

Mikroelemmel dúsított élesztők felhasználási lehetőségei – irodalmi áttekintés

Molnár Judit – Ásványi Balázs

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár
molnar.judit@sze.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A mikroelemek táplálkozástudományi és takarmányozási szempontból is egyre inkább az érdeklődés középpontjába kerülnek. A helytelen táplálkozási szokások és elégtelen takarmány tápérték következtében egyre nagyobb gondot kell fordítani mind az emberi, mind az állati szervezetek mikroelem ellátottságára. Ezen mikroelemek fokozott biztosítása érdekében, már nem csak a hagyományos élelmiszerekben, illetve takarmányokban valósítható meg a mikroelemekkel történő dúsítás vagy gazdagítás, hanem olyan alternatívák is megtalálhatók, mint az élesztőgombákból előállított egysejt-fehérjék, amiket mikroelemekkel dúsítottak vagy gazdagítottak erre a célra.

Fel kívánjuk hívni a figyelmet arra, hogy e termékek előállítása azért előnyösebb a hagyományos élelmiszereknél, illetve takarmányoknál, mert az élesztőgombák képesek a mikroelemeket többszöröseire dúsítani normál állapotukhoz képest, és szerves kötésbe vinni azokat. Ennek érdekében felkutattuk és elemeztük a témához kapcsolódó szakirodalmakat, tanulmányokat, kutatási eredményeket, ezért cikkünkben bemutatjuk az élesztőgombák jelentőségét, egyes mikroelemek jellemzőit és élettani hatásukat, valamint a mikroelemekkel dúsított élesztők felhasználhatóságának lehetőségeit.

Kulcsszavak: takarmányozás, fermentáció, egysejtfehérje, SCP

SUMMARY

Microelements are increasingly becoming into the focus of interest from both a point of view of nutrition science and feeding. An always growing care must be paid to the microelements coverage both in human and animal organisms because of incorrect alimentation habits and unsatisfactory feedstuff nutrition value. For the increased supply of the micro-nutrients, enrichment or fortification with microelements can not only be realized with traditional foodstuffs and forage but there are already alternative ways such as single-cell proteins from yeasts directly enriched or fortified with microelements for the purpose.

We would like to draw the attention that the production of these items is more favourable in comparison with traditional foodstuffs or forage since yeasts are capable to multiply microelement levels compared to their original state, and establish organic bonds with them. For this purpose, we explored and analysed the scientific literature, studies and research results on this subject, that is why we stressed the significance of yeasts, the features and health effects of certain microelements, as well as the possibilities for use of yeasts enriched with micro-nutrients.

Keywords: animal nutrition, fermentation, single-cell protein, SCP

BEVEZETÉS

Az élesztőgombákból előállított egysejt-fehérjék, takarmányok és takarmány-adalékanyagok fejlesztése és felhasználása iránt nagy az érdeklődés. Ezek sokkal keresettebbek, mint azok a mesterséges termékek, amelyeket kémiai úton állítanak elő (Couto és Sanromán 2006). Az élesztőgombákból fermentációval előállított egysejt-fehérjék állati takarmányozásra alkalmasak, mikrotápanyaggal való dúsításuk által pedig növelhető a hasznosulásuk és a takarmány tápértéke. Ezért szükséges foglalkozni az élesztők mikroelemekkel történő dúsításával, legfőképpen takarmányok és egysejt-fehérjék mikroelemekkel történő dúsítása céljából. A téma szempontjából a Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mo, Se, I, Mn, Co mikroelemek vizsgálatát tartjuk fontosnak.

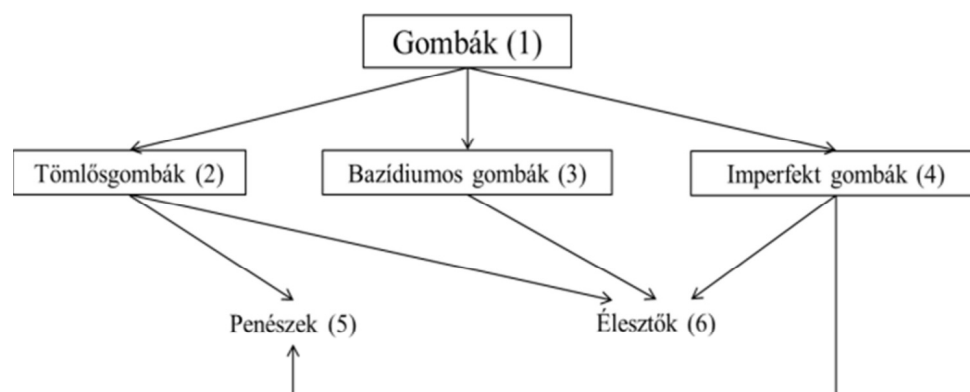
Az élesztőgombák jelentősége és felhasználási lehetőségei

