0,32 mg/g  $\pm$  0,26 mg/g). Az **előkezelésekkel együtt alkalmazott fermentáción** átesett mintákban jelentősen több, hét féle biogén aminosav volt kimutatható. A kontroll mintában az agmatinon kívül valamennyi biogén aminosav jelen volt. A táplálkozásélettani szempontból **legkritikusabb biogén aminosavok** a hisztamin és a tiramin. A hisztamin legnagyobb mennyiségben a HHP kezelt mintában fordult elő (1,23 mg/g), átlagkoncentrációja 0,57 mg/g ( $\pm$  0,38 mg/g) volt a mintákban, a blansírozott fermentált minta nem tartalmazott hisztamint. A tiramin legmagasabb mennyiségben az UV kezelt mintában (4,10 mg/g) fordult elő. Mind a két biogén aminosav koncentrációja lényegesen alatta volt a határértékeknek (Him 50 mg/kg, Tym 600 mg/kg). Putreszcin a blansírozott fermentált minta kivételével minden mintában kimutatható volt, legnagyobb mennyiségben a kontroll (0,27 mg/g) és a sütőben kezelt (0,26 mg/g) minta tartalmazta, minden más kezelés hatására mennyisége csökkent, a HHP-kezelés esetében volt a legnagyobb (98%) csökkenés. A kadaverin négy mintában fordult elő (kontroll, HHP kezelt, UV-kezelt, blansírozott). A HHP kezelésén átesett minta kadaverin tartalma 92%-kal volt több, mint a kontrollban (0,08 mg/g), a másik két esetben átlagosan 67%-kal volt kevesebb. A spermidin a HHP kezelt minta kivételével valamennyi mintában jelen volt. Koncentrációja a sütőben kezelt mintában volt a legmagasabb, 29%-kal több, mint a kontrollban (0,16 mg/g). A blansírozottban volt a legkisebb, 27%-kal kevesebb, mint a kontrollban. Az agmatin csak a HHP kezelt mintában (0,08 mg/g), a spermin pedig csak a kontroll mintában (0,48 mg/g) fordult elő.

Összességében tehát elmondható, hogy mind az előkezelések, mind a fermentáció, illetve ezek egymással való kombinálása is jelentős hatással voltak a laskagomba aminosav- és biogén aminosav tartalmára, aminek alapján szignifikáns különbségek állapíthatók meg az alkalmazott kezelések minőség-növelő hatékonyságát illetően.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Aditya, N. – Jarial, R. S. – Jarial, K. – Bhatia, J. N. (2024): Comprehensive review on oyster mushroom species (Agaricomycetes): Morphology, nutrition, cultivation and future aspects. *Heliyon*, 10(5), Paper e26539, 28 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26539>
- [2] Bach, F. – Helm, C. V. – Bellettini, M. B. – Maciel, G. M. – Haminiuk, C. W. I. (2017): Edible mushrooms: a potential source of essential amino acids, glucans and minerals. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(11), 2382–2392. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13522>
- [3] Bellettini, M. B. – Fiorda, F. A. – Maieves, H. A. – Teixeira, G. L. – Ávila, S. – Hornung, P. S. – Júnior, A. M. – Ribani, R. H. (2019): Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633–646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.005>
- [4] Beluhan, S. – Ranogajec, A. (2011): Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. *Food Chemistry*, 124(3), 1076–1082. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.081>
- [5] Boekel, M. – Fogliano, V. – Pellegrini, N. – Stanton, C. – Scholz, G. – Lalljie, S. – Somoza, V. – Knorr, D. – Jasti, P. R. – Eisenbrand, G. (2010): A review on the beneficial aspects of food processing. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(9), 1215–1247. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900608>
- [6] Boylu, M. – Hitka, G. – Kenesei, G. (2023): Effect of alternative pre-treatments and fermentation on quality characteristics of oyster mushrooms. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 19(S1), 35–45. DOI: <https://doi.org/10.1556/446.2023.00080>
- [7] Brink, B. – Damink, C. – Joosten, H. M. L. J. – Huis in 't Veld, J. H. J. (1990): Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 11(1), 73–84. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(90\)90040-C](https://doi.org/10.1016/0168-1605(90)90040-C)
- [8] Caplice, E. – Fitzgerald, G. F. (1999): Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1), 131–149. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00082-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00082-3)
- [9] Chandrasekaran, S. – Ramanathan, S. – Basak, T. (2013): Microwave food processing—A review. *Food Research International*, 52(1), 243–261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.033>

- [10] Chang, S.-T. – Miles, P. G. (2004) *Pleurotus — A Mushroom of Broad Adaptability*. In *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd edition. United States, Florida: CRC Press LLC., pp. 315–324.
- [11] Davila, M. – Muniz, A. – Du, X. (2022): The impact of roasting and steaming on savory flavors contributed by amino acids, 5'-nucleotides, and volatiles in *Agaricus bisporus* mushrooms. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 30, Paper 100590, 16 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100590>
- [12] Delorme, M. M. – Guimarães, J. T. – Coutinho, N. M. – Balthazar, C. F. – Rocha, R. S. – Silva, R. – Margalho, L. P. – Pimentel, T. C. – Silva, M. C. – Freitas, M. Q. – Granato, D. – Sant'Ana, A. S. – Duarte, M. C. K. H. – Cruz, A. G. (2020): Ultraviolet radiation: An interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 146–154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.001>
- [13] Effiong, M. E. – Umeokwochi, C. P. – Afolabi, I. S. – Chinedu, S. N. (2024): Assessing the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). *Frontiers in Nutrition*, 10, Paper 1279208, 13 p. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1279208>
- [14] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2012): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. *EFSA Journal*., 10(2), 2557. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2557>
- [15] Firenzuoli, F. – Gori, L. – Lombardo, G. (2008): The Medicinal Mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of Literature and Pharmacological Problems. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*., 5(1), 3–15. DOI: <https://doi.org/10.1093/ecam/nem007>
- [16] Flint, M. – Bowles, S. – Lynn, A. – Paxman, J. R. (2023): Novel plant-based meat alternatives: future opportunities and health considerations. *Proceedings of the Nutrition Society*., 82(3), 370–385. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665123000034>
- [17] Walker, G. M. – White, N. A. (2005) Introduction to Fungal Physiology. In K. Kavanagh (szerk.): *Fungi: Biology and Applications*. England: John Wiley & Sons Ltd., pp. 1–34.
- [18] Guo, Q. – Sun, D.-W. – Cheng, J.-H. – Han, Z. (2017): Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology* 67, 236–247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.007>
- [19] Hardy, J. – Parmentier, M. – Fanni, J. (1999): Functionality of nutrients and thermal treatments of food. *Proceedings of the Nutrition Society*., 58(3), 579–585. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665199000762>

