

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar

Növényteni tanszék

# **Adatok az ehető gombák nitrát tartalmáról**

Nitrate contents of higher edible mushrooms

Készítette: **Bóbits Renáta**

Témavezető: **Dr. Vetter János**  
SZIE ÁOTK, Növényteni tanszék

Budapest

2015

## Tartalom

---

Bevezetés.....	2
Irodalmi áttekintés .....	4
A nitrát körforgása.....	4
A gombák nitrát anyagcseréje .....	4
Gombák szerepe a táplálkozásban és a gyógyításban.....	6
Gomba, mint takarmányforrás.....	7
Nitrát-nitrit mérgezés.....	9
Anyag és módszer .....	14
Eredmények és értékelésük .....	18
Szaprotróf fajok értékelése .....	18
Mikorrhizás gombák értékelése .....	22
Farontó (fán élő) gombák értékelése .....	24
Termesztett gombafajok értékelése.....	26
Tartósított gombakészítmények értékelése .....	29
Következtetések.....	31
Összefoglaló.....	36
Summary .....	38
Irodalomjegyzék.....	40
Mellékletek.....	44
1. melléklet: Szerzői jogi nyilatkozat .....	44
2. melléklet: Nyilatkozat.....	46
3. melléklet: Nyilatkozat.....	47

## Bevezetés

---

Ökoszisztémánk két, alapvető ciklikus folyamata a szén és a nitrogén körforgása. Az utóbbi alapvető jelentőségét az adja, hogy a nitrogén az élő szervezet (szövetek, sejtek) nélkülözhetetlen makromolekuláinak (nukleinsavak, fehérjék) helyettesíthetetlen alkotója. A nitrogén ciklus magában foglalja a nitrogén források élőbe történő felvételét, átalakulását (metabolizmusát), majd később ismét a környezetbe jutását. Összetett folyamatról van szó, melyben az élővilág valamennyi szereplője részt vesz, igaz, különböző módon és mértékben. A nitrátok a növényvilág számára könnyen felvehető, majd átalakuló (nitrát redukció) nitrogénforrást jelentenek, ami bizonyos esetekben a nitrát ion felhalmozódását (akkumulációját) is jelenti. A gombavilág részben szintén képes a nitrát ion átalakítására, illetve hasznosítására, és a felhalmozódás lehetősége sem kizárt. Az állatok (és az ember) számára a bármilyen forrásból (víz, tápanyag) bekerülő nitrát (nitrit) főként, mint toxikológiai probléma jöhet szóba. A nagyobb dózisu vagy rövidebb idő alatt több forrásból felvett ion kiindulása lehet egy enyhébb-súlyosabb mérgezés kialakulásának (methemoglobinémia), melynek halálos kimenetele is lehetséges. A takarmánynövények, illetve a növényi eredetű élelmiszerek esetében ma már adatok sora hívja fel a figyelmet az esetleg kialakuló kritikus helyzet lehetőségére (humán és állatorvosi vetületek), a gombavilágra nézve az ilyen adatok (alapvizsgálatok) eddig lényegében hiányoznak. Tekintve, hogy korunk táplálkozási stratégiája egyre nagyobb jelentőséget tulajdonít a gomba, mint tápanyag („functional food”) mai és jövőbeni szerepének, a nitrát-kérdés mikológiai hátterének vizsgálata indokolt.

A fentiekben körvonalazott problémakör adatszerű közelítéséhez kíván hozzájárulni jelen munka. A munka alapját a SZIE ÁOTK növénytani tanszéken meglévő, a korábbi évekből származó gomba mintagyűjtemény képezte. A fajok termőtesteit korábban gyűjtöttük be hazánk különböző termőhelyeiről, s egységes előkészítés után, őrölt finom por formájában raktároztuk és alkalmaztuk különböző gombakémiai jellegű vizsgálatokhoz. Jelen esetben ehető fajok olyan mintáit választottuk ki, melyek térben és időben különböző eredetűek, hogy a teljesen eltérő termőhelyek hatásaira is fény derüljön. A gyűjtött minták sorához különböző, főként gombatermesztő üzemek által termesztett fajok fajtáinak mintái kapcsolunk, illetve rendelkezésre állt néhány tartósított gombakészítmény anyaga is.

Fenti minták birtokában az alábbi célkitűzéseket tettük:

1. Alapadatokat szolgáltatni ehető (főként) nagygombák termőtesteinek nitrát koncentrációiról, tekintve a szakirodalom ilyen irányú igen hiányos voltát;
2. Az adatbázis birtokában értékelni, hogy
  - a. milyen koncentráció tartományban helyezkednek el a kapott adatok, milyen eltérések adódnak egy-egy faj, térben és időben különböző eredetű mintái között;
  - b. található-e jelentős (esetleg felhalmozónak nevezhető) nitrát hordozó faj (taxon), illetve milyen nitrát szint jellemzi a táplálkozási típusban eltérő (szaprotróf, mikorrhizás, farontó) mintacsoportokat;
  - c. különböznek-e az ellenőrzött szubsztrátumon termesztett és különböző termőhelyről származó (vadontermő) gombák nitrát szintjüket tekintve;
  - d. a magasabb nitrát tartalmúnak bizonyuló taxon(ok) nitrát szintje számításba veendő-e toxikológiai szempontból.

## Irodalmi áttekintés

---

### A nitrát körforgása

A szerves nitrogén körforgása egy kiegyensúlyozott globális folyamat, melynek részei a nitrogén megkötése, a nitrifikáció és a denitrifikáció. Ezen folyamatok legfőbb része redoxi reakciók sorozata, melyet mikroorganizmusok katalizálnak. A nitrogén fixációs folyamat során a nitrogén ( $N_2$ ) az atmoszférából a bioszférába kerül ammóniumionként ( $NH_4^+$ ), majd a nitrifikáció során nitritté ( $NO_2^-$ ) és nitráttá ( $NO_3^-$ ) oxidálódik. Denitrifikáció során az előbb említett két vegyület visszaalakul nitrogénné és visszakerül az atmoszférába.

Mindkét oxianion ammóniumionná is alakulhat, ez a növények, a gombák és a baktériumok tápanyagaként hasznosul vagy az ammonifikáció során alternatív légzési szubsztrátként szolgál anaerob környezetben. A nitrát feldúsulása a tavakban, folyókban és a talajvízben eutrofizációhoz vezet és veszélyezteti az édesvízkészleteket. A vegyszerek világméretű terjedésével és a fosszilis üzemanyagok égetésével légköri nitrogénvegyületek aránya megnőtt (Takaya, 2002).

A nitrát és a nitrit természetes körülmények között a környezetben található, része a nitrogén ciklusnak. A nitrát a nitrogénkötő baktériumok tevékenysége által keletkezik a szerves anyag oxidálása során. A nitrit labilis formában található meg a környezetben, könnyen átalakul nitráttá. A nitrogén tartalmú műtrágyák bemosódhatnak a talajvízbe, ezt elfogyasztva a nitrát a szervezetben alakul át nitritté a baktériumok tevékenysége által (WHO, 2003).

### A gombák nitrát anyagcseréje

A nitrogén elérhetősége meghatározó tényező az erdők növekedésében. Régóta ismert az ectomikorrhizas gombák gazdafajuk nitrát anyagcseréjéhez való hozzájárulása (Bowen & Smith, 1981; Finlay et al., 1992; Thompson et al., 1994; Génere, 1995). Az északi erdők talajában az ammóniumion a fő szerves nitrogénforrás, a nitrát csak alacsony koncentrációban érhető el (Adam & Attiwill, 1982). A mésztartalmú vagy javított talajokon azonban a nitrát mennyisége felülmúlhatja az ammóniumionét (Clément et al., 1977; Marschner et al., 1991). A micéliumrendszer képes a különböző, szerves és szerves nitrogénforrásokat asszimilálni (Abuzinadah & Read, 1986). Az ektomikorrhizas gombák gyorsabb növekedése érhető el, ha van ammóniumion a talajban, a nitrátot ilyen körülmények

között kevésbé képesek hasznosítani (Lundeberg, 1970). Az ektomikorrhizas fajok közül a *Laccaria laccata* (Ahmad et al., 1990), a *Pisolithus tinctorius* (France & Reid, 1984) és a *Hebeloma cylindosporum* (Plassard et al., 1990) képesek felvenni és feldolgozni a nitrátot. A nitrát redukáló képesség attól is függ, hogy az adott gomba mely taxonba tartozik, illetve, hogy az átalakítandó szubsztrát milyen koncentrációban van jelen (Sarjala, 1990).

Általánosságban elfogadott, hogy az ektomikorrhizas gombák enzimeikkel (nitrát- és nitrit-reduktáz) alakítják át a nitrátot nitritté, míg az ammóniumionnak a glutaminsav és glutamát szintézisben van szerepe (NADP-dependens glutamát-dehidrogenáz, glutamin-, és glutamát-szintetáz) (Botton & Chalot, 1995).