Az egysejt-fehérje kialakításához szükséges gombák a valódi sejttaggal rendelkező élőlények végső fejlődéseként alakultak ki, hasonlóan a növényi és állati organizmusokhoz (Gyimesi és Sólyom 1979). Molekuláris vizsgálatok alapján a gombák az állatvilághoz állnak közelebb. Számatalan fajtájú gomba létezik, azonban az irodalmi áttekintésben az élesztő- és penészgom-

bákra helyeződik a hangsúly (1. ábra). Az élesztőgombák csak kis részét (kb. 1%-át) teszik ki az eddig felfedezett gombafajoknak, de felhasználási lehetőségeik messze túlmutatnak az összes többi fajon. Döntő többségük fakultatív anaerob szervezet, jelentőségük leginkább az alkoholos erjesztéses folyamatokban nyilvánul meg (Deák 2006).

Az élesztőgombák felhasználási lehetősége sokrétű, melyet egyes ellenanyagok gyártása során is alkalmaznak, amelyek nagy szerepet játszanak számos betegségek kezelésében (Yong és Ki 2015). Ezen kívül nagy jelentőséggel bírnak az élelmiszeriparban, de a pozitív tényezők mellett az élelmiszerek erjedésével járó kár szintén nem elhanyagolható (Tofalo és Suzzi 2015). Az élesztők élettani tulajdonságai közül legfontosabb a szénhidrátok erjesztése, asszimilációja és szaporodási képessége. Az erjesztésen kívül nagy jelentőséget kap a saját sejtömeg megnövelése, az egysejt-fehérje előállítás, de egyes kutatásokban *Kluyveromyces marxianus* élesztőtörzsek fejlesztésével is foglalkoznak bioetanol termelés céljából (Varga-Erdei 2011). Fermentáció során a részt vevő mikroorganizmusok élettevékenységének és enzimeinek hatására különböző változások mennek végbe az anyagokban (Kutasi 2007).

1. ábra: Az élesztő- és penészgombák helye a gombák rendszerében



Forrás: saját szerkesztés

Figure 1: The place of yeast and molds among fungi

Fungi(1), Ascomycota(2), Basidiomycota(3), Imperfect fungi(4), Molds(5), Yeasts(6), Source: own direction

E folyamat létrejöttékor az élesztő akár 40–50-féle tápanyagot is igényelhet biológiailag elérhető formában, a számára megfelelő arányban (Kovács és Kovács 2005). Ezzel a folyamattal alakíthatók ki a már előbbiekben említett egyséjt-fehérjék, takarmány-adalékanyagok, illetve mikrotápanyaggal dúsított takarmányok.

A mikroelemek és élettani hatásai

A funkcionális élelmiszerek, takarmányok és egyséjt-fehérjék mikrotápanyaggal történő kiegészítési lehetőségei között a dúsítás és a gazdagítás is szerepel. Dúsítás során a meglévő tápanyagok mennyiségének megnövelése szükséges, míg gazdagítás során olyan új mikroelem hozzáadása, amely nem eredeti komponense az adott terméknek. A mikroelemek útja végigkísérhető a biológiai körforgalomban. Ennek növénytaplálási jelentősége nagy, hiszen nem csak egy-egy mikroelem, hanem kiterjedt mikroelem kiegészítéssel biztosíthatók a termesztett növények kiváló minőségi jellemzői és megfelelő hozama (Kalocsai és Schmidt 2006). Azt, hogy a növények mennyi és milyen mikroelemet tudnak felvenni elsősorban a talaj tulajdonságai szabályozzák, illetve minden olyan tevékenység, ami befolyásolja a pH-t, a mikroelem felvételre is befolyással van (Kádár 2008). A gumók, gabonafélék és hüvelyesek mikroelem-tartalmainak atomabszorpciós spektrofotométerrel történő vizsgálata során rendre 1,67–32,00; 7,25–61,58; 1,59–10,56; 6,65–46,99; 0,02–0,58; <0,01–0,09; <0,08; és 0,06–0,14 mg/kg Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb és Ni átlagértékeket találtak (Akinyelschmidte és Shokunbi 2014).

Az állatok mikroelem-szükségletének kielégítése főként táplálásuk, vagyis takarmányozásuk által valósítható meg (Schmidt 2003). Az elégtelen takarmánytápérték következtében egyre nagyobb gondot jelent az állati szervezetek mikroelem-ellátottsága, ezért ennek a problémának a megoldására funkcionális takarmányok vagy egyéb különleges táplálási alternatívák alkalmazása javallott. A háziállatok számára fontos ásványi anyagok jellemzőit, azok hiányának hatásait, következményeit egybegyűjtve, egyetlen publikációban nem sikerült megtalálni, csak több forrást áttekintve voltak különféle részadatok fellelhetők. Fontosnak tartjuk tehát ezeket az adatokat egy összefoglaló táblázatban megjeleníteni (1. táblázat).

FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK ÉS FUNKCIONÁLIS TAKARMÁNYOK

Az élelmiszerek és takarmányok terápiás hatása nem új koncepció, mivel az 1900-as években előtérbe került a betegségek megelőzése a funkcionális takarmányok és ételek által, elsősorban a vitaminokra és azok hiánybetegségeket megelőző szerepére koncentráva, ezzel javítva a szervezet állapotát (Choudhary és Tandon 2009). Számos országban próbálják ösztönözni az ételtanilag jótékony hatású élelmiszerek fogyasztását, aminek legfőbb célja a gyógyszerhasználat csökkentése. A funkcionális élelmiszerek fogalmát egyes nemzetek más-más módon fogalmazták meg. A Japán Egészségügyi és Jóléti Minisztérium hivatalos definíciója szerint a funkcionális élelmiszerek olyan feldolgozott élelmiszerek, amelyek tápértékükön túl sajátos testi funkciókra ható összetevőket tartalmaznak (Ichikawa 1994). Az American Dietetic Association megfogalmazása alapján a funkcionális élelmiszer: teljes élelmiszer, amely lehet gazdagított, dúsított, vagy erősített, és amely előnyös az egészségre akkor, ha azt változatos étrend részeként, hatékony mennyiségben fogyasztják (Szilvássy és Sári 2008). A Health Canada, a Nemzetközi Élelmiszer-információs Tanács (IFIC) és az Észak-amerikai Élettudományi Intézet szintén rendelkezik önálló meghatározással. Az IFIC szerint a funkcionális élelmiszerek vagy élelmiszer-összetevők olyan élelmiszerek, amelyek előnyöket kínálnak az alapvető tápanyagokon túl (Hasler et al. 2004). Az Európai Unióban a következő megfogalmazás él: a megfelelő táplálkozás-élettani hatásakon túlmenően a szervezetben egy vagy több célfunkcióra kimutatható pozitív hatása van úgy, hogy fogyasztásával jobb egészségi állapot vagy kedvezőbb közérzet és/vagy a betegség kockázatának csökkentése érhető el (Temesi 2010). A funkcionális élelmiszerek csoportosítása eredetük, előállítási módjuk és az egészségre kedvező hatást gyakorló összetevőjük szerint történik (Tur és Bibiloni 2015). Így eredetük szerint megkülönböztetünk állati eredetű funkcionális élelmiszereket, mint pl. tej és tejtermékek (fermentált tejtermékek, tejsavó-fehérjék), hal, halolaj, marha- és bárányhús, tojás; növényi eredetű funkcionális élelmiszereket, mint gyümölcsök és zöldségek, nagy fehérje- és rosttartalmú gabonafélék, olajos magvak.

A háziállatok számára fontos ásványi anyagok

Ásványi anyag(1)	Koncentráció(2)	Hatás, funkció(3)	Hiánytünet(4)
Na	1,6 g/kg	idegingerület továbbítás, extracelluláris tér ozmózing(5)	étvágy csökkenése, csökkenő termelés (tojás, hús), izzadás lovaknál(6)
Mg	0,4 g/kg	70% csontokban, enzim aktivátor(7)	izomgyengeség, görcsrohamok(8)
Fe	20–80 mg/kg	oxigénszállítás, enzimmalkotó, tárolt formája: FeIII, aktív formája: FeII(9)	anémia, csökkenő alomszám(10)
Zn	10–50 mg/kg	csontokban, szőrben, gyapjában, kreatinszintézis, enzimmalkotórész(11)	fejlődési rendellenességek, mozgászavarok, kis születési súly(12)
Cu	1–5 mg/kg	hemoglobinképződés, FeIII-FeII átalakulás, enzimek(13)	anémia, gyapjúsálak elvékonyodása(14)
Mo	1–4 mg/kg	enzimműködéshez szükséges, purin anyagcsere, fogak egészsége(15)	anyagcserezavarokat okozhat(16)
Se	1–2 mg/kg	antioxidáns rendszerek része, sejtmembránok, zsírsavak védelme(17)	vázizmok elfajulása(18)
I	0,3–0,6 mg/kg	pajzsmirigy hormonok, anyagcsere-folyamatok szabályozása(19)	szaporodási problémák, golyva(20)
Mn	0,2–0,5 mg/kg	májban, vesében, növekedés, csontképződés, szaporodási folyamatok(21)	ivarzási problémák(22)
Co	0,02–0,1 mg/kg	B ₁₂ vitamin központi eleme, kérődzőkben propionsav metabolizmus(23)	vérszegénység(24)