- [20]EFSA Panel on Biological Hazards (2011): Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal.*, 9(10), Paper 2393, 93 p. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2393>
- [21]Hoffman, J. R. – Falvo, M. J. (2004): Protein – Which is Best? *Journal of Sports Science & Medicine.*, 3(3), 118–130. Letöltés dátuma: 2024.03.28., URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3905294/>
- [22]Pattison, D. – Suryo Rahmanto, A. – J. Davies, M. (2012): Photo- oxidation of proteins. *Photochemical & Photobiological Sciences* 11(1), 38–53. DOI: <https://doi.org/10.1039/C1PP05164D>
- [23]Lesa, K. – Khandaker, M. – Faruque, M. R. – Sharma, R. – Islam, F. – Mitra, S. – Emran, T. (2022): Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health-Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Quality*, 2022, Paper 2454180, 9 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2454180>
- [24]Li, B. – Kimatu, B. M. – Pei, F. – Chen, S. – Feng, X. – Hu, Q. – Zhao, L. (2017): Non-volatile flavour components in *Lentinus edodes* after hot water blanching and microwave blanching. *International Journal of Food Properties*, 20(sup3), S2532–S2542. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1373667>
- [25]Martinez-Medina, G. A. – Chávez-González, M. L. – Verma, D. K. – Prado-Barragán, L. A. – Martínez-Hernández, J. L. – Flores-Gallegos, A. C. – Thakur, M. – Srivastav, P. P. – Aguilar, C. N. (2021): Bio-funcional components in mushrooms, a health opportunity: Ergothionine and huitlacohe as recent trends. *Journal of Functional Foods*, 77, Paper 104326, 17 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104326>
- [26]Mietz, J. L. – Karmas, E. (1977): Chemical Quality Index of Canned Tuna as Determined by High-Pressure Liquid Chromatography. *Journal of Food Science*, 42(1), 155–158. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb01240.x>
- [27]Naranjo-Ortiz, M. A. – Gabaldón, T. (2019): Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi. *Biological Reviews*, 94(6), 2101–2137. <https://doi.org/10.1111/brv.12550>
- [28]Ogidi, C. O. – Agbaje, R. B. (2021): Evaluation of Nutrient Contents, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Two Edible Mushrooms Fermented with *Lactobacillus fermentum*. *Current Applied Science and Technology*, 21(2), 255–270. DOI: 10.14456/cast.2021.23

- [29] Sá, A. G. A. – Moreno, Y. M. F. – Carciofi, B. A. M. (2020): Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 170–184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011>
- [30] San Martín, M. F. – Barbosa-Cánovas, G. V. – Swanson, B. G. (2002): Food Processing by High Hydrostatic Pressure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(6), 627–645. <https://doi.org/10.1080/20024091054274>
- [31] Sarkadi, L. (2009): Biokémia mérnök szemmel. Typotex Kiadó. URL: <https://edu.interkonyv.hu/konyvek/sarkadi-livia-biokemia-mernok-szemmel/>
- [32] Shu-Ting, C. – Philip G., M. (2004) Pleurotus — A Mushroom of Broad Adaptability. In *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd Edition. United States, Florida: CRC Press LLC., pp. 315–324.
- [33] Simon Sarkadi, L. (2017) Biogenic Amines in Fermented Foods and Health Implications. In Frias, J. – Martinez-Villaluenga, C. – Peñas, E. (szerk.): *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Boston: Academic Press, pp. 625–651.
- [34] Simonné Sarkadi, L. – Mednyánszky, Zs. – Toldi, D. – Nagy Gábor, Zs. – Kocsy, G. (2018): Aminosavak és biogén aminok az élelmiszer-minőség és -biztonság tükrében. *Magyar Kémikusok Lapja* 73(11), 351–355. DOI: <https://doi.org/10.24364/MKL.2018.11>
- [35] Sun, L. – Liu, Q. – Bao, C. – Fan, J. (2017): Comparison of Free Total Amino Acid Compositions and Their Functional Classifications in 13 Wild Edible Mushrooms. *Molecules*, 22(3), 350. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules22030350>
- [36] Szécsi, Á. – Érsek, T. – Varga, J. (2003) A gombák filogenetikai rendszere. In: Jakucs, E. – Vájná, L. (szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., pp. 71–137.
- [37] Szécsi, Á. – Vajna, L. (2003) Bevezetés. In: Jakucs, E. – Vájná, L. (szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., pp. 29–39.
- [38] Ueno, S. – Kawaguchi, Y. – Oshikiri, Y. – Liu, H. – Shimada, R. (2019): Enrichment of free amino acid content and reduction of astringent taste compounds in soybean by high hydrostatic pressure. *High Pressure Research*, 39(2), 398–407. DOI: <https://doi.org/10.1080/08957959.2019.1601188>
- [39] Visciano, P. – Schirone, M. (2022): Update on Biogenic Amines in Fermented and Non-Fermented Beverages. *Foods*, 11(3), 353. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030353>
- [40] Wang, Y. – Chen, L. – Yang, T. – Ma, Y. – McClements, D. J. – Ren, F. – Tian, Y. – Jin, Z. (2021): A review of structural transformations and properties changes in starch during

- thermal processing of foods. *Food Hydrocolloids*, 113, Paper 106543, 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106543>
- [41] Wójcik, W. – Łukasiewicz, M. – Puppel, K. (2021): Biogenic amines: formation, action and toxicity – a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(7), 2634–2640. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10928>
- [42] Wu, G. (2009): Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37(1), 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0269-0>
- [43] Wu, G. (2016): Dietary protein intake and human health. *Food & Function*, 7(3), 1251–1265. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>
- [44] Xiao, H.-W. – Pan, Z. – Deng, L.-Z. – El-Mashad, H. M. – Yang, X.-H. – Mujumdar, A. S. – Gao, Z.-J. – Zhang, Q. (2017): Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*, 4(2), 101–127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>
- [45] Zhang, Y. – Wang, D. – Chen, Y. – Liu, T. – Zhang, S. – Fan, H. – Liu, H. – Li, Y. (2021): Healthy function and high valued utilization of edible fungi. *Food Science and Human Wellness*, 10(4), 408–420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.04.003>