### Nitrifikáció

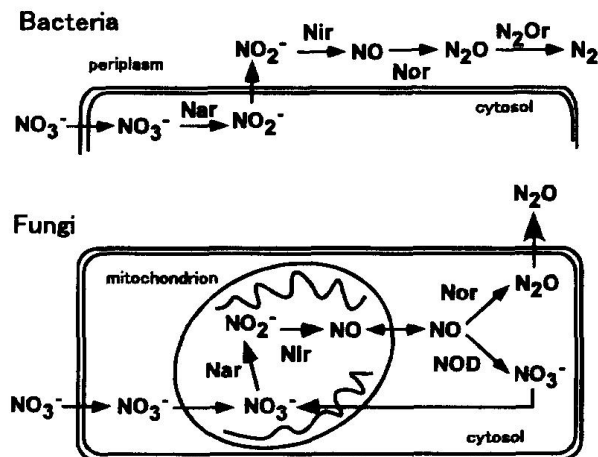
A nitrifikáció során a baktériumok (kemoautotrófok) és a gombák (heterotrófok) a szerves nitrogén vegyületekből és az ammóniumionból nitrátot készítenek. A baktériumok energia előállításra használják ezt a folyamatot, míg a gombáknál ez valószínűtlen. Itt a lehetséges előnyök a másodlagos anyagcseretermékek (toxinok, növekedési faktorok) előállításában mutatkozhatnak meg (Killham, 1990), de összefüggésbe hozták már a ligninbontó képességgel is (Wood, 1988).

A nitrifikáló képesség megtalálható számos gombában, pl. a *Deuteromycetes* és *Ascomycetes* fajaiban. Lang és Jagnow (1986) 115 törzset tenyésztettek fehérje oldaton, ezek közül 36 termelt nitrátot és nitritet. Bresinsky és Schneider (1975) azt találta, hogy az amino nitrogéneken tartott *Clitocybe diatrete* és a *C. odora* képes nitrifikálni. Kuyper & Bokeloh (1994) fenyőtűn növesztették a *C. metachroát* és arra a következtetésre jutottak, hogy a nitrifikáció képessége egy ökológiai stratégia része, mely kompetitív előnyökhöz juttatja a gazdát nitrogéndús környezetben.

Kuyper and Verschoor (1995) kísérlete érdekes tényre hívta fel a figyelmet. A *C. odora* nem nitrifikált önálló telepeken, de ha *C. vibecinával* vegyesen tartották, akkor kimutatható volt a *C. odora* nitrát tartalma. Azt feltételezhetjük, hogy a *C. odora* képes nitrifikációra annak függvényében, hogy van-e elég ammónium vagy oldott szerves nitrogénforrás a talajban.

## Denitrifikáció

A denitrifikáció a mikróbak azon bioenergetikai folyamatainak része, melyben a nitrogén-oxid vegyületek a légzési lánc végső elektron akceptorjaként vesznek részt (Zumft,1997). A baktériumok és a gombák denitrifikációjának összehasonlítását az alábbi ábrán mutatjuk be.



1. ábra. A baktérium és a gombasejt denitrifikációjának összehasonlítása. Nar-nitrát reduktáz, Nir-nitrit-reduktáz, Nor-Nitrogén-monoxid reduktáz, N<sub>2</sub>Or-dinitrogén oxid reduktáz (Takaya, 2002)

## Gombák szerepe a táplálkozásban és a gyógyításban

A gombák és gyógynövények jótékony hatása (akár étrendkiegészítőként) már évszázadok óta ismert a humán-, népi-, és állatgyógyászatban. Az archeológiai vizsgálatok kiderítették, hogy az ember, mintegy 30000 éve ismeri a gombákat. Svájcban és Ausztriából körülbelül ilyen korú tűzgomba pöfetegek (*Lycoperdon spp.*) és labirintus tapló (*Trametes quercina*) maradványok kerültek elő. Híres gombaleleteket találtak még Pompeiben (i. e. 79), III. Thotmesz fáraó karnaki templomában és Ötzi, a jégember, (i. e. 3300) tarisznyájában.

Dietetikai előnyük abban is megmutatkozik, hogy lipidszintjük alacsony, 100 gramm friss gomba átlagosan 3-4 g zsírral (csiperke: 1,7-2,1 g; laska, shii take: 1,6-1,7 g) illetve 6-8 g szénhidráttal vagy fehérjével egyenértékű. A gombafehérjék emészthetősége 70%-os, aminosav összetételük hasonló az állati fehérjékhez. A szénhidrátkomponensek közül jelentős a mannit tartalmuk, ez sokkal lassabban szívódik fel, mint a glükóz (a szárazanyag 0,5%-a), így diabetes mellitusban szenvedők is nyugodtan fogyaszthatják. Nyersrost tartalmuk átlagosan 10%, így segít megelőzni a vastagbélrák kialakulását. Kősvényesek diétájába is beépíthető, mivel alacsony a purin tartalmuk. Vitaminok közül jelentős mértékben

tartalmazzák a B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacin, folsav, pantoténsav és a D- vitamint. Ásványi sók közül a kálium, a vas és a foszfor tartalmuk jelentős, míg nátrium tartalmuk elenyésző (Lelley, 1999).

Jelenleg körülbelül mint egy 200-300 közöttire tehető azon növények és gombák száma, melyek antibakteriális és immunstimuláló hatással rendelkeznek, néhányukról tudjuk, hogy növekedés serkentő hatásuk is van az által, hogy poliszacharid tartalmú prebiotikumként szolgálnak a bélben élő baktériumok számára (Cummings & MacFarlane, 2002). A gombák immunaktív komponensei a következők: poliszaharidok, glikozidok, alkaloidok, illóolajok és szerves savak (Yang & Feng, 1998).

### **Gomba, mint takarmányforrás**

A világban egyre több helyen tiltják be a hormonokat, antibiotikumokat és más mesterségesen előállított szereket, melyek hozamfokozó hatással bírnak. A figyelem az utóbbi évtizedekben a természetes hozamfokozók felé fordult. A kutatók biztonságos, természetes növekedés serkentőkért kutatnak, mint a szerves savak, probiotikumok, prebiotikumok és fitobiotikumok.

Jól ismert, hogy a fitobiotikumok és természetes származékaik, sikeres kiegészítők a baromfitakarmányozásban. A gombák jól ismeretesek antimikrobiális (Yuan et al., 1993) és immunerősítő hatásukról (Guo et al., 2003). A probiotikumok jótékony hatása a növekedés teljesítményének, a tápanyagok emészthetőségének és a vakbélmikroflóra összetételének javításán alapul (Awad et al., 2009). Emellett pozitívan befolyásolta az antitest választ a *Newcastle disease* vírus és fertőző bursitis betegségek elleni vakcinázás során (Amirzadeh et al., 2008).

A gombák poli- és oligoszacharid tartalmának antibakteriális, antivirális és antiparazitikus hatása is van. A *Lentinula edodes* és a *Grifola frondosa* gomba fajok összetevői használhatók a növekedést serkentő, hozamfokozó antibiotikumok alternatívájaként, ezen kívül hatékonyak az *Eimeria* és a *Mycoplasma* fajok ellen (kísérleti fertőzés) (Guo et al., 2003).

A jótékony hatású mannán-oligoszacharidok csökkentik a patkányok vakbelében lévő *Salmonella enteritidis* szaporodását (Fernandez et al., 2002) és megakadályozzák az *Eserichia coli* kitapadását a bélnyálkahártyához (Apajalahti et al., 2004). Ezen hatóanyagok hatása a csirkék bélrendszerére még jórészt ismeretlen.



## *Pleurotus ostreatus*

Vizsgálták a közönséges laskagombának (*Pleurotus ostreatus*) (önállóan, takarmánykiegészítőként és probiotikumokkal közösen adagolva) a növekedőképességre, a szervek relatív nagyságára és néhány vér paraméterre gyakorolt hatását a kakas broilereknél. Az eredmények azt mutatták, hogy a porként felvett laskagomba ( $P < 0.05$ ) csökkentette az takarmány bevitelt és a testsúlygyarapodást a broiler csirkékben az 1-21 napos korban. A pozitívumok pedig a következők: az ileum relatív hossza nagyobb lett, csökkent az abdominális zsír a karkasszban és a HDL koncentráció a plazmában és nőtt a máj relatív tömege a kontroll csoporthoz képest.

Copikova és munkatársai (2009) publikálták, hogy a laskagomba oldható rost összetevőt tartalmaz, főleg a nem keményítő jellegű glukánt (442-901 g/kg) és kis mennyiségű egyéb glukánt (vagy ilyen származékokat), mint például kitint és galaktomannánokat. Ezek a tápanyagok kedveznek a *Lactobacillus* populációknak. A laskagombák jól ismertek még a szérum koleszterincsökkentő hatásokról. Ezekre a megállapításokra alapozva ésszerű azt feltételezni, hogy a broilereknek adott kettős kiegészítés (probiotikumok és laskagomba) figyelemre méltó, előnyös szinergista hatásokat indukál a teljesítményben, immunválaszban és szérum lipidek szintjében (Daneshmand et al., 2011).