Forrás: Szabó et al. (1987), Pais (1999), Schmidt (2003), Simon és Szilágyi (2003), alapján saját szerkesztés

Table 1: Important minerals required by domestic animals

Minerals(1), Concentration(2), Effect, function(3), Deficiency symptoms(4), Nerve impulse transmission, extracellular osmosis(5), Decrease in appetite, decreased production (eggs, meat), sweating (horse)(6), 70% in bones, enzyme activator(7), Muscle weakness, seizures(8), Oxygen transport, component of enzymes, stored as Fe III, active form: Fe II(9), Anemia, reduced litter size(10), In bones, hair, wool, creatine synthesis, enzyme ingredient(11), Developmental disorders, movement disorders, low birth weight(12), Hemoglobin formation, transformation of Fe II–Fe III, enzymes(13), Anemia, wool thinning(14), Required for functioning of enzymes, purine metabolism, healthier teeth(15), Possible metabolic disorders(16), Part of antioxidant systems, protecting fatty acids in cell membranes(17), Skeletal muscle degeneration(18), Thyroid hormones, metabolic regulation(19), Reproductive problems, goitre(20), In liver, in kidney, growth, bone formation, reproduction processes(21), Oestrus problems(22), Central component of vitamin B12, propionic acid metabolism in ruminants(23), Anemia(24), Source: own direction by Szabó et al. (1987), Pais (1999), Schmidt (2003), Simon and Szilágyi (2003)

Léteznek továbbá ásványi eredetű élelmiszerek is. Az előállítás módja alapján ezek az élelmiszerek lehetnek teljes élelmiszerek/alapanyagok, hozzáadott adalékkal kiegészített élelmiszerek, dúsított élelmiszerek, megnövelt beltartalmi értékű élelmiszerek és valódi funkcionális élelmiszerek (Nagy et al. 2008).

A funkcionális takarmányok, illetve funkcionális takarmány-adalékanyagok szerepe napjainkban egyre nő, az állatokra kifejtett pozitív élettani hatásai miatt. Erre a célra nem csak az állati és növényi nyersanyagok alkalmasak, hanem egyes növényi hulladékok és azokból előállított termékek (San Martin et al. 2015), élesztőgombák és mikroalgák (Huntley et al. 2015) is. Halak esetében funkcionális adalékanyagok (pl. exogén enzimek, probiotikumok, prebiotikumok) használatával a célfaj tömeggyarapodása, takarmányhasznosítása és stressztűrő képessége fokozható elsősorban (Encarnaçao 2016).

Napjainkban számos tanulmány foglalkozik az élesztők, illetve az egysejt-fehérjék állati szervezetre kifejtett pozitív hatásával (Lorenz et al. 2015), leginkább a koleszterinszintre és antioxidáns hatásra (Ogunremi et al. 2015), vagy az állatok tömeggyarapodására fókuszálva a kutatásokat (Tyagia et al. 2015). Az élesztősejtfal por formában történő feldolgozásával és takarmány-adalékanyagként történő alkalmazásával

növelhető a brojlercsirkék immunműködése (Li et al. 2016), szelénrel dúsított élesztő adagolásával pedig a bikák teljesítménye (Fokking et al. 2009). Az élesztőgombák mikrotápanyagokkal történő dúsításával vagy gazdagításával növelhető az állati szervezet működésének hatékonysága, így pedig a belőlük előállított és feldolgozott termékek minősége is.

AZ ÉLESZTŐK DÚSÍTÁSA, GAZDAGÍTÁSA MIKROTÁNYAGGAL

Az élesztők mikrotápanyaggal történő dúsítása, illetve gazdagítása egysejt-fehérje formájában takarmány-adalékanyag előállítására használható elsősorban. Ha az egysejt-fehérje mikrotápanyag-tartalma megnövelt, akkor ezzel az állat mikrotápanyag-szükséglete könnyebben kielégíthető. Az élesztőgombák képesek a mikroelemeket nagymértékben feldúsítani és szerves kötésbe vinni. Az így nyert újabb mikroelem-források jobban hasznosulnak az emberi és az állati szervezetben. Az élesztők az akkumulált mikroelemek jelentős részét szerves vagy komplex kötés formájában tartalmazzák, a mikroelemeknek pedig ilyen formájukban kedvezőbb az abszorpciós hányadosuk és kevésbé toxikusak, az ízük pedig kellemes. Ezen elemek (króm, szilícium, titán) élesztőkben történő dúsí-

tásával természetes eredetű mikroelem-forrás kapható (Hegóczki 1996).