#### **Internetes források:**

- [46] World Bank. (2024) World: Total population 2012 to 2022 (in billion inhabitants). Statista. Statista Inc. Letöltés dátuma: 2024.03.31. forrás: <https://www.statista.com/statistics/805044/total-population-worldwide/>
- [47] UN DESA. (2022). Forecast about the development of the world population from 2022 to 2100 (in billions). Statista. Statista Inc. Letöltés dátuma: 2024.03.29. forrás: <https://www.statista.com/statistics/262618/forecast-about-the-development-of-the-world-population/>
- [48] The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) honlapja. Letöltés dátuma: 2024.03.29. forrás: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- [49] Magyar Mikológiai Társaság honlapja. Letöltés dátuma: 2023.06.05. forrás: <https://gombanet.hu/ev-gombaja-2021-12-jelolt-faja>
- [50] Miskolci Gombász Egyesület (MIGE) honlapja. Letöltés dátuma: 2024.03.31. forrás: <https://www.miskolcigombasz.hu/fajlista/index.php?action=showKind&langOrder=hu&caller=kindList&kindId=502>
- [51] Lambda med honlapja. Letöltés dátuma: 2024.03.27. forrás: [https://www.lambda-med.hu/assets/aaa400\\_kat2.pdf](https://www.lambda-med.hu/assets/aaa400_kat2.pdf)

# ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

## Képek:

1. kép: Kési laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) ..... 8. oldal

## Ábrák:

1. ábra: Élelmiszerekben előforduló biogén aminok ..... 12. oldal
2. ábra: Automatikus Aminosav Analizátor, Csehország ..... 19. oldal
3. ábra: Laskagomba minták összes esszenciális aminosav tartalmának változása a kezelések hatására ..... 20. oldal
4. ábra: A laskagomba minták összes szabad aminosavtartalmának változása a kezelések hatására ..... 22. oldal
5. ábra: A nem fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése ..... 24. oldal
6. ábra: A fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése ..... 26. oldal
7. ábra: A nem fermentált és fermentált laskagomba mintacsoport PCA elemzése ..... 28. oldal
8. ábra: Laskagomba minták biogén amin tartalmának változása a kezelések hatására ..... 39. oldal
9. ábra: A nem fermentált laskagomba minták biogén amin összetételének változása a kezelések hatására ..... 30. oldal
10. ábra: A fermentált laskagomba minták biogén amin összetételének változása a kezelések hatására ..... 31. oldal

## Táblázatok:

1. táblázat: Ajánlott napi esszenciális aminosav bevitel egy átlagos felnőtt számára ..... 10. oldal
2. táblázat: Kési laskagomba aminosavösszetétele ..... 11. oldal
3. táblázat: Fermentált és nem fermentált laskagombák szabad aminosav összetétele ..... 16. oldal
4. táblázat: Vizsgálati minták és az alkalmazott kezelések ..... 17. oldal
5. táblázat: Automatikus Aminosav Analizátor mérési paraméterei ..... 19. oldal
6. táblázat: A nem fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és varianciája ..... 23. oldal
7. táblázat: A fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és varianciája ..... 25. oldal
8. táblázat: A nem fermentált és fermentált laskagomba minták statisztikai elemzésének sajátértékei és varianciája ..... 27. oldal

## Mellékletek

**M1. táblázat:** Laskagombák összes aminosav tartalmának változása a kezelések hatására

| [mg/g]    | Friss  |      | Mikrohullám |      | UV, fermentált |      | Párolt, fermentált |      |
|-----------|--------|------|-------------|------|----------------|------|--------------------|------|
|           | Átlag  | ±Sd  | Átlag       | ±Sd  | Átlag          | ±Sd  | Átlag              | ±Sd  |
| Asp       | 24,37  | 0,98 | 37,50       | 1,30 | 32,25          | 0,90 | 22,22              | 0,58 |
| Thr*      | 6,70   | 0,14 | 11,07       | 0,59 | 6,56           | 0,26 | 5,04               | 0,14 |
| Ser       | 1,47   | 0,04 | 3,15        | 0,13 | 1,30           | 0,04 | 1,30               | 0,14 |
| Glu       | 29,16  | 0,01 | 52,45       | 0,48 | 35,39          | 0,32 | 27,15              | 0,28 |
| Pro       | 5,19   | 0,08 | 8,38        | 0,07 | 6,46           | 0,10 | 4,53               | 0,43 |
| Gly       | 8,36   | 0,25 | 14,46       | 0,13 | 9,89           | 0,19 | 7,57               | 0,16 |
| Ala       | 12,53  | 0,27 | 22,36       | 0,29 | 14,91          | 0,05 | 11,32              | 0,10 |
| Val*      | 7,22   | 0,41 | 13,47       | 0,44 | 9,44           | 0,00 | 7,15               | 0,33 |
| Cys       | 1,43   | 0,04 | 2,33        | 0,03 | 1,47           | 0,00 | 1,16               | 0,01 |
| Met*      | 1,98   | 0,11 | 3,29        | 0,14 | 2,62           | 0,05 | 2,00               | 0,11 |
| Ile*      | 4,22   | 0,05 | 8,10        | 0,30 | 5,67           | 0,12 | 4,26               | 0,26 |
| Leu*      | 11,83  | 0,18 | 21,15       | 0,16 | 13,74          | 0,07 | 11,05              | 0,00 |
| Tyr       | 3,78   | 0,25 | 6,08        | 0,06 | 3,84           | 0,20 | 3,09               | 0,12 |
| Phe*      | 5,81   | 0,00 | 10,43       | 0,30 | 7,28           | 0,02 | 5,53               | 0,09 |
| Lys*      | 8,38   | 0,01 | 14,80       | 0,27 | 9,78           | 0,08 | 7,83               | 0,16 |
| His*      | 3,66   | 0,23 | 6,57        | 0,07 | 4,33           | 0,02 | 2,89               | 0,02 |
| Arg       | 8,25   | 0,06 | 13,34       | 0,17 | 8,80           | 0,13 | 6,75               | 0,12 |
| Summa     | 144,34 | 2,23 | 248,91      | 1,90 | 173,72         | 0,42 | 130,86             | 1,04 |
| Summa EAA | 58,05  | 1,21 | 102,21      | 2,43 | 68,22          | 0,76 | 52,50              | 1,24 |