## *Agaricus bisporus*

A másik vizsgált gombafaj az *Agaricus bisporus* (kétspórás csiperke) volt. Tanulmányok igazolták, hogy a takarmányhoz adott gombakiegészítés (*Agaricus bisporus*) nem befolyásolja jelentősen a különböző bélszakaszok felépítését (*duodenum*, *jejunum*, *ileum*), de a kísérlet azt is bizonyította, hogy a takarmány-kiegészítő javította a brojler csirkék egészségi állapotát. A kutatás során a bélszakaszok különböző részeinek mikroflóráját is vizsgálták (*Lactobacillus spp*, *Bifidobacteria spp*, *Eserichia coli*, *Bacteroides spp*, *Enterococcusok*). A vékonybél bolyhainak magassága és a Lieberkühn kripták mélysége nem tért el a különböző koncentrációjú kiegészítőkkel etetett madarak esetében. Egyedül a *Lactobacillus (ileumban és caecumban)* és *Bifidobacterium (caecumban)* fajok száma volt magasabb a 20 g/ takarmány kg (legmagasabb koncentráció) kiegészítést fogyasztó szárnyasok körében, a többi bélszakasz baktériumterhelése azonos volt a három csoport között (Giannenas et al., 2010).

## Egyéb gombafajok

Korábbi tanulmányok bebizonyították, hogy a *Lentinula edodes*nek és a *Tremella fuciformis*nak immunrendszert aktiváló hatása van *Eimeriával* fertőzött csirkékben (Guo et al, 2003).

### Gombakomposzt a kérődzők takarmányozásában

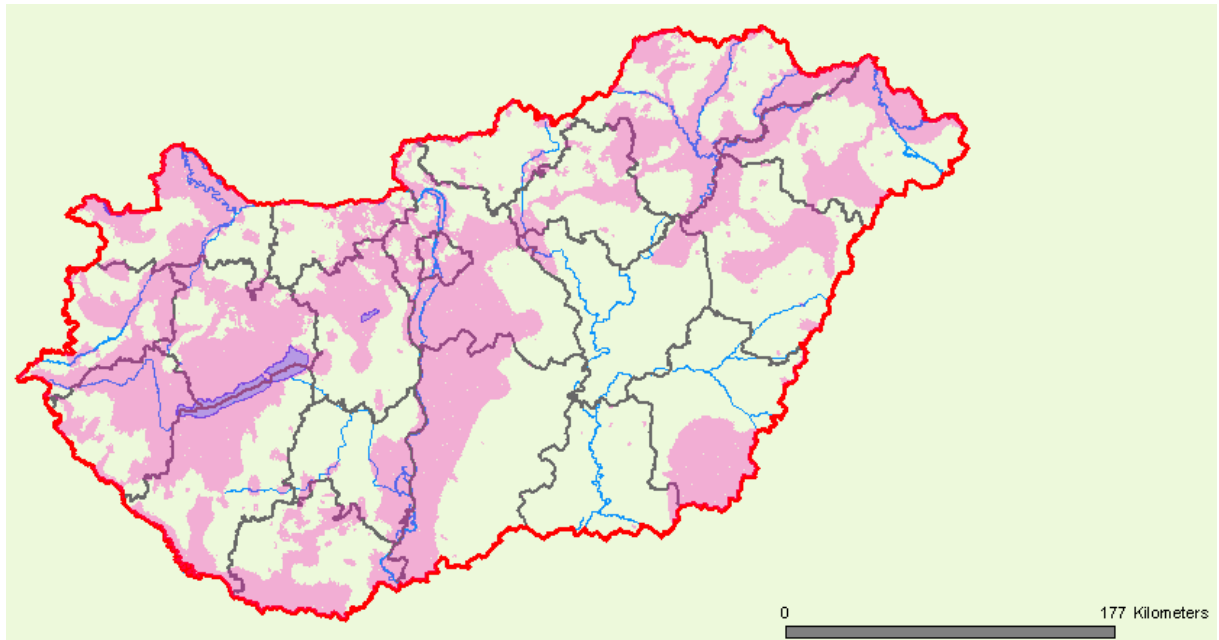
A fán élő (farontó) gombák szubsztrátja a világ számos országában gyakori kérődző táplálék. Erre a célra használhatunk gyapot szalmát, ami előzőleg *Pleurotus* fajok és *Lentinula edodes* termesztésére szolgált (Danai et al., 1988). E gombák enzimkomplexének tagjai többek között a celluláz, cellobiáz, hemicelluláz, lignáz és lakkáz. Az általuk lebontott alapanyag kiváló, jobban emészthető tápanyagforrás kérődzőknek (Yang et al., 1993). A kiindulási szubsztráttal összehasonlítva több szabad cukrot, fehérjét, kevesebb cellulózt és lignint tartalmaz (Bano & Rajathman, 1989) és – a gombás lebontás jellegéből fakadóan – feldúsult a legtöbb ásványi elemből.

### Nitrát-nitrit mérgezés

A nitrát mérgezésnek a kérődző fajokban (szarvasmarha, juh, kecske) van a legnagyobb jelentősége. Tetemes gazdasági károkat, gyakran az állat hirtelen halálát okozza. Az újszülött, a fiatal és a vemhes állatok érzékenyebbek a nitrát iránt. Az embernek és a többi állatfajnak inkább a nitritet kell felvenni, hogy toxikózis alakuljon ki (Roder, 2001).

### Mérgezési források

A nitrát mérgezés egyik fő forrása a takarmány és gyomnövény fajokból származik. A növények, gyökereiken keresztül felveszik a nitrátot ( $\text{NO}_3^-$ ) és nitritté ( $\text{NO}_2^-$ ) alakítják a nitrát-reduktáz (NR) enzim segítségével. A nitritből bonyolult folyamatok során aminosavak és fehérjék képződnek, amiket a növényi szervezet felhasznál az életfolyamataiban. Néhány fajban alacsonyabb a NR aktivitás, ezek a kumulátor növények. Szélsőséges környezeti tényezők miatt pl fagy, szárazság hatására, az enzimaktivitás szintén lecsökken, tehát a nem akkumulátorfajoknak is magasabb lesz a nitrát tartalma (Roder, 2001). Magyarország nitrát érzékeny területeit térképen illusztráltuk (2. ábra.).



2. ábra. Magyarország nitrát érzékeny területei (rózsaszínnel) 2010

A leggyakrabban előforduló kumulátornövények:

*Termesztett növények:* takarmányrépa (*Beta vulgaris convar. crassa provar. Crassa*), cukorrépa (*Beta vulgaris convar. crassa provar. altissima*), burgonya (*Solanum tuberosum*), takarmánykáposzta (*Brassica oleracea convar. acephala*), káposztarepce (*Brassica napus convar. oleifera*), vadrepce (*Sinapis arvensis*), szudánifű (*Sorghum sudanense*), cirok fajok (*Sorghum spp.*).

*Gyomnövények:* szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), nagy csalán (*Urtica dioica*), apró csalán (*Urtica urens*), fehér libatop (*Chenopodium album*), parajlibatop (*Chenopodium bonus-henricus*), pokolvar libatop (*Chenopodium hybridum*).

A fent feltüntetett fajokon kívül az alábbi családokban okozhatnak mérgezést: *Brassicaceae*-Keresztesvirágúak, *Poaceae*-Pázsitfűvek, *Amaranthaceae*-Disznóparéjfélek, *Chenopodiaceae*-Libatopfélék, *Solanaceae*-Burgonyafélék, *Urticaceae*-Csalánfélek (Lehel & Vetter, 2008).

## Mérgezés állatokban

A növények 3-4% vagy akár több nitrátot is felhalmozhatnak alkalmas körülmények között. A mérgezés veszélye akkor áll fenn, ha az abrak nitrát tartalma nagyobb, mint 0,2% és a víz több mint 1000 ppm-et tartalmaz. Az állatok sokkal jobban tolerálják az emelkedett nitrát szintet, ha takarmányuk megfelelő mennyiségű és minőségű szénhidrát forrást

tartalmaz. Ezen körülmények között a nitrát ammóniává redukálódik és megfelelő nitrogénforrásként szolgál a bendő mikroflórájának. Ha túl nagy mennyiségben tartalmaz a takarmány nitrátot, azt a bendőbaktériumok nitritté redukálják, ami a bendőfalán keresztül a véráramba jut. Itt a hemoglobin (Hb) vas tartalmát redukálja ( $\text{Fe}^{2+}$ , ferrohemoglobin) methemoglobinná (MHb) ( $\text{Fe}^{3+}$ , ferrihemoglobin). Ez a forma azonban nem képes az oxigén szállítására.

Ha a vér methemoglobin tartalma 20% alatti, akkor az állatoknak enyhe tünetek vannak. 30-40% között a tünetek kifejezettek, 80% felett pedig beáll a halál (Roder, 2001).