Az egysejt-fehérje (SCP) takarmányok bevezetésével megbízhatóbbá vált az állatok megfelelő fehérje-ellátásának biztosítása, mivel ez esetben a szennyeződések, fertőzések és toxikus anyagok jelenléte kizárt a nyerstermékekben (biomasszában) az előállítás ellenőrzött volta miatt. Felhasználásukkal a takarmányokból és élelmiszerekből, a vágóhídi hulladékból származó fertőző (BSE) húsliszt, vagy a sokszor allergén reakciókat okozó szójafehérjék elhagyhatók. Egyes esetekben a takarmányok mikroelem-ellátása mikroelemes élesztőkultúra hozzáadásával biztosítható, mivel az élesztők ezeket a mikroelemeket közismerten hatékonyan halmozzák fel, így a fermentáció során az adagolt mikroelemek a sejtekben feldúsulnak és jelentős részük szerves formában jelenik meg. A mikroelem-tartalmú vegyületek, illetve aminosavak kémiai szintézise túl költséges az alkalmazhatósághoz, éppen ezért a takarmányozásban és az élelmiszer-kiegészítő iparban az élesztőkultúrába jutott mikroelemeket alkalmazzák, ezzel könnyen emészthető mikroelem-forrást produkálva (Hegóczki 1997).

EGYSEJT-FEHÉRJE (SCP) FELHASZNÁLÁSA A HUMÁN TÁPLÁLKOZÁSBAN

A humán szervezet fehérjeellátottságának mértéke az életminőség egyik meghatározó faktora, mérőszöke (Kovács 2002). Annak érdekében, hogy az emberi aminosav-készlet teljes legyen, rendkívül fontos az állati eredetű fehérje, ugyanis a növények az esszenciális aminosavakat sokszor kedvezőtlen összetételben, és nem megfelelő mennyiségben tartalmazzák (Dublecz 2011). A növényi fehérje így nem mondható teljes értékűnek (Rodler 2005).

SCP-t először a II. világháború alatt alkalmaztak emberi fogyasztásra, Németországban és Oroszországban, a későbbiekben pedig terápiás készítmények formájában. A terápiás készítmények folyamatos kutatásainak és termékfejlesztéseinek köszönhetően, számos ilyen termék került forgalomba. A legnépszerűbb egysejt-fehérje a sütőélesztő, amit tömegesen gyártanak és forgalmazznak az egész világon, hazánkban Budafokon (Net1). Az előbbieken említett felhasználási lehetőségeken kívül, szegény országokban, ahol nehezen megoldható a népesség fehérje ellátottsága, szintén felhasználásra kerültek az egysejt-fehérjék (Net2). Felhasználásuk kiváló tápanyag-összetételüknek, fehérjetartalmuknak és kedvező zsírsav-tartalmuknak köszönhető (Net1). Az SCP táplálkozásban betöltött szerepéről az 1970-es évektől kezdtek el kiterjedt kutatásokat végezni. Az első irányelveket az ENSZ Protein Advisory Group (PAG) közölte, míg az IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) már sokkal pontosabb követelményrendszert alkotott. Az Európai Gazdasági Közösség (EGK) irányelvei részletesen taglalják a szénhidrát szubsztráton előállított termékek problémáit (Hoogerheid et al. 1979). A United States Specific Committee of Food Safety Council már definiálta az élelmiszer- és takarmány-adalékokra vonatkozó kiértékelő eljárásokat. A PAG 6. irányelve, amely az előzetes klinikai vizsgálatokkal foglalkozik (pl. a termékek humán toleranciájával és táplálkozási

értékével) már lefektette a szükséges vizsgálati követelmények alapjait (Net3).

EGYSEJT-FEHÉRJE (SCP) FELHASZNÁLÁSA A TAKARMÁNYOZÁSBAN

A takarmányozásban nem csak a már jól ismert állati és növényi alapanyagok, hanem az egysejt-fehérjék is szerephez jutnak (Garcia-Garibay et al. 2014). Takarmányozási célú SCP előállításra nem csak élesztőket, hanem mikroalgákat (pl. *Chlorella*, *Spirulina*) is felhasználnak, ill. baktériumok (pl. *Cellulomonas*) és fonalas gombák (pl. *Fusarium*) is alkalmasak erre a célra (Anthony 1982, Stringer 1985). E takarmányok esetében fontos jellemző a mikrotápanyag-tartalom, ami dúsítható is.