**M2. táblázat:** Laskagombák összes aminosav tartalmának százalékos változása a kezelések hatására

| [%]       | Friss |        | Mikrohullám |        | UV, fermentált |        | Párolt, fermentált |        |
|-----------|-------|--------|-------------|--------|----------------|--------|--------------------|--------|
|           | Átlag | Szórás | Átlag       | Szórás | Átlag          | Szórás | Átlag              | Szórás |
| Asp       | 16,88 | 0,42   | 15,06       | 0,41   | 18,90          | 0,47   | 16,98              | 0,58   |
| Thr*      | 4,64  | 0,03   | 4,45        | 0,20   | 3,66           | 0,16   | 3,85               | 0,14   |
| Ser       | 1,02  | 0,05   | 1,27        | 0,04   | 0,76           | 0,02   | 0,99               | 0,10   |
| Glu       | 20,20 | 0,31   | 21,07       | 0,36   | 20,46          | 0,13   | 20,75              | 0,05   |
| Pro       | 3,60  | 0,11   | 3,37        | 0,00   | 3,75           | 0,05   | 3,46               | 0,30   |
| Gly       | 5,79  | 0,08   | 5,81        | 0,01   | 5,60           | 0,12   | 5,79               | 0,08   |
| Ala       | 8,68  | 0,05   | 8,98        | 0,19   | 8,55           | 0,05   | 8,65               | 0,01   |
| Val*      | 5,00  | 0,21   | 5,41        | 0,14   | 5,42           | 0,01   | 5,46               | 0,21   |
| Cys       | 0,99  | 0,01   | 0,93        | 0,00   | 0,84           | 0,00   | 0,89               | 0,00   |
| Met*      | 1,37  | 0,05   | 1,32        | 0,05   | 1,49           | 0,03   | 1,53               | 0,07   |
| Ile*      | 2,93  | 0,01   | 3,25        | 0,15   | 3,21           | 0,08   | 3,26               | 0,23   |
| Leu*      | 8,19  | 0,00   | 8,50        | 0,00   | 7,86           | 0,06   | 8,45               | 0,07   |
| Tyr       | 2,62  | 0,21   | 2,44        | 0,00   | 2,13           | 0,12   | 2,36               | 0,08   |
| Phe*      | 4,02  | 0,06   | 4,19        | 0,09   | 4,18           | 0,02   | 4,23               | 0,03   |
| Lys*      | 5,81  | 0,10   | 5,95        | 0,15   | 5,59           | 0,06   | 5,98               | 0,07   |
| His*      | 2,53  | 0,12   | 2,64        | 0,01   | 2,48           | 0,02   | 2,21               | 0,04   |
| Arg       | 5,72  | 0,13   | 5,36        | 0,11   | 5,11           | 0,06   | 5,16               | 0,05   |
| Summa EAA | 40,22 | 0,71   | 41,07       | 0,89   | 39,00          | 0,51   | 40,12              | 0,91   |

\*Esszenciális aminosavak (EEA)

**M3. táblázat:** A nem fermentált laskagombák szabad aminosavtartalmának változása a kezelések hatására

| [mg/g] | Friss |      | Blansírozott |      | Párolt |      | Mikrohullám |      | Sütőben kezelt |      | UV kezelt |      | HHP kezelt |      |
|--------|-------|------|--------------|------|--------|------|-------------|------|----------------|------|-----------|------|------------|------|
|        | Átlag | ±Sd  | Átlag        | ±Sd  | Átlag  | ±Sd  | Átlag       | ±Sd  | Átlag          | ±Sd  | Átlag     | ±Sd  | Átlag      | ±Sd  |
| Asp    | 1,36  | 0,02 | 1,43         | 0,02 | 2,77   | 0,00 | 1,52        | 0,19 | 1,60           | 0,01 | 1,48      | 0,03 | 1,79       | 0,09 |
| Thr    | 0,71  | 0,00 | 0,60         | 0,01 | 0,77   | 0,03 | 0,53        | 0,04 | 0,70           | 0,02 | 1,00      | 0,05 | 0,87       | 0,01 |
| Ser    | 1,73  | 0,27 | 1,39         | 0,02 | 1,50   | 0,22 | 1,13        | 0,31 | 2,66           | 0,04 | 2,82      | 0,07 | 2,46       | 0,36 |
| Asn    | 3,64  | 0,04 | 2,10         | 0,08 | 2,69   | 0,41 | 2,60        | 0,09 | 8,06           | 0,27 | 6,04      | 0,16 | 6,56       | 0,14 |
| Glu    | 3,62  | 0,02 | 3,11         | 0,11 | 5,14   | 0,12 | 4,64        | 0,10 | 4,22           | 0,17 | 7,68      | 0,22 | 4,44       | 0,11 |
| Gln    | 2,53  | 0,09 | 2,16         | 0,08 | 5,89   | 0,00 | 3,59        | 0,12 | 6,59           | 0,08 | 3,46      | 0,12 | 4,39       | 0,14 |
| Pro    | 0,62  | 0,03 | 0,57         | 0,05 | 0,54   | 0,05 | 0,61        | 0,03 | 0,54           | 0,01 | 0,59      | 0,04 | 0,71       | 0,00 |
| Gly    | 0,94  | 0,05 | 0,50         | 0,02 | 0,71   | 0,01 | 0,56        | 0,07 | 0,97           | 0,05 | 1,60      | 0,06 | 1,20       | 0,24 |
| Ala    | 3,80  | 0,15 | 1,95         | 0,13 | 2,63   | 0,05 | 3,21        | 0,31 | 5,43           | 0,40 | 6,67      | 0,11 | 6,84       | 0,22 |
| Val    | 1,35  | 0,24 | 1,14         | 0,20 | 1,28   | 0,01 | 0,95        | 0,21 | 2,29           | 0,02 | 2,26      | 0,08 | 2,51       | 0,19 |
| Cys    | 0,34  | 0,07 | 0,30         | 0,02 | 0,44   | 0,00 | 0,58        | 0,05 | 0,48           | 0,04 | 0,73      | 0,05 | 0,50       | 0,05 |
| Met    | 0,74  | 0,03 | 0,23         | 0,02 | 0,34   | 0,00 | 0,19        | 0,05 | 0,89           | 0,03 | 1,06      | 0,08 | 1,29       | 0,16 |
| Cysta  | 0,62  | 0,07 | 0,41         | 0,01 | 1,08   | 0,00 | 0,84        | 0,19 | 1,19           | 0,05 | 1,36      | 0,06 | 1,04       | 0,10 |
| Ile    | 1,03  | 0,17 | 1,01         | 0,02 | 0,67   | 0,00 | 0,55        | 0,09 | 1,30           | 0,01 | 1,31      | 0,02 | 1,59       | 0,11 |
| Leu    | 2,62  | 0,03 | 1,48         | 0,08 | 1,67   | 0,00 | 1,42        | 0,21 | 3,58           | 0,06 | 3,70      | 0,02 | 5,23       | 0,45 |
| Tyr    | 1,52  | 0,09 | 0,89         | 0,02 | 1,24   | 0,07 | 0,92        | 0,13 | 2,37           | 0,02 | 2,48      | 0,05 | 2,79       | 0,28 |
| Phe    | 1,30  | 0,04 | 1,32         | 0,05 | 1,09   | 0,08 | 0,89        | 0,11 | 1,98           | 0,04 | 2,14      | 0,04 | 2,83       | 0,21 |
| Gaba   | 1,62  | 0,04 | 1,33         | 0,03 | 1,23   | 0,02 | 1,27        | 0,04 | 1,73           | 0,03 | 1,31      | 0,02 | 1,49       | 0,01 |
| Orn    | 0,51  | 0,12 | 0,39         | 0,01 | 0,85   | 0,00 | 0,83        | 0,12 | 1,17           | 0,09 | 1,20      | 0,08 | 0,67       | 0,06 |
| Lys    | 1,33  | 0,02 | 1,24         | 0,04 | 1,93   | 0,00 | 0,81        | 0,11 | 3,16           | 0,08 | 1,98      | 0,04 | 2,72       | 0,09 |
| His    | 0,77  | 0,10 | 0,80         | 0,01 | 0,71   | 0,00 | 0,47        | 0,09 | 1,66           | 0,01 | 1,61      | 0,06 | 1,27       | 0,10 |
| Arg    | 1,38  | 0,30 | 1,61         | 0,22 | 1,65   | 0,03 | 0,89        | 0,18 | 2,63           | 0,03 | 2,07      | 0,08 | 2,46       | 0,26 |
| Summa  | 34,07 | 0,82 | 25,95        | 0,22 | 36,80  | 0,48 | 28,98       | 2,58 | 55,17          | 0,39 | 54,54     | 0,58 | 55,68      | 3,16 |