Sertésállományban is leírtak már nitrát mérgezést. A nitrát nitritté való redukciója akkor alakul ki, ha a takarmány vagy az ivóvíz nem érintkezik megfelelően a gyomorsósavval. A sertések érzékenységét még fokozza a dyspepsiás állapot (Karsai & Vörös 2002).

Kísérletek kimutatták, hogy a magzati hemoglobin fokozottan érzékeny a nitrát toxikózis iránt. A placentális oxigén szállítás többszörösen is csökkenhet magas MHb szintek esetén. Következésképpen magzati hypoxia és méhen belüli elhalás is kialakulhat. A tanulmány bebizonyította, hogy vajúdo teheneknek adott intravénás (i.v.) nitrit infúzió (12 mg  $\text{NO}_2^-$  / testtömeg kg) feltűnő emelkedést okozott az anyai MHb tartalomban, emellett azonnal csökkentette az anyai vérnyomást és megemelte az anyai szív- és légzésfrekvenciát. A borjak élve születtek (Akkersdijk et al., 1990).

*Klinikai tünetek:* Tachypnoe, dyspnoe, cianózis, tachycardia, hirtelen elhullás, vetelés, methemoglobinaemia. A nitrát kevésbé toxikus, helyi irritációt okoz a gasztrointesztinális rendszerben, melynek következménye hányás, hasmenés és hasi fájdalom.

*Fizikális vizsgálat:* ataxia, cianotikus nyálkahártyák, melyeket a livid szín (piszkosvörös) elfedhet, dyspnoe. Idült formánál a pajzsmirigy duzzanata, cachexia, daganatok.

*Diagnózis:* nitrát akkumuláló növények jelenléte, bizonyítottan ezek elfogyasztása és az előbb említett tünetek jelenléte, csokoládébarna vér.

Kiegészítő vizsgálatok: takarmány analízis

*Életben:* Serum pozitív difenilamin helyszíni teszt 20  $\mu\text{g}/\text{ml}$  nitrát, vér methemoglobinaemia, I vizeletvizsgálat, bendőtartalom vizsgálata (Roder, 2001).

*Post mortem:* szemfolyadék: pozitív difenilamin helyszíni teszt 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$  nitrát.

Az itt leírtakon kívül a heveny nitrát mérgezésben az erek nagymértékben kitágulnak, hiszen a vérpályába került nitrit nitrogén-monoxid felszabadulást is okoz, ami pedig vazodilatátorként viselkedik. Az állat sokkot is kaphat.

1. táblázat. Takarmány és ivóvíz megengedett nitrát tartalma.		
	takarmány	ivóvíz
állomány szinten elfogadható	<0,2% (2000ppm)	<100
vemhesekre potenciálisan mérgező	0,2-0,5% (2000-5000 ppm)	100-300
állományra potenciálisan mérgező	0,5-1,0% (5000-10000 ppm)	300-500
nem javasolt	>1,0% (>10000 ppm)	>500

### Szubklinikai mérgezés

Idült, szubklinikai nitrát mérgezésben a  $\beta$ -karotin A-vitaminná alakulása szenved zavart, ezért szaporodásbiológiai problémák lépnek fel az állományban. Emellett karcinogén hatása is feltételezett. A pajzsmirigy károsodása miatt golyvát figyelhetünk meg az állatokban. Abnormális pajzsmirigyműködést figyeltek meg patkányokban (Lee et al., 1970), ugyanakkor kutyák nem mutattak hypothyreosisra utaló tüneteket és a termékenységük sem csökkent (Hoffman et al., 1974).

### Kezelés

Mérgező forrás eltávolítása, direkt: 1%-os metilénkék i.v., 4-15 mg/ttkg 4-6 óránként. Működésének lényege, hogy a NADPH-függő methemoglobin-reduktáz (fiatalokban az enzim működése tökéletlen) számára hidrogént szolgáltat, ez visszaalakítja a methemoglobint oxihemoglobinná. Kérődzőknek adható hideg víz szájon át vagy bendőszondával, hiszen a NR optimuma testhőmérsékleten van. Szájon át történő antibiotikum adagolásával kiirthatjuk a bendőflórát, így szintén a NR enzimet gátoljuk (a kivett bendőfolyadékot ezután egészséges állat bendőtartalmával pótoljuk). Propioni baktériumokat adhatunk probiotikumként. Szimpatikomimetikumokkal a vazodilatációt ellensúlyozzuk (Plumlee, 2004).

## Megelőzés

Takarmány analízis, lassan szoktassuk az állatokat a nitrát tartalmú takarmányhoz. A szakirodalom szerint a szilázs az erjesztési folyamatok során nitrát tartalmának mintegy 25-50%-át is elveszítheti, más források szerint a nitrát koncentráció nem csökken. A széna nitrát tartalma nem csökken a betakarítás és a tárolás során (Murphy, 1996). Tartsuk be a nitrát tartalmú műtrágyák használata után a várakozási időt (Karsai & Vörös, 2002).

A szennyezett ivóvíz is mérgezést okozhat, például, ha egy állati tetem kerül a vízbe. Itt a fehérjékből képződhet bomlás során nitrát.

A harmadik mérgezési forrás a nitrát tartalmú műtrágya (ammónium-nitrát) (Hodgson, 2010).

## Kórbonctan

Cianotikus, livid nyálkahártyák, csokoládébarna, hiányosan alvadt vér. Mesenterialis erek tágassága, szervek sárgásbarna elszíneződése. A szívburokban nagy mennyiségű véres-savós folyadék (Jubb et al., 1993).

## Mérgezés emberben

Az ember a nitrátot főleg az ivóvízből veszi fel. Az 1960-as évek óta megnőtt a műtrágyázás jelentősége. A növények által fel nem vett nitrát a vizekbe kerül. Ennek két fő egészségkárosító hatása van: (1) nitrózamin képzés és (2) methemoglobinemia. Az elfogyasztott nitrátot a bélben élő baktériumok alakítják nitritté. A nitrit felszívódik, belép a keringésbe és a már leírt módon methemoglobinemiát okoz. Ez különösen csecsemőkben veszélyes, mivel ők az anyatejjel és az ivóvízzel is magukhoz veszik a nitrátot. Itt még fejletlen a methemoglobin reductáz enzim, ami visszaalakíthatná a methemoglobint hemoglobinná. A nitrózaminokat potenciális karcinogénként tartják számon (Hodgson, 2010).

## Anyag és módszer

---

A vizsgált minták a SZIE ÁOTK növényteni tanszék gyűjteményéből származnak. Legtöbbször a teljes termőtest homogén mintáit vizsgáltuk, néhány esetben rendelkezésre álltak frakcionált (kalapra és tönkre, vagy ezek további részeire bontott) minták, valamint néhány tartósított készítmény (gombakonzerv) is. A fajok kiválasztásakor nemcsak azok gyakori, közönséges jellege volt szempont, hanem az is, hogy legyenek képviselve a különböző élet- és táplálkozási módok (szaprotróf, mikorrhizás, farontó) is. Vizsgálni és értékelni kívántuk ugyanazon fajok különböző termőhelyekről és évekből származó mintáit is. A fajok latin ma érvényes latin nevét, leírójuk nevét az internetes Index Fungorum adatbázis alapján tüntetjük fel a munkában.

### Mintaelőkészítés

A nedvességtartalom standardizálása miatt a bemérés előtt 24 óráig, 40 °C-os szárítószekrényben tartottuk a mintákat. A lisztfinomságúra őrölt gombák 0,75-0,75 g-ját Erlenmeyer lombikban 20-20 ml bidesztillált vízzel rázattuk 2 óráig (175 rpm), majd a kivonatokot leszívattuk. Ezután következett a fehérjementesítés, ahol a 20 ml-nyi oldathoz 1,5-1,5 ml Carrez I. (kálium-hexaciano-ferrát: 21,1 g/100 ml), majd Carrez II. (cink-acetát: 21,85 g/100 ml) oldatot adtunk. Ezek után 0,1 N NaOH-dal a pH-t 8-ra állítottuk be, majd a kicsapódott fehérjéket 1 óra hűtés után lecentrifugáltuk (10000 rpm, 20 perc). A felülúszó a legtöbb esetben nem volt színtelen, ezért egy 3 perces aktív szenes forralással tisztítottuk. Bepárlást követően 15 ml-re szűrtük a kivonatot. A munkálatok folyamatának fényképes dokumentációját a 4. ábrán mutatjuk be.

A nitrát koncentráció meghatározásához Mir (2008) módszerét alkalmaztuk.