A baromfi fajok téli tápanyag-ellátottságára kedvező hatással van a lucernából, lóheréből és édes fűfélékből készített szilázs (Net4). Ha nincs lehetőség szilázs etetésre, vagy a baromfitakarmányok túl kevés nátriumot és kalciumot tartalmaznak, kiegészítésük rutinszerűen történik. Ezek a takarmányok a káliumot kellő mennyiségben tartalmazzák, így kálium-kiegészítés nem szükséges. Klór-kiegészítésük általában a nátriummal együtt, takarmány-só formájában valósul meg. A foszfor-, magnézium-, kén-, réz-, cink-, mangán-, jód- és szelén-kiegészítés szintén gyakori (Hetényi 2010). Hízósertések takarmányozásánál szerves és szervesetlen kötésben lévő mikroelemek hasznosulását a takarmányba kevert Fe, Cu, Zn és Mn hasznosulásának, valamint egyes termelési paraméterekre gyakorolt hatásának összehasonlításával vizsgálták (Jakab et al. 2009). A mikroelemek főleg enzimek, hormonok alkotóelemei, különböző anyagcsere-folyamatok katalizátorai, az emésztésben, és a nemi funkciók szabályozásában nélkülözhetetlenek (Pais 1999). Valamely létfontosságú elem hiánya nagy termelés-csökkenéssel járhat, valamennyi elem feleslegben adott mennyisége viszont megterhelheti a szervezetet (Net5). A brojlercsirkék teljesítményének fokozására Sangrovit kiegészítés ajánlott. A Sangrovit természetes alapú takarmány-kiegészítő, aktív hatóanyagai a benzofenantridin-alkaloidák csoportjába tartoznak, legnagyobb mennyiségben a sanguinarine alkaloidát tartalmazzák. Számos külföldi kísérlet bizonyítja a Sangrovit hozamfokozó hatását (Vucskits et al. 2009). A lovak takarmány-kiegészítése szintén nagy jelentőséggel bír (Regiusné 1990).

Nemcsak a mikrotápanyagok, hanem az eltérő fehérjetartalmú, zsír- és szénhidrát-összetételű takarmányok is hatással vannak az állatok élettani paramétereire (Net6).

Az egysejt-fehérje takarmányozási értékét az azt alkotó mikroorganizmus, így leggyakrabban az élesztőgomba határozza meg. A monogasztrikus állatoknál az élesztő sejtanyagait a gyomor és béltraktus baktériumflóráját stabilizálják, természetes módon növelve az állatok ellenálló-képességét és teljesítményét. A tejhasznú tehének takarmányozásában olyan élesztőtörzseket célszerű alkalmazni, amelyek maximális puffertartásúak és maximális az oxigénfogyasztásuk is, tehát 0,3 g/l koncentrációban az oxigénszintet 0,001 mg/l szint alá tudják csökkenteni 50 percnél rövidebb idő alatt, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha kifejezett

hatást akarunk elérni, akkor tehenenként naponta 15–20 g élő élesztőt ajánlott etetni (Brydl et al. 2007).

A pruteen egy speciális egysejt-fehérje, amit fehérjetartalom pótlásra főként brojlercsirkék (Tóth et al. 1985) és sertések (Gundel et al. 1985) takarmányozásában alkalmaznak, azonban egyes szakirodalmi források eltérően vélekednek a készítmény megfelelőségéről (Belucci 1980). A halak takarmányozásában alkalmazott alternatív fehérjeforrások között szintén szerepelnek az egysejt-fehérjék.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az élesztők mikrotápanyagokkal történő dúsítása aktuális takarmányozási feladat, hazánkban is egyre népszerűbb eljárás. Számos szakirodalmat kutattunk fel és elemeztünk, amelyek e termékek előnyös tulaj-

donságaival foglalkoznak. Megállapítottuk ugyanakkor, hogy egybegyűjtve nem szerepelnek a témához kapcsolódó mikroelemek jellemzői, élettani hatásai, valamint a mikroelemekkel dúsított élesztők felhasználhatóságának lehetőségei. A további kutatások elősegítése érdekében jelen szemleciikkünkben felvázoltuk a mikrotápanyagokkal kiegészített élesztők pozitív tulajdonságait és alkalmazhatóságuk területeit. A szakirodalmi források tanulmányozása során arra a következtetésre jutottunk, hogy kutatásunkat az egysejt-fehérjék növényi szubsztrát alapon történő előállítása irányába lehet folytatni, az állati szervezetet és élettani funkciókat jelentősen befolyásoló mikroelemek felhasználásával, mint a vas és a magnézium, a magyarországi lehetőségek és a gyakorlati alkalmazás figyelembevételével.