**M4. táblázat:** A fermentált laskagombák szabad aminosavtartalmának változása a kezelések hatására

| [mg/g] | Friss, fermentált |      | Blansírozott, fermentált |      | Párolt, fermentált |      | Mikrohullám, fermentált |      | Sütőben kezelt, fermentált |      | UV kezelt, fermentált |      | HHP kezelt, fermentált |      |
|--------|-------------------|------|--------------------------|------|--------------------|------|-------------------------|------|----------------------------|------|-----------------------|------|------------------------|------|
|        | Átlag             | ±Sd  | Átlag                    | ±Sd  | Átlag              | ±Sd  | Átlag                   | ±Sd  | Átlag                      | ±Sd  | Átlag                 | ±Sd  | Átlag                  | ±Sd  |
| Asp    | 2,12              | 0,20 | 2,19                     | 0,04 | 2,25               | 0,05 | 1,79                    | 0,04 | 3,23                       | 0,15 | 3,19                  | 0,06 | 1,56                   | 0,10 |
| Thr    | 1,71              | 0,08 | 1,10                     | 0,11 | 1,27               | 0,02 | 0,48                    | 0,07 | 2,00                       | 0,02 | 1,52                  | 0,03 | 2,00                   | 0,02 |
| Ser    | 3,74              | 0,06 | 1,08                     | 0,11 | 1,09               | 0,04 | 1,00                    | 0,09 | 2,05                       | 0,07 | 2,61                  | 0,05 | 2,63                   | 0,22 |
| Asn    | 2,14              | 0,04 | 1,69                     | 0,01 | 1,72               | 0,02 | 1,16                    | 0,10 | 2,34                       | 0,16 | 3,04                  | 0,06 | 4,32                   | 0,19 |
| Glu    | 6,40              | 0,07 | 1,20                     | 0,01 | 1,27               | 0,06 | 4,35                    | 0,37 | 7,01                       | 0,03 | 2,18                  | 0,12 | 7,00                   | 0,02 |
| Gln    | 2,37              | 0,05 | 1,41                     | 0,01 | 1,27               | 0,08 | 1,40                    | 0,12 | 1,38                       | 0,03 | 1,55                  | 0,04 | 1,68                   | 0,02 |
| Pro    | 0,98              | 0,05 | 0,85                     | 0,04 | 0,68               | 0,12 | 0,82                    | 0,07 | 0,75                       | 0,01 | 0,86                  | 0,06 | 0,80                   | 0,07 |
| Gly    | 2,28              | 0,02 | 1,02                     | 0,05 | 0,83               | 0,05 | 0,99                    | 0,08 | 2,00                       | 0,02 | 2,11                  | 0,06 | 2,01                   | 0,01 |
| Ala    | 6,57              | 0,04 | 1,24                     | 0,06 | 2,75               | 0,01 | 3,49                    | 0,23 | 5,13                       | 0,23 | 6,13                  | 0,19 | 5,16                   | 0,18 |
| Val    | 3,20              | 0,03 | 1,69                     | 0,04 | 1,42               | 0,01 | 1,59                    | 0,07 | 3,31                       | 0,05 | 3,17                  | 0,06 | 3,22                   | 0,11 |
| Cys    | 0,47              | 0,03 | 0,40                     | 0,01 | 0,33               | 0,01 | 0,53                    | 0,01 | 0,29                       | 0,02 | 0,39                  | 0,02 | 0,26                   | 0,05 |
| Met    | 1,11              | 0,03 | 0,33                     | 0,02 | 0,34               | 0,01 | 0,45                    | 0,01 | 0,80                       | 0,00 | 1,11                  | 0,05 | 1,01                   | 0,04 |
| Cysta  | 0,80              | 0,00 | 0,79                     | 0,02 | 0,76               | 0,07 | 0,72                    | 0,03 | 0,45                       | 0,01 | 0,79                  | 0,02 | 0,48                   | 0,02 |
| Ile    | 2,10              | 0,02 | 1,73                     | 0,04 | 0,68               | 0,03 | 0,72                    | 0,17 | 2,20                       | 0,07 | 2,12                  | 0,10 | 2,20                   | 0,01 |
| Leu    | 5,36              | 0,33 | 1,87                     | 0,04 | 1,69               | 0,06 | 2,32                    | 0,10 | 5,35                       | 0,08 | 5,57                  | 0,16 | 5,01                   | 0,04 |
| Tyr    | 1,43              | 0,09 | 0,80                     | 0,02 | 0,85               | 0,00 | 0,66                    | 0,06 | 1,29                       | 0,14 | 0,87                  | 0,05 | 2,63                   | 0,05 |
| Phe    | 2,96              | 0,06 | 1,00                     | 0,02 | 1,00               | 0,04 | 1,26                    | 0,04 | 2,06                       | 0,10 | 2,57                  | 0,14 | 2,46                   | 0,08 |
| Gaba   | 1,11              | 0,17 | 1,12                     | 0,06 | 4,85               | 0,09 | 2,29                    | 0,18 | 1,68                       | 0,04 | 4,26                  | 0,14 | 1,24                   | 0,03 |
| Orn    | 0,59              | 0,02 | 0,70                     | 0,00 | 1,42               | 0,16 | 1,86                    | 0,11 | 1,50                       | 0,03 | 0,65                  | 0,05 | 0,89                   | 0,02 |
| Lys    | 3,52              | 0,08 | 1,34                     | 0,27 | 2,09               | 0,13 | 2,60                    | 0,20 | 1,30                       | 0,04 | 2,74                  | 0,14 | 2,15                   | 0,06 |
| His    | 1,59              | 0,03 | 1,73                     | 0,04 | 1,10               | 0,08 | 0,99                    | 0,07 | 0,78                       | 0,09 | 1,39                  | 0,01 | 1,39                   | 0,10 |
| Arg    | 1,11              | 0,03 | 0,96                     | 0,09 | 0,98               | 0,06 | 1,19                    | 0,07 | 1,10                       | 0,00 | 0,84                  | 0,17 | 1,04                   | 0,01 |
| Summa  | 53,65             | 0,69 | 26,24                    | 0,56 | 30,64              | 0,93 | 32,68                   | 1,67 | 48,00                      | 0,41 | 49,67                 | 0,09 | 51,17                  | 0,53 |