Oldatok:

1. Szulfanilamid oldat: 1%-os oldat 1%-os sósavban
2. NEDA (N-1-(naphtyl) ethylenediamine dihydrochloride) oldat : 1%-os oldat 1%-os sósavban
3. cc. Sósav
4. Standard törzsoldat: 10 mg KNO<sub>3</sub>/100 ml

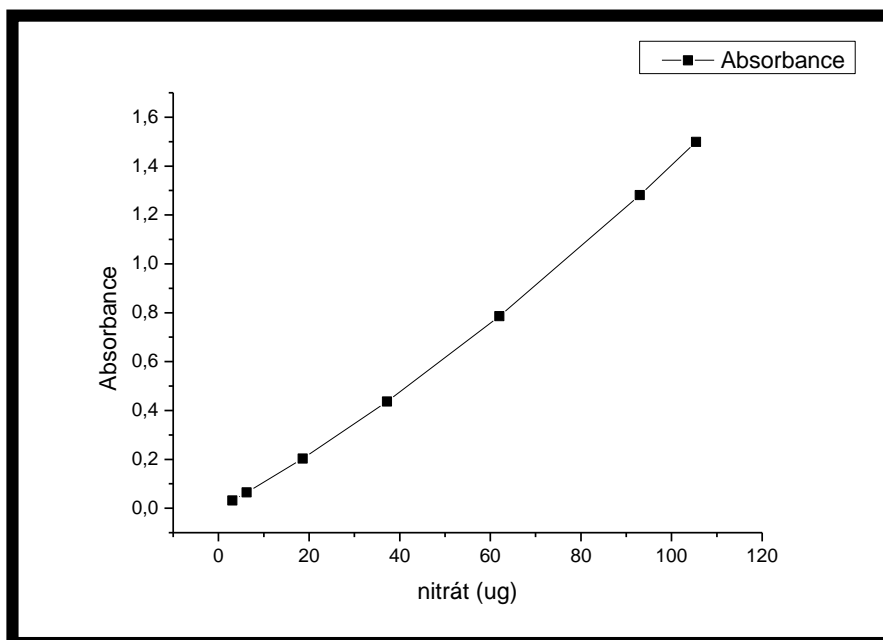
A módszer elve: A mintában lévő nitrát ionokat az erősen sósavas közegben 100 °C-on, 3 percig való forralással nitritté redukáljuk, majd diazotáljuk. Az ekkor keletkező festék mértéke arányos a nitrittel és fotometriásan mérhető.

A reakció elegy összetétele:

- 0,1-0,6 ml gombakivonat
- 1,9-1,4 ml bidesztillált víz
- 0,2 ml szulfanilamid oldat
- 4 ml cc. sósav
- 0,2 ml NEDA oldat

### Kalibrálás

A  $\text{KNO}_3$  törzsoldat felhasználásával kalibráló egyenest készítettünk (lásd 3. ábra), melyhez meghatároztuk annak egyenletét, mellyel kiszámítottuk a minták nitrát koncentrációját. A kapott értékeket mg/g sza. egységben határoztuk meg, megadva a mérések számtani középértékét és szórását.



3. ábra. Kalibráló egyenes, x-tengelyen a nitrát koncentráció  $\mu\text{g}$ -ban, y-tengelyen az 540 nanométeren mérhető abszorbancia látható.



A kalibráláshoz elvégeztem a regressziós (összefüggés) analízist. Ezek szerint a nitrát koncentráció (X) és az 540 nanométeren mérhető abszorbancia közötti összefüggés egyenlete:

$$X = \frac{Y + 0,049}{0,0142}$$

4. ábra. (a következő oldalon látható):

1: a minták előkészítése: a gomba natúran, majd darálva, kimérve a 0,75-0,75 g, illetve a hozzáadandó 20 ml bidesztillált víz.

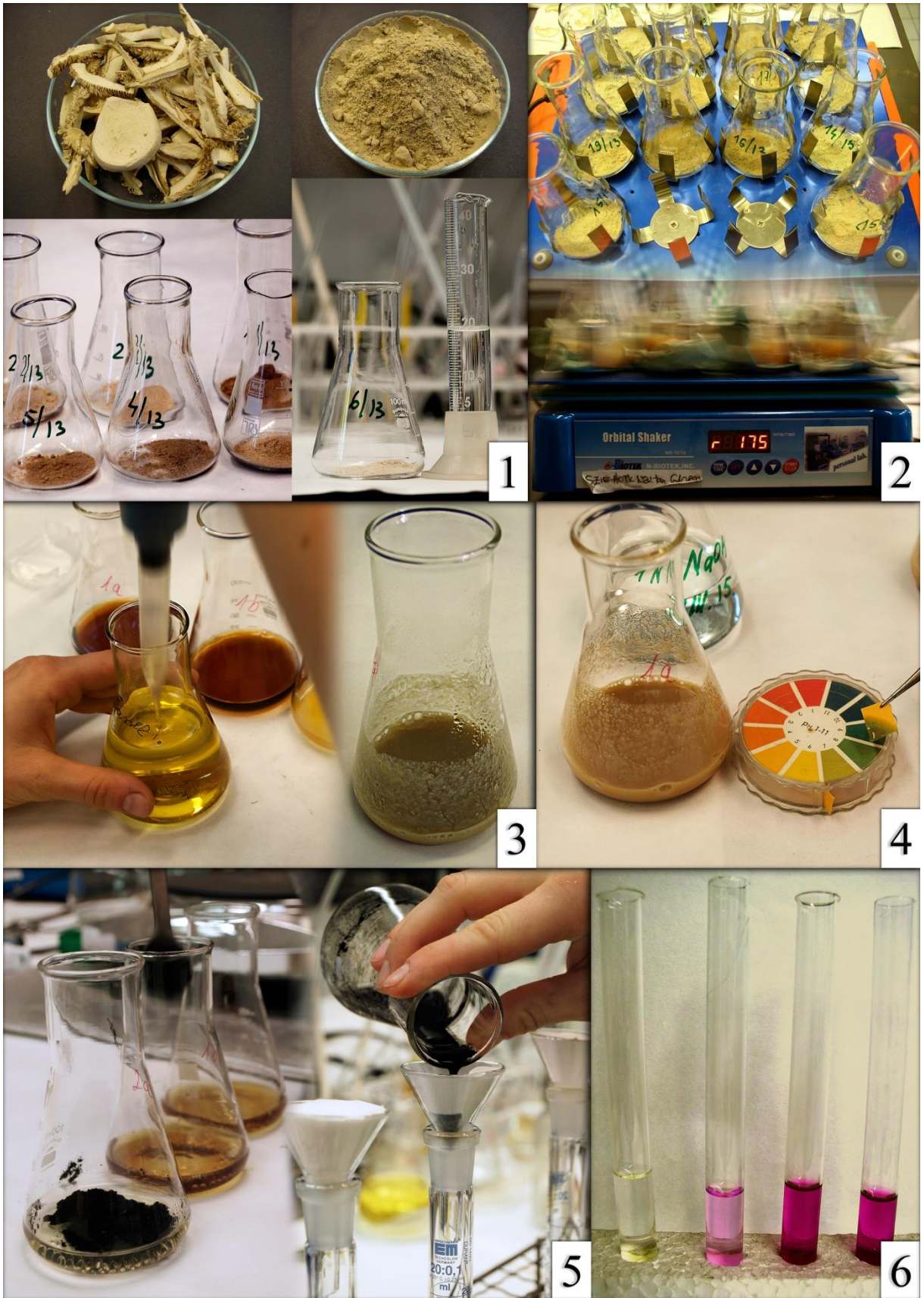
2: rázás 2 óráig (175 rpm).

3: a fehérje kicsapása, a gombakivonatok a Carrez I-II oldatok hozzáadása előtt és a kicsapódott fehérjéket tartalmazó oldat.

4: a kivonatok pH beállítása 8-ra.

5: aktív szenes forralás és a kivonat beállítása 15 ml-re.

6: a kapott színreakció a Mir reakció elvégzése és a 30 perces inkubáció után.



## Eredmények és értékelésük

---

### Szaprotrof fajok értékelése

A szaprotrof táplálkozású gombák mintáinak nitrát tartalmát a 2. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatok összesen 19 faj 55 mintáját érintették. A több, különböző termőhelyről és időből származó mintával képviselt fajok esetén meghatároztuk és külön sorban megadtuk a nitrát tartalmak számtani középértékét (és szórását). Az adatok áttekintésekor rögzíthetjük, hogy azok igen széles koncentráció tartományban helyezkednek el. A legkisebb koncentráció a trombitagomba Bakonyból (Farkasgyepű) származó mintájában volt (151.4 mg/kg sza.), míg a legnagyobb nitrát szintet a szürke tölcsérgomba szintén farkasgyepűi eredetű mintája tartalmazta (12715 mg/kg sza.), a két szélsőérték különbsége igen tetemes.

A vizsgált fajok nitrát tartalmait összevetve, jelentősen magasabb koncentrációkat hét taxon esetében találtunk (megadva a minták átlagát): a *Clitocybe nebularis* (szürke tölcsérgomba: 6983 mg/kg sza.), a *C. odora* (zöld ánizsgomba: 1766 mg/kg sza.), a *Lepista irina* (illatos pereszke: 7238 mg/kg sza.), a *L. nuda* (lila pereszke: 5844 mg/kg sza.), a *L. personata* (5558 mg/kg sza.), a *Macrolepiota procera* (nagy őzlábgomba: 627,4 mg/kg sza.) és *M. rachodes* (piruló őzlábgomba: 1877 mg/kg sza.) esetében. A többi faj mintáiban mért koncentrációk - mutatva ugyan kisebb-nagyobb eltéréseket - viszonylag alacsonyak, a néhány száz mg/kg sza. koncentráció körül mozogva.