IRODALOM

- Akinyelschmidte, I. O.–Shokunbi, O. S. (2014): Concentrations of Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb, Ni in selected Nigerian tubers, legumes and cereals and estimates of the adult daily intakes. *Food Chemistry*. 173: 702–708.
- Anthony, C. (1982): *The biochemistry of methylophs*. Academic Press. London.
- Belucci, P. (1980): *La bioproteine*. Feltlinelli. Milano.
- Brydl, E.–Könyves, L.–Jurkovich, V.–Tegzes, L.–Tirián, A. (2007): Subclinical metabolic disorders in peripartur dairy cows in Hungary in 2005. *Animal health, animal welfare and biosecurity. Proceedings of 13th International Congress in Animal Hygiene*. Tartu. Estonia. 1: 423–427.
- Choudhary, R.–Tandon, R. V. (2009): Consumption of functional and our health concerns. *Pakistan Journal of Physiology*. 5. 1: 76–83.
- Couto, R. S.–Sanroman, M. Á. (2006): A szilárd közegű fermentáció élelmiszeripari alkalmazása – áttekintés. *Journal of Food Engineering*. 76: 291–302.
- Deák T. (2006): *Élelmiszer mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Dublecz K. (2011): Állati termékek táplálkozás-élettani szerepe. Pannon Egyetem.
- Encarnação, P. (2016): Functional feed additives in aquaculture feeds. *International Aqua Feed*. 15. 5: 217–234.
- Fokking, W. B.–Hill, T. M.–Bateman, H. G. II.–Aldrich, J. M.–Schlotterbeck, R. L. (2009): Selenium yeast for dairy calf feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 153. 3–4: 228–235.
- García-Garibay, M.–Gómez-Ruiz, L.–Cruz-Guerrero, A. E.–Bárcana, E. (2014): Single cell protein/Yeasts and Bacteria. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 431–438.
- Gundel J.–Babinszky L.–Votisky L. (1985): Egy új egysejtfehérje (SCP), a PRUTEEN (ICI, Anglia) a sertések takarmányozásában. *Állattenyésztés és takarmányozás*. 34. 5: 457–464.
- Gyimesi J.–Sólyom L. (1979): *Élesztő és Szeszipari Kézikönyv*. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest.
- Hasler, C.–Block, A.–Thomson, C. (2004): Position of the American Dietetic Association. *Funcional Foods*. 104. 5: 814–26.
- Hegóczki J. (1996): Mikroelemek dúsítása élesztőkben. Budapesti Műszaki Egyetem. Budapest.
- Hegóczki J. (1997): Élesztők mikroelemes dúsítása, különös tekintettel a króm, szilícium és titán mikroelemekre. Budapesti Műszaki Egyetem. Budapest.
- Hetényi K. Zs. (2010): *Biofinomító technológiáinak optimalizálása*. Műegyetem Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék Fermentációs Kísérletiüzemi Laboratórium. Doktori (PhD) értekezés. Budapest.
- Hoogerheid, J. C.–Yamada, K.–Liitlehiles, J. D.–Ohno, K. (1979): Guidelines for testing of single cell protein destined protein source for animal feed II. *Pure Appl. Chem*. 51: 2537–2560.
- Huntley, M. E.–Johnson, Z. I.–Brown, S. L.–Sills, D. L.–Gerber, L.–Archibald, I.–Machesky, S. C.–Granados, J.–Beal, C.–Greene, C. H. (2015): Demonstrated large-scale production of marine microalgae for fuels and feed. *Algal Research*. 10: 249–265.
- Ichikawa, T. (1994): *Funkcional foods in Japan*. [In: Goldberg, I. (ed.) *Functional foods – designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*.] Chapman & Hall. New York. 453–467.
- Jakab L.–Brydl E.–Tegzes L. (2009): Szerves (glicinát) és szervetlen kötésben lévő mikroelemek hasznosulásának összehasonlító vizsgálata hizosertéseken. *Akadémiai beszámoló, Állathigiénia, állattenyésztés, genetika, takarmányozás*, Budapest.
- Kádár I. (2008): A mikroelemkutatások eredményeiről különös tekintettel a Cu és Zn elemekre. *Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete*. Budapest.
- Kalocsai R.–Schmidt R. (2006): A mikroelemek növénytáplálási jelentősége. *UIS Ungarn Laborvizsgáló és Szolgáltató Kft. Mosonmagyaróvár*.
- Kovács F. (2002): Állati eredetű élelmiszer-előállítás – élelmiszerbiztonság – életminőség. *Magyar Tudomány*. 9: 1141.
- Kovács I.–Kovács T. (2005): Tápanyagok szerepe az élesztő tevékenységében. *Élesztőtápanyagok az erjesztésben*. Borászati Füzetek. 3: 31–33.
- Kutasi J. (2007): *Fermentációs biotechnológia*. Glia Kft.
- Li, X. H.–Chen, Y. P.–Cheng, Y. F.–Yang, W. L.–Wen, C.–Zhou, Y. M. (2016): Effect of yeast cell wall powder with different particle sizes on the growth performance, serum metabolites, immunity and oxidative status of broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 212: 81–89.
- Lorenz, E.–Schmacht, M.–Stahl, U.–Senz, M. (2015): Enhanced incorporation yield of cysteine for glutathione overproduction by fed – batch fermentation of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology*. 216: 131–139.
- Nagy J.–Schmidt J.–Jávora A. (2008): *A jövő élelmiszerei*. Center Print Nyomda. Debrecen.