**M5. táblázat:** A nem fermentált laskagombák szabad aminosavtartalmának %-os változása a kezelések hatására

| [%]   | Friss |      | Blansírozott |      | Párolt |      | Mikrohullám |      | Sütőben kezelt |      | UV    |      | HHP   |      |
|-------|-------|------|--------------|------|--------|------|-------------|------|----------------|------|-------|------|-------|------|
|       | Átlag | ±Sd  | Átlag        | ±Sd  | Átlag  | ±Sd  | Átlag       | ±Sd  | Átlag          | ±Sd  | Átlag | ±Sd  | Átlag | ±Sd  |
| Asp   | 4,00  | 0,15 | 5,51         | 0,12 | 7,54   | 0,09 | 5,24        | 0,18 | 2,90           | 0,04 | 2,72  | 0,02 | 3,23  | 0,34 |
| Thr   | 2,07  | 0,06 | 2,33         | 0,05 | 2,10   | 0,06 | 1,85        | 0,30 | 1,27           | 0,04 | 1,83  | 0,07 | 1,57  | 0,08 |
| Ser   | 5,07  | 0,68 | 5,37         | 0,13 | 4,07   | 0,65 | 3,87        | 0,73 | 4,83           | 0,10 | 5,16  | 0,07 | 4,41  | 0,39 |
| Asn   | 10,70 | 0,36 | 8,10         | 0,22 | 7,30   | 1,01 | 8,98        | 0,48 | 14,61          | 0,39 | 11,07 | 0,17 | 11,80 | 0,42 |
| Glu   | 10,62 | 0,32 | 11,97        | 0,54 | 13,98  | 0,14 | 16,07       | 1,77 | 7,66           | 0,26 | 14,09 | 0,56 | 7,98  | 0,26 |
| Gln   | 7,41  | 0,10 | 8,32         | 0,23 | 16,01  | 0,22 | 12,41       | 0,69 | 11,94          | 0,05 | 6,35  | 0,15 | 7,90  | 0,19 |
| Pro   | 1,81  | 0,06 | 2,21         | 0,16 | 1,46   | 0,12 | 2,09        | 0,07 | 0,98           | 0,03 | 1,08  | 0,05 | 1,28  | 0,08 |
| Gly   | 2,76  | 0,21 | 1,92         | 0,06 | 1,94   | 0,01 | 1,92        | 0,08 | 1,75           | 0,11 | 2,93  | 0,14 | 2,15  | 0,32 |
| Ala   | 11,14 | 0,17 | 7,49         | 0,43 | 7,14   | 0,06 | 11,07       | 0,08 | 9,84           | 0,65 | 12,22 | 0,33 | 12,28 | 0,31 |
| Val   | 3,96  | 0,62 | 4,41         | 0,81 | 3,47   | 0,02 | 3,26        | 0,42 | 4,15           | 0,07 | 4,14  | 0,10 | 4,50  | 0,08 |
| Cys   | 0,99  | 0,19 | 1,17         | 0,07 | 1,18   | 0,02 | 2,00        | 0,01 | 0,86           | 0,08 | 1,35  | 0,12 | 0,90  | 0,04 |
| Met   | 2,18  | 0,15 | 0,89         | 0,08 | 0,91   | 0,01 | 0,65        | 0,11 | 1,61           | 0,07 | 1,95  | 0,13 | 2,31  | 0,15 |
| Cysta | 1,81  | 0,17 | 1,56         | 0,03 | 2,93   | 0,04 | 2,88        | 0,40 | 2,16           | 0,07 | 2,48  | 0,08 | 1,87  | 0,08 |
| Ile   | 3,02  | 0,57 | 3,88         | 0,05 | 1,83   | 0,02 | 1,89        | 0,15 | 2,35           | 0,03 | 2,40  | 0,01 | 2,86  | 0,04 |
| Leu   | 7,70  | 0,27 | 5,71         | 0,35 | 4,54   | 0,06 | 4,90        | 0,30 | 6,48           | 0,16 | 6,79  | 0,04 | 9,39  | 0,27 |
| Tyr   | 4,47  | 0,38 | 3,44         | 0,10 | 3,36   | 0,22 | 3,17        | 0,17 | 4,29           | 0,07 | 4,54  | 0,04 | 5,01  | 0,21 |
| Phe   | 3,80  | 0,03 | 5,08         | 0,25 | 2,95   | 0,19 | 3,07        | 0,12 | 3,58           | 0,09 | 3,92  | 0,03 | 5,09  | 0,09 |
| Gaba  | 4,77  | 0,01 | 5,12         | 0,07 | 3,33   | 0,09 | 4,39        | 0,25 | 3,14           | 0,08 | 2,40  | 0,06 | 2,69  | 0,17 |
| Orn   | 1,50  | 0,38 | 1,50         | 0,02 | 2,31   | 0,04 | 2,84        | 0,18 | 2,12           | 0,18 | 2,20  | 0,12 | 1,20  | 0,04 |
| Lys   | 3,91  | 0,16 | 4,76         | 0,11 | 5,23   | 0,07 | 2,78        | 0,14 | 5,72           | 0,18 | 3,64  | 0,04 | 4,89  | 0,11 |
| His   | 2,24  | 0,25 | 3,07         | 0,00 | 1,92   | 0,03 | 1,60        | 0,15 | 3,00           | 0,01 | 2,95  | 0,07 | 2,28  | 0,04 |
| Arg   | 4,05  | 0,77 | 6,19         | 0,81 | 4,48   | 0,02 | 3,07        | 0,36 | 4,76           | 0,09 | 3,80  | 0,11 | 4,41  | 0,22 |