Jogos és logikus a kérdés, vajon az adott gombafaj termőtestében mérhető nitrát tartalmat mennyiben befolyásolhatta a termőhely, illetve a termőhely viszonyainak (talaj) nyilvánvaló, de általunk nem ismert különbsége. A jelentős számú mintával képviselt taxonok (*Clitocybe nebularis*, *Lepista nuda*, *Macrolepiota procera* és *Macrolepiota rachodes*) adataiból azonban több következtetés is levonható. A szürke tölcsérgomba mintáinak nitrát tartalmai például jelentősen szórnak (1018 és 12715 mg/kg sza. a mért legkisebb és legnagyobb érték), de tendenciában nagyságrenddel nagyobbak, mint a 2-300 mg/kg sza. tartalommal rendelkező egyéb taxonok. Ez valamennyi *Clitocybe nebularis* mintára igaz, függetlenül a mintavétel helyétől és egyéb körülményeitől. Egy-egy termőhelynek (például a talajviszonyoknak) jelentősebb szerepet tulajdonítani ezért nem látszik logikusnak, mert az ugyanazon termőhelyről származó különböző gombataxonok (vesd össze pl. a Farkasgyepűről származó trombitagombát /151 mg/kg sza./ az ugyaninnen

vett *Lepista nuda* /12577 mg/kg sza./ vagy *Clitocybe nebularis* /12715 mg/kg sza./ mintával), a különbség mindkét esetben 83-84-szeres. A vizsgálatunkban magas nitrát tartalmú („akkumulátor”) fajok valamennyi mintája ilyen, míg az alacsony koncentrációjúak egy mintája sem hordoz sok nitrátot.

2. táblázat. A szaprotróf táplálkozású gombák mintáinak nitrát tartalma.			
A gombafaj neve, latin	A gombafaj neve, magyar	Termőhely, eredet	Nitrát tartalom (mg/kg sza.) ± szórás
<i>Agaricus abruptibulbus</i> Peck	Gumós csiperke	Mátraszentistván	366,2 ± 4,66
		Nagykovácsi (Ördögárok)	343,9 ± 4,87
		<i>Minták átlaga</i>	<i>355,05 ± 15</i>
<i>Agaricus benesii</i> (Pilát) Singer	Ligeti csiperke	Hárskút	421,75 ± 15,04
<i>Agaricus sylvaticus</i> Schaeff.	Lomberdei csiperke	Hárskút	539,6 ± 38,2
<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd	Óriás pöfeteg		330,98 ± 22
<i>Clitocybe nebularis</i> (Batsch) P. Kumm.	Szürke tölcsérgomba	Farkasgyepű	12715 ± 1045
		Karacs	10164 ± 525
		Domonyvölgy	7819 ± 349
		Pilisszentkereszt	2311 ± 102
		Pilisszentkereszt	1018 ± 23,6
		Bakonybél	3356 ± 223
		Karacs	11504 ± 506
		<i>Minták átlaga</i>	<i>6983 ± 4737</i>
<i>Clitocybe geotropa</i> (Bull.:Fr.) Quél.	Óriás tölcsérgomba	Nagykovácsi	173,7 ± 4,92
<i>Clitocybe odora</i> (Bull.) P. Kumm.	Zöld ánizsgomba	Herend	1766 ± 93,5
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers.	Trombitagomba	Mátraszentistván	181,92 ± 4,54
		Farkasgyepű	151,40 ± 7,23
		Pilisszentkereszt	188,97 ± 7,53
		<i>Minták átlaga</i>	<i>174,1 ± 19,9</i>

2. táblázat. (folytatás): A szaprotróf táplálkozású gombák mintáinak nitrát tartalma.			
<i>Lepista irina</i> (Fr.) H.E. Bigelow	Illatos pereszke	Hárskút	3386 ± 23,4
		Hárskút	11091 ± 307,2
		<i>Minták átlaga</i>	<i>7238 ± 5444</i>
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	Lila pereszke	Herend	8363 ± 268
		Farkasgyepű	7117 ± 68
		Farkasgyepű	12577 ± 582
		Pilisszentkereszt	3217 ± 91,4
		Karancs	5396 ± 285
		Pilisszentkereszt	2414 ± 141
		Pilisszentkereszt	1830 ± 109
		<i>Minták átlaga</i>	<i>5844 ± 3835</i>
<i>Lepista personata</i> (Fr.) Cooke	Lilatönkű pereszke	(Nyíregyháza)	5558,6 ± 389
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	Húsbarna pénzecskegomba	Hárskút	358,27 ± 11,97
		Herend	237,48 ± 22,97
		Domony	309,47 ± 8,45
		<i>Minták átlaga</i>	<i>301,7 ± 60,7</i>
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Bimbós pöfeteg	Mátraszentistván	391,72 ± 31,33
		Herend	392,02 ± 10,35
		Pilisszentkereszt	352,11 ± 20,62
		Pilisszentkereszt	265,64 ± 68
		<i>Minták átlaga</i>	<i>350,4 ± 59,5</i>
<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	Csoportos pereszke	Budapest	233,2 ± 5,07
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer	Nagy őzlábgomba	Pilisszentkereszt	296,95 ± 24,1
	Nagy őzlábgomba (fiatal)	Mátra	2113,55 ± 308
	Nagy őzlábgomba (kalap)	Domony	399,35 ± 32,16
	Nagy őzlábgomba (tönk felső harmad)	Domony	443,07 ± 11,31

2. táblázat. (folytatás): A szaprotróf táplálkozású gombák mintáinak nitrát tartalma.			
		Soroksári Botanikus Kert	334,89 ± 19,7
		Normafa, Budai hg.	259,78 ± 13,82
		Pilisszentkereszt	544,99 ± 11,44
		<i>Minták átlaga</i>	<i>627,4 ± 662</i>
<i>Macrolepiota rachodes</i> (Vittad.) Singer (= <i>Chlorophyllum rachodes</i> (Vittad.) Vellinga)	Piruló özlábgomba (fiatal)	Normafa, Budai hg.	1666,6 ± 62
		Mátraszentistván	1059,56 ± 168,5
<i>Macrolepiota rachodes</i> var. <i>hortensis</i> (Pilát) Wasser	Piruló özlábgomba (kalap)	Domonyvölgy	3262,61 ± 40,37
<i>Macrolepiota rachodes</i> var. <i>hortensis</i> (Pilát) Wasser	Piruló özlábgomba (tönk)	Domonyvölgy	2814,84 ± 141
		Farkasgyepű	1028,56 ± 94,77
		Farkasgyepű	2564,16 ± 140,57
		Börzsöny	1339,59 ± 159,22
		Domony	3192,09 ± 347
		Pilisszentkereszt	1837,2 ± 48,14
		<i>Minták átlaga</i>	<i>1877 ± 1065</i>
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curtis) Quéél.	Zöld harmatgomba	Hárskút	305,45 ± 27,6
		Herend	247,94 ± 11,21
		Karancs	169,8 ± 10,0
		Pilisszentkereszt	215,96 ± 112,9
		<i>Minták átlaga</i>	<i>234 ± 56,9</i>

## Mikorrhizás gombák értékelése

A mikorrhizás gombák mintáinak nitrát tartalmát a 3. táblázat foglalja össze. A vizsgálatok összesen 14 faj 27 mintáját érintették. A több, különböző termőhelyről és időből származó mintával képviselt fajok esetén meghatároztuk és külön sorban megadtuk a nitrát tartalmak számtani középértékét (és szórását). A legkisebb koncentráció a sárga gyűrűstinóru pilisszentkereszt mintájában volt (137 mg/kg sza.), míg a legnagyobb nitrát szintet a fenyőpereszke Karancs hegységéből származó mintája tartalmazta (507,8 mg/kg sza.). A mikorrhizás fajok értékei kisebb intervallumban helyezkednek el, mint a szaprotróf fajok nitrát koncentrációi.

A több mintával képviselt fajok értékei között sem találunk különösen nagy szórást. Az *Amanita rubescens* (Pilisszentkereszt és Törökmező) mintáinak szórása 41, a *Boletusaereus-é* (Szilvászvárad, Mikófalva, Egercsehi) 52,23, a *Lactarius deliciosus-é* (Herend, Farkasgyepű, Mátra, Bátor) 64, a *Suillus grevillei-é* (Pilisszentkereszt, 3 minta) 27,45, a *Hydnum repandum-é* (Mátraszentistván, Pilisszentkereszt) 65, a *Tricholoma terreum-é* (Herend, Karancs) a csoport legmagasabbja, 78,67, a *Tuber aestivum* (Mecsek 2 minta, Horvölgy, Jablonca, Szőlősaród, Tápiógyörgye) mintáinak szórása a legalacsonyabb 5, 88-as értékkel.