- Net1: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/keptar/4091> letöltés ideje: 2015. május 2.
- Net2: <http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/Biotermek%20technologia/BSc%20-%20Bioterm%e9k-1/02%20SCP/02%20SCP%20sz%ef6veges.pdf> letöltés ideje: március 12.
- Net3: <http://archive.unu.edu/unupress/food/8F051e/8F051E0d.htm#PAGUNU%20guideline%20no.%206:%20Preclinical%20testing%20of%20novel%20sources%20of%20food> letöltés ideje: 2015. április 26.
- Net4: <http://www.doksi.hu/get.php?order=DisplayPreview&lid=14453&p=7> letöltés ideje: 2015. március 12.
- Net5: <http://mezohir.hu/mezohir/2004/01/makro-es-mikroelemek-a-sertestakarmanyozasban/> letöltés ideje: 2015. április 5.
- Net6: <http://www.vmri.hu/Nagyb/%C3%81LLATHIGI%C3%89NIA,%20%C3%81LLATTENY%C3%89SZT%C3%89S,%20GENETIKA,%20TAKARM%C3%81NYOZ%C3%81STAN.pdf> letöltés ideje: 2015. május 1.
- Ogunremi, O. R.–Sanni, A. I.–Agrawal, R. (2015): Hypolipidaemic and antioxidant effects of functional cereal – mix produced with probiotic yeast in rats fed high cholesterol diet. *Journal of Functional Foods*. 17: 742–748.
- Pais I. (1999): A mikroelemek jelentősége az életben. Mezőgazda Kiadó Kft. Budapest.
- Regiusné M. Á. (1990): A mikroelemek, ásványianyagok és vitaminok szerepe a lovak takarmányozásában. Állattenyésztés és takarmányozás. 39. 3: 247–254.
- Rodler I. (2005): Tápanyagtáblázat. Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest.
- San Martin, D.–Ramos, S.–Zufia, J. (2015): Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed. *Food Chemistry*. 198: 68–74.
- Schmidt J. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Simon L.–Szilágyi M. (szerk.) (2003): Mikroelemek a táplálékláncban. Besenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza.
- Stringer, D. A. (1985): Acceptation of single cell protein for animal feeds. *Comprehensive Biotechnology*. Pergamon Press. Oxford–New York–Toronto–Sydney–Frankfurt.
- Szabó S.–Regiusné Mőcsényi Á.–Győri D.–Szentmihályi S. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat. Budapest.
- Szilvássy Z.–Sári R. (2008): A funkcionális élelmiszerek fejlesztési lehetőségei. [In: Nagy J. et al. (szerk.) A jövő élelmiszerei és az egészség.] Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma. Debrecen.
- Temesi Á. (2010): Állítások az élelmiszercímkén. Új diéta. 9. 3–4: 13.
- Tofalo, R.–Suzzi, G. (2015): Yeasts. *Encyclopedia of Food and Health*. 593–599.
- Tóth M.–Halmágyiné V. T.–Koczó Cs.–Téchy M.–Ludas T. (1985): Pruteen (egysejtfehérje) etetésének hatása Hybro végtermék nevelési mutatóira. Állattenyésztés és takarmányozás. 34. 5: 465–469.
- Tur, J. A.–Bibiloni, M. M. (2015): Functional Foods. *Encyclopedia of Food and Health*. 157–161.
- Tyagia, A.–Kumarb, A.–Yadava, A. K.–Saklanic, A. C.–Grovera, S.–Batisha, V. K. (2016): Functional expression of recombinant goat chymosin in *Pichia pastoris* bioreactor cultures: A commercially viable alternate, *LWT. Food Science and Technology*. 69: 217–224.
- Varga-Erdei É. (2011): *Kluyveromyces marxianus* élesztőtörzsek fejlesztése bioetanol termelés céljából. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola. Debrecen.
- Vucsikits A. V.–Andrásófszky E.–Hullár I.–Bersényi A.–Szabó J. (2009): A sangrovit kiegészítés hatása brojlerek teljesítményére. Akadémiai beszámoló. Állathigiéniá, állattenyésztés, genetika, takarmányozástan.
- Young, J. L.–Ki, J. J. (2015): Challenges to production of antibodies in bacteria and yeast. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 120. 5: 483–490.