**M6. táblázat:** A fermentált laskagombák szabad aminosavtartalmának %-os változása a kezelések hatására

| [%]           | Friss, fermentált |      | Blansírozott, fermentált |      | Párolt, fermentált |      | Mikrohullám, fermentált |      | Sütőben kezelt, fermentált |      | UV kezelt, fermentált |      | HHP kezelt, fermentált |      |
|---------------|-------------------|------|--------------------------|------|--------------------|------|-------------------------|------|----------------------------|------|-----------------------|------|------------------------|------|
|               | Átlag             | ±Sd  | Átlag                    | ±Sd  | Átlag              | ±Sd  | Átlag                   | ±Sd  | Átlag                      | ±Sd  | Átlag                 | ±Sd  | Átlag                  | ±Sd  |
| <b>Asp</b>    | 3,95              | 0,33 | 8,35                     | 0,04 | 7,35               | 0,05 | 5,49                    | 0,15 | 6,73                       | 0,25 | 6,43                  | 0,13 | 3,06                   | 0,23 |
| <b>Thr</b>    | 3,18              | 0,10 | 4,20                     | 0,34 | 4,15               | 0,18 | 1,48                    | 0,12 | 4,17                       | 0,00 | 3,06                  | 0,05 | 3,90                   | 0,09 |
| <b>Ser</b>    | 6,97              | 0,02 | 4,11                     | 0,49 | 3,55               | 0,01 | 3,07                    | 0,11 | 4,27                       | 0,11 | 5,26                  | 0,09 | 5,14                   | 0,37 |
| <b>Asn</b>    | 3,99              | 0,12 | 6,44                     | 0,17 | 5,61               | 0,09 | 3,55                    | 0,12 | 4,88                       | 0,38 | 6,12                  | 0,11 | 8,45                   | 0,28 |
| <b>Glu</b>    | 11,93             | 0,02 | 4,57                     | 0,07 | 4,15               | 0,31 | 13,30                   | 0,45 | 14,60                      | 0,07 | 4,40                  | 0,24 | 13,68                  | 0,18 |
| <b>Gln</b>    | 4,43              | 0,16 | 5,37                     | 0,14 | 4,15               | 0,13 | 4,28                    | 0,14 | 2,88                       | 0,09 | 3,12                  | 0,08 | 3,29                   | 0,08 |
| <b>Pro</b>    | 1,82              | 0,11 | 3,23                     | 0,24 | 2,22               | 0,32 | 2,51                    | 0,08 | 1,56                       | 0,04 | 1,73                  | 0,11 | 1,57                   | 0,12 |
| <b>Gly</b>    | 4,26              | 0,01 | 3,89                     | 0,10 | 2,73               | 0,23 | 3,04                    | 0,10 | 4,17                       | 0,08 | 4,25                  | 0,12 | 3,92                   | 0,06 |
| <b>Ala</b>    | 12,26             | 0,23 | 4,72                     | 0,11 | 8,99               | 0,31 | 10,68                   | 0,17 | 10,69                      | 0,40 | 12,34                 | 0,36 | 10,09                  | 0,24 |
| <b>Val</b>    | 5,96              | 0,13 | 6,44                     | 0,03 | 4,64               | 0,11 | 4,86                    | 0,04 | 6,90                       | 0,17 | 6,38                  | 0,14 | 6,30                   | 0,15 |
| <b>Cys</b>    | 0,87              | 0,07 | 1,53                     | 0,00 | 1,08               | 0,00 | 1,62                    | 0,06 | 0,60                       | 0,05 | 0,78                  | 0,04 | 0,51                   | 0,11 |
| <b>Met</b>    | 2,06              | 0,08 | 1,24                     | 0,03 | 1,10               | 0,01 | 1,37                    | 0,03 | 1,67                       | 0,02 | 2,23                  | 0,09 | 1,98                   | 0,05 |
| <b>Cyst a</b> | 1,49              | 0,01 | 3,01                     | 0,00 | 2,48               | 0,14 | 2,22                    | 0,01 | 0,93                       | 0,03 | 1,59                  | 0,05 | 0,95                   | 0,06 |
| <b>Ile</b>    | 3,92              | 0,08 | 6,60                     | 0,00 | 2,21               | 0,02 | 2,22                    | 0,62 | 4,58                       | 0,19 | 4,26                  | 0,21 | 4,30                   | 0,03 |
| <b>Leu</b>    | 10,00             | 0,49 | 7,14                     | 0,01 | 5,52               | 0,04 | 7,11                    | 0,07 | 11,16                      | 0,07 | 11,21                 | 0,31 | 9,80                   | 0,03 |
| <b>Tyr</b>    | 2,66              | 0,13 | 3,06                     | 0,02 | 2,78               | 0,09 | 2,04                    | 0,28 | 2,70                       | 0,26 | 1,75                  | 0,10 | 5,15                   | 0,04 |
| <b>Phe</b>    | 5,51              | 0,18 | 3,81                     | 0,01 | 3,26               | 0,04 | 3,85                    | 0,09 | 4,29                       | 0,17 | 5,18                  | 0,27 | 4,80                   | 0,20 |
| <b>Gaba</b>   | 2,06              | 0,29 | 4,29                     | 0,33 | 15,84              | 0,18 | 7,02                    | 0,18 | 3,50                       | 0,11 | 8,58                  | 0,26 | 2,42                   | 0,04 |
| <b>Orn</b>    | 1,10              | 0,05 | 2,67                     | 0,04 | 4,61               | 0,38 | 5,68                    | 0,03 | 3,12                       | 0,09 | 1,30                  | 0,11 | 1,73                   | 0,06 |
| <b>Lys</b>    | 6,55              | 0,07 | 5,08                     | 0,90 | 6,82               | 0,21 | 7,96                    | 0,19 | 2,70                       | 0,11 | 5,52                  | 0,29 | 4,20                   | 0,08 |
| <b>His</b>    | 2,96              | 0,10 | 6,59                     | 0,30 | 3,58               | 0,15 | 3,03                    | 0,04 | 1,62                       | 0,18 | 2,80                  | 0,04 | 2,72                   | 0,23 |
| <b>Arg</b>    | 2,07              | 0,09 | 3,67                     | 0,26 | 3,18               | 0,11 | 3,65                    | 0,39 | 2,29                       | 0,01 | 1,70                  | 0,35 | 2,02                   | 0,04 |

**M7. táblázat:** A nem fermentált laskagombák biogén amin tartalmának változása a kezelések hatására

| mg/g           |       | Him  | Tym  | Put  | Cad  | Spd  | Agm  | Spm  | Summa |
|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Friss          | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | 0,02 | 0,15 | n.d. | n.d. | 0,17  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | 0,00 | 0,00 | n.d. | n.d. | 0,01  |
| Blansírozott   | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,24 | n.d. | n.d. | 0,24  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,02 | n.d. | n.d. | 0,02  |
| Párolt         | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | 0,01 | 0,26 | n.d. | n.d. | 0,26  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | 0,00 | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,00  |
| Mikrohullám    | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,25 | n.d. | n.d. | 0,25  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,07 | n.d. | n.d. | 0,07  |
| Sütőben kezelt | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,31 | n.d. | n.d. | 0,31  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,08 | n.d. | n.d. | 0,08  |
| UV             | Átlag | n.d. | 0,04 | n.d. | n.d. | 0,30 | n.d. | n.d. | 0,34  |
|                | ±Sd   | n.d. | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,02  |
| HHP            | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | 0,04 | 0,26 | n.d. | n.d. | 0,30  |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | 0,01 | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,02  |