A mikorrhizás fajok mintáiban kiugró érték nem volt, az összes minta átlagában a nitrát szint 219 mg/kg sza., megállapíthatjuk tehát, hogy a mikorrhizás fajok nem akkumulálják a nitrátot.

3. táblázat.: A mikorrhizás gombák mintáinak nitrát tartalma.			
A gombafaj neve, latin	A gombafaj neve, magyar	Termőhely, eredet	Nitrát tartalom (mg/kg sza.)± szórás
<i>Amanita rubescens</i> Pers.	Piruló galóca	Pilisszentkereszt	210,48± 10,25
		Törökmező (Börzsöny)	269,48 ± 25,3
		<i>Minták átlaga</i>	<i>239,98 ± 41</i>
<i>Boletus aereus</i> Bull.	Bronzos vargánya	Szilvászvárad	209,3 ± 6,2
		Mikófalva	217,5 ± 13,7
		Egercsehi	303,6 ± 14,4
		<i>Minták átlaga</i>	<i>243,47 ± 52,23</i>

3. táblázat (folytatás): A mikorrhizás gombák mintáinak nitrát tartalma.

<i>Boletus reticulatus</i> Schaeff.	Nyári vargánya	Szilvásvár	217,1 ± 13,6
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Róka gomba	Szilvásvár	194,05 ± 8,35
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quél.	Gesztenyebarna tinóru	Börzsöny	158,4 ± 10,8
<i>Hydnum repandum</i> (L.)	Sárga gerebengomba	Mátraszentistván	179,28 ± 25,40
		Pilisszentkereszt	236,30 ± 21,39
		<i>Minták átlaga</i>	<i>207,8 ± 65</i>
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	Ízletes rizike	Herend	244,6 ± 43
		Farkasgyepű	284,82 ± 15,04
		Mátra	151,01 ± 12,5
		Bátor	152,2 ± 18,5
		<i>Minták átlaga</i>	<i>206,57 ± 64,04</i>
<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray	Barna érdesnyelű tinóru	Monor	180,75 ± 12,3
<i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Singer	Sárga gyűrűstinóru	Pilisszentkereszt	194,05 ± 17,85
		Pilisszentkereszt	160,8 ± 14,4
		Pilisszentkereszt	137,0 ± 8,2
		<i>Minták átlaga</i>	<i>163,96 ± 27,45</i>
<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	Fenyőpereszke	Herend	371,67 ± 27,1
		Karancs	507,8 ± 41,9
		<i>Minták átlaga</i>	<i>439,75 ± 78,67</i>
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	Nyári szarvasgomba	Mecsek	165,88 ± 5,87
		Tápiógyörgye	172,53 ± 13,82
		Bükk (Horvölgy)	152,97 ± 6,01
		Aggtelek (Szőlősárdó)	227,1 ± 20,8
		Aggtelek (Jablonca)	137,55 ± 3,23
		Mecsek	165,88 ± 5,87
		<i>Minták átlaga</i>	<i>165,34 ± 5,88</i>
<i>Xerocomellus chrysenteron</i> (Bull.) Sutara	Arany nemezestínóru	Pilisszentkereszt	235,9 ± 16,8



## Farontó (fán élő) gombák értékelése

A fán élő gombák mintáinak nitrát tartalmát a 4. táblázat taglalja. A vizsgálatok összesen 13 faj 22 mintáját érintették. A több, különböző termőhelyről és időből származó mintával képviselt fajok esetén meghatároztuk és külön sorban megadtuk a nitrát tartalmak számtani középértékét (és szórását). A legkisebb koncentráció a tuskés sörénygomba börzsönyi mintájában volt (131,4 mg/kg sza.), míg a legnagyobb nitrát szintet a gyűrűs tuskógomba hárskúti eredetű mintájában találtuk (342,7 mg/kg sza.).

A fán élő gombafajok valamennyi mintájának átlaga (228,6 mg/kg sza.) lényegében megegyező a mikorrhizások átlagával, de a mért értékek még szűkebb intervallumban helyezkedtek el. A fán élő fajok mintáinak szórása 62,52, míg a mikorrhizásoké 80,38.

4. táblázat: A fán élő gombák mintáinak nitrát tartalma.			
A gombafaj neve, latin	A gombafaj neve, magyar	Termőhely, eredet	Nitrát tartalom (mg/kg sza.)± szórás
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	Gyűrűs tuskógomba	Herend	290,3 ± 6,58
		Hárskút	342,7 ± 20,9
		Farkasgyepű	313,9 ± 21,4
		Bakony	281,67 ± 10,6
		Normafa	244,9 ± 24
		Karancs	234,7 ± 3,9
		<i>Minták átlaga</i>	288,02 ± 42,84
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Judásfüle gomba	Monor	155,5 ± 12,8
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	Labirintustapló (fiatal)	Pilisszentkereszt	224,9 ± 15,9
	Labirintustapló (idős)	Pilisszentkereszt	226,1 ± 6,4
		<i>Minták átlaga</i>	225,55±11,61
<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	Májgomba	Mátra	161,2 ± 3,20
		Budapest (Budakeszi u)	142,8 ± 3,76
		<i>Minták átlaga</i>	152±10,16
<i>Grifola frondosa</i> (Dicks.) Gray	Bokrosgomba	Nyíregyháza sóstói erdő	322,8 ± 25,9
		Budakeszi	232,0 ± 6,70
		<i>Minták átlaga</i>	277,39±50,73

4. táblázat (folytatás): A fán élő gombák mintáinak nitrát tartalma.

<i>Hericium chlathroides</i>	Petrezselyengomba	Normafa	268,2 ± 20,6
<i>Hericium cirrhatum</i> (Pers.) Nikol.	Tüskés sörénygomba	Börzsöny	131,4 ± 7,57
<i>Hypsizygus ulmarius</i> (Bull.) Redhead	Laskapereszke	Budapest (Újpest)	150,63 ± 3,17
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	Sárga gévagomba	Normafa	179,2 ± 12,4
		Városmajor	162,4 ± 8,05
		<i>Minták átlaga</i>	<i>170,8 ± 11,9</i>
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Késői laskagomba	Szarvaskút (Bakony)	279,8 ± 15,8
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	Lepketapló	Bakony	235,92 ± 17,4
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	Púpostapló	Bakony	264,08 ± 17,4
<i>Volvariella bombycina</i> (Schaeff.) Singer	Óriás bocskorosgomba	Gyál	199,1 ± 10,54

## Termesztett gombafajok értékelése

A termesztett gombák mintáinak nitrát tartalmát az 5. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatok összesen 8 faj 31 mintáját érintették. A több, különböző termőhelyről és időből származó mintával képviselt fajok esetén meghatároztuk és külön sorban megadtuk a nitrát tartalmak számtani középértékét (és szórását). Az adatok áttekintésekor rögzíthetjük, hogy azok széles koncentráció tartományban helyezkednek el. A legkisebb koncentráció a shii take (lemez) mintájában volt (140,08 mg/kg sza.), míg a legnagyobb nitrát szintet a mandulagomba (tönk) mintája tartalmazta (1010,9 mg/kg sza.), a két szélsőérték különbsége nagy. A termesztett gombák átlagos nitrát tartalma 333,6 mg/kg sza., de mintáink döntő többsége itt is 250 mg/kg érték alatti.

Felmerül a kérdés, hogy gombák különböző részei milyen megoszlásban tartalmazzák a nitrátot? Az adatok tanulmányozása során nem mondhatjuk ki, hogy egyik vagy másik rész felhalmozná a nitrátot. Az *Agaricus subrufescens* kalapjában 387,32 mg/kg sza. nitrát van, míg a tönkjében a csoportban mért legnagyobb koncentráció 1010,9 mg/kg sza., a különbség 2,6-szoros. A *Pleurotus eryngii* esetében fordítva van, itt a kalapban találtunk magasabb koncentrációt (213,6 mg/kg sza., kalap: 247,3 mg/kg sza.), igaz, hogy a különbség elenyésző. Ezt az összefüggést a *Pleurotus ostreatus-nál* két mintán is meg tudtuk vizsgálni. Mindkét esetben azt tapasztaltuk, hogy a nitrátkoncentráció a kalapban volt magasabb (Corvinus Egyetem: kalap:210,09 mg/kg sza., tönk: 176,84 mg/kg sza.; GAMU: kalap: 260,56 mg/kg sza., tönk: 202,66 mg/kg sza.). A legrészletesebb vizsgálatra a *Lentinula edodes* esetében álltak rendelkezésre minták (kalapbőr, kalaphús, lemezek, tönk és primordium). A legmagasabb koncentráció a primordiumban volt 167,2 mg/kg sza., a legalacsonyabb pedig a lemezekben 140,08 mg/kg sza.. Az értékek nagyon szűk tartományban mozogtak, a minták átlaga 154,4 mg/kg sza., szórása 11,4.

5. táblázat: Termesztett gombák mintáinak nitrát tartalma.