**M8. táblázat:** A fermentált laskagombák biogén amin tartalmának változása a kezelések hatására

| mg/g                       |       | Him  | Tym  | Put  | Cad  | Spd  | Agm  | Spm  | Summa |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Friss, fermentált          | Átlag | 0,15 | 0,76 | 0,27 | 0,08 | 0,16 | n.d. | 0,48 | 1,90  |
|                            | ±Sd   | 0,02 | 0,19 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | n.d. | 0,10 | 0,06  |
| Blansírozott, fermentált   | Átlag | n.d. | n.d. | n.d. | 0,02 | 0,12 | n.d. | n.d. | 0,14  |
|                            | ±Sd   | n.d. | n.d. | n.d. | 0,00 | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,01  |
| Párolt, fermentált         | Átlag | 0,46 | 0,08 | 0,10 | n.d. | 0,17 | n.d. | n.d. | 0,81  |
|                            | ±Sd   | 0,07 | 0,01 | 0,05 | n.d. | 0,03 | n.d. | n.d. | 0,05  |
| Mikrohullám, fermentált    | Átlag | 0,24 | n.d. | 0,03 | n.d. | 0,18 | n.d. | n.d. | 0,45  |
|                            | ±Sd   | 0,03 | n.d. | 0,00 | n.d. | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,02  |
| Sütőben kezelt, fermentált | Átlag | 0,44 | 0,11 | 0,15 | n.d. | 0,21 | n.d. | n.d. | 0,91  |
|                            | ±Sd   | 0,00 | 0,00 | 0,01 | n.d. | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,02  |
| UV, fermentált             | Átlag | 0,50 | 4,10 | 0,26 | 0,03 | 0,17 | n.d. | n.d. | 5,05  |
|                            | ±Sd   | 0,07 | 0,44 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | n.d. | n.d. | 0,57  |
| HHP, fermentált            | Átlag | 1,23 | 0,10 | 0,01 | 0,15 | n.d. | 0,08 | n.d. | 1,56  |
|                            | ±Sd   | 0,12 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | n.d. | 0,01 | n.d. | 0,15  |

**M9. táblázat:** A nem fermentált laskagombák biogén amin tartalmának %-os változása a kezelések hatására

| [%]            |       | Him  | Tym   | Put  | Cad   | Spd    | Agm  | Spm  |
|----------------|-------|------|-------|------|-------|--------|------|------|
| Friss          | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | 11,87 | 88,13  | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | 0,86  | 0,86   | n.d. | n.d. |
| Blansírozott   | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 100,00 | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 0,00   | n.d. | n.d. |
| Párolt         | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | 2,07  | 97,93  | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | 0,29  | 0,29   | n.d. | n.d. |
| Mikrohullám    | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 100,00 | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 0,00   | n.d. | n.d. |
| Sütőben kezelt | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 100,00 | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | n.d.  | 0,00   | n.d. | n.d. |
| UV kezelt      | Átlag | n.d. | 10,89 | n.d. | n.d.  | 89,11  | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | 2,05  | n.d. | n.d.  | 2,05   | n.d. | n.d. |
| HHP kezelt     | Átlag | n.d. | n.d.  | n.d. | 14,33 | 85,67  | n.d. | n.d. |
|                | ±Sd   | n.d. | n.d.  | n.d. | 2,77  | 2,77   | n.d. | n.d. |

**M10. táblázat:** A fermentált laskagombák biogén amin tartalmának %-os változása a kezelések hatására

| [%]                        |       | Him   | Tym   | Put   | Cad   | Spd   | Spm   | Agm  |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Friss, fermentált          | Átlag | 7,95  | 39,97 | 14,13 | 4,05  | 8,41  | 25,49 | n.d. |
|                            | ±Sd   | 1,12  | 8,82  | 0,21  | 1,98  | 0,15  | 6,08  | n.d. |
| Blansírozott, fermentált   | Átlag | n.d.  | n.d.  | n.d.  | 15,08 | 84,92 | n.d.  | n.d. |
|                            | ±Sd   | n.d.  | n.d.  | n.d.  | 1,68  | 1,68  | n.d.  | n.d. |
| Párolt, fermentált         | Átlag | 56,36 | 10,13 | 12,50 | n.d.  | 21,01 | n.d.  | n.d. |
|                            | ±Sd   | 5,21  | 1,33  | 6,49  | n.d.  | 2,61  | n.d.  | n.d. |
| Mikrohullám, fermentált    | Átlag | 53,20 | n.d.  | 6,29  | n.d.  | 40,51 | n.d.  | n.d. |
|                            | ±Sd   | 4,02  | n.d.  | 0,23  | n.d.  | 4,25  | n.d.  | n.d. |
| Sütőben kezelt, fermentált | Átlag | 48,58 | 12,58 | 16,21 | n.d.  | 22,64 | n.d.  | n.d. |
|                            | ±Sd   | 1,27  | 0,07  | 0,43  | n.d.  | 0,77  | n.d.  | n.d. |
| UV kezelt, fermentált      | Átlag | 9,81  | 81,12 | 5,07  | 0,59  | 3,41  | n.d.  | n.d. |
|                            | ±Sd   | 0,26  | 0,47  | 0,01  | 0,10  | 0,30  | n.d.  | n.d. |
| HHP kezelt, fermentált     | Átlag | 78,65 | 6,62  | 0,42  | 9,40  | n.d.  | n.d.  | 4,92 |
|                            | ±Sd   | 0,05  | 0,49  | 0,13  | 0,64  | n.d.  | n.d.  | 0,08 |

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni konzulensemnek, Simonné Dr. Sarkadi Liviának a szakdolgozatom elkészítése során nyújtott szakmai segítségét és útmutatását.

Továbbá szeretném megköszönni Dr. Mednyánszky Zsuzsanna tanszékvezetőnek és Háderné Sólyom Katalin kutatási asszisztensnek a méréseim során nyújtott segítségüket és közreműködésüket, illetve az Állattermék és Élelmiszer-tartósítási Technológiák Tanszék munkatársainak a vizsgálati mintáimat.

Szeretném továbbá megköszönni a tanulmányaim alatt nyújtott támogatást a családomnak és a barátaimnak.

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fedor Zsófia  
A Hallgató Neptun kódja: NEYLKR  
A dolgozat címe: Laskagomba szabad aminosav és biogén aminosav tartalmának változása különböző kezelések hatására  
A megjelenés éve: 2024.  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Táplálkozástudományi 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.

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

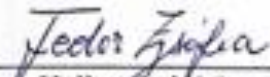
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési 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: 2024. 04.16.

  
Hallgató aláírása

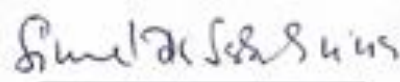
## NYILATKOZAT

Fedor Zsófia (NEYLKR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2024.04.16.

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.