A gombafaj neve, latin	A gombafaj neve, magyar	Termőhely, eredet	Nitrát tartalom (mg/kg sza.)± szórás
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E-Lange) Imbach A15 kalap	Kétspórás csiperke, kalap	GAMU	660,0 ± 36,7
<i>Agaricus bisporus</i> A15	Kétspórás csiperke	GAMU	430,35 ± 6,67
<i>A.bisporus</i> Sylvan A15		GAMU	539,9 ± 114
<i>Agaricus bisporus</i> LeLion C-9		GAMU	484,97 ± 41,27
<i>Agaricus bisporus</i> A15		Szarka János őstermelő	682,5 ± 22,3
<i>Agaricus bisporus</i> K 145		Korona gomba	579,3 ± 6,51
			<i>Minták átlaga</i>
<i>Agaricus subrufescens</i> Peck 2603	Mandulagomba kalap	Corvinus Egyetem	387,32 ± 28,9
<i>Agaricus subrufescens</i> Peck 2603	tönk	Corvinus Egyetem	1010,9 ± 43
		<i>Minták átlaga</i>	<i>699,11 ± 440,94</i>
<i>Agrocybe cylindracea</i> (DC.) Maire	Déli tőkegomba	Korona Gomba	205,79 ± 6,41
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	Pecsétviaszgomba	GAMU	165,9 ± 4,62
<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	Shii-take	Korona Gomba	184,66 ± 11,6
		GAMU	224,96 ± 27,7
<i>Lentinula edodes</i> KST 70	teljes termőtest	Korona	151,4 ± 2,46
		<i>Minták átlaga</i>	<i>187 ± 36,84</i>
<i>Pleurotus cornucopiae</i> (Paulet) Rolland	Erestönkü laskagomba	Korona Gomba	227,7 ± 10,5
<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél.	Ördögsekér laskagomba	Korona Gomba	259,39 ± 11,9
	kalap	Corvinus Egyetem	247,3 ± 5,9
	tönk	Corvinus Egyetem	213,6 ± 8,90
		Korona Gomba	246,47 ± 18,1
		<i>Minták átlaga</i>	<i>241,69 ± 19,64</i>

5. táblázat (folytatás): Termesztett gombák mintáinak nitrát tartalma.			
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.HK-35	Késői laskagomba, kalap	Corvinus Egyetem	210,09 ± 12,3
<i>P. ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm. HK-35	tönk	Corvinus Egyetem	176,84 ± 3,53
<i>P. ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm. Amycel 3015		GAMU	229,26 ± 16,3
<i>P. ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.Somycel HK-35		GAMU	314,55 ± 19,75
<i>P. ostreatus</i> , (Jacq.) P. Kumm.	kalap	GAMU	260,56 ± 17,18
<i>P. ostreatus</i> , (Jacq.) P. Kumm.	tönk	GAMU	202,66 ± 3,83
<i>Pleurotus ostreatus</i> P80		Kelemen László őstermelő	183,4 ± 16,08
<i>Pleurotus ostreatus</i> BL		Kelemen László őstermelő	188,57 ± 7,94
		<i>Minták átlaga</i>	220,74 ± 46,68
<i>Lentinula edodes</i> KST 70	Kalapbőr	Korona	162,7 ± 6,24
	kalaphús	Korona	145,6 ± 5,01
	Lemezek	Korona	140,08 ± 2,10
	Tönk	Korona	156,49 ± 5,06
	Primordium	Korona	167,2 ± 5,54
		<i>Minták átlaga</i>	154,4 ± 11,4

## Tartósított gombakészítmények értékelése

A tartósított gombakészítmények mintáinak nitrát tartalmát a 6. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatok összesen 4 faj 6 mintáját érintették. A több, különböző termőhelyről és időből származó mintával képviselt fajok esetén meghatároztuk és külön sorban megadtuk a nitrát tartalmak számtani középértékét (és szórását). A legkisebb koncentráció a barna tinóru marinált konzerv mintájában volt (144,6 mg/kg sza.), míg a legnagyobb nitrát szintet a kétspórás csiperke egész gombafejeket tartalmazó mintája tartalmazta (231,87 mg/kg sza.).

A mérések során a tartósítási módok közül csak a konzerves forma állt rendelkezésre, melyek közül a natúr készítmények alkotórészei: konyhasó, víz és gomba; a marináltaké: víz, ecet, fűszerek és gomba. Fagyasztott, hidegen-és melegen sózott vagy olajos készítmény nem állt rendelkezésünkre, így a különböző tartósítási módszereket csak a marinált és a natúr példákon tudtuk összevetni. A *Boletus badius* natúr konzervjének átlagos nitrát koncentrációja 176,44 mg/kg sza., a marinált mintában ezzel szemben kevesebb nitrátot, mintegy 144,6 mg/kg sza.-ot találtunk. Ebből arra következtethetünk, hogy a marinálás során felhasznált fűszerek minimális koncentrációban tartalmazzák a nitrátot. Mindkét tartósítási forma biztonságosnak mondható, (a mintákban talált átlag nitrát koncentráció 179,27 mg/kg sza.) csekély mértékben növelik a fogyasztó szervezet nitrát terhelését.

Az *Agaricus bisporus* természetű és a tartósított mintáit összevetve láthatjuk, hogy a természetű gombákban 2,7-szer több nitrát van, mint a tartósítottakban (termesztettek átlaga: 562,84 mg/kg sza., a tartósítottak átlaga: 205,4 mg/kg sza.).

Felmerülhet bennünk a kérdés, hogy a természetben élő vagy a mesterséges körülmények között természetű gombák a biztonságosabbak a nitrát szintet tekintve. A vadon élő (gyűjtött) és a természetű gombák összehasonlítását a *Pleurotus ostreatus* (késői laskagomba) fajon keresztül mutatjuk be. A gyűjtött mintákból mindössze egy darab állt rendelkezésre. A bakonyi (Szarvaskút) minta átlagos nitrát koncentrációja 279,8 mg/kg sza. A természetű 8 darab mintájának átlaga 220,74 mg/kg sza. Az adatokat összevetve megállapíthatjuk, hogy a nitrát koncentrációk esetében nem a termesztési mód a meghatározó, hiszen a gyűjtött és a természetű minták átlaga szűk tartományban helyezkedik el.

6. táblázat: Tartósított gombakészítmények mintáinak nitrát tartalma.			
A gombafaj neve, latin	A gombafaj neve, magyar	Termőhely, eredet	Nitrát tartalom (mg/kg szá.)± szórás
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E-Lange) Imbach	Kétspórás csiperke	Konzerv, gombafejek	231,87± 3,96
		Konzerv, szeletelt gomba	178,01 ± 5,43
		<i>Minták átlaga</i>	205,4 ± 38,7
<i>Boletus aereus</i> Bull.	Bronzos vargánya	Konzerv, saját levében	160,8 ± 11,57
<i>Boletus badius</i> (Fr.) Fr.	Barna tinóru	Konzerv, natúr	176,44 ± 3,12
		Konzerv, marinált	144,6 ± 27
		<i>Minták átlaga</i>	160,53 ± 22,5
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Közönséges rókagomba	Korona konzerv, natúr készítmény	183,88 ± 19,5

## Következtetések

A nagyomba termőtestek spektrofotometriás módszerrel meghatározott és fentebb bemutatott nitrát koncentrációi alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

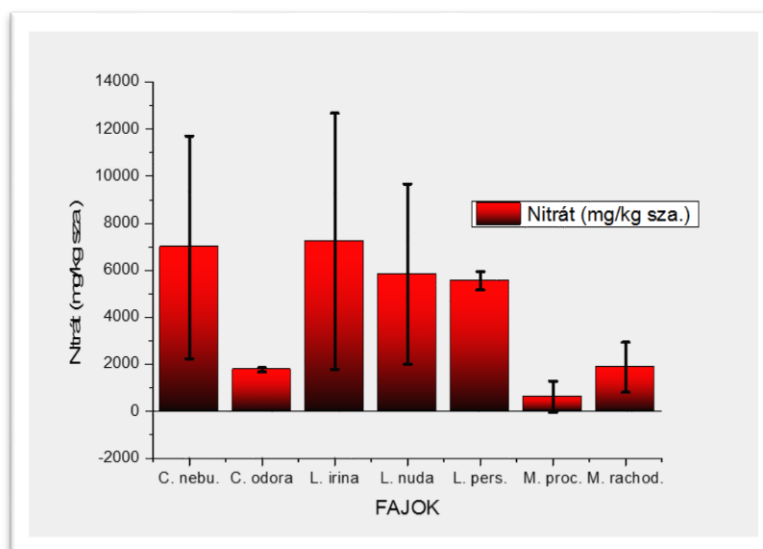
1. Az analizált gombafajokat táplálkozási módjuk alapján szaprotróf, mikorrhizás, illetve farontó (fán élő) fajokra bonthattuk (lásd a 7. táblázatban). E szempont szerint értékelve megállapítható, hogy a mikorrhizás, illetve fán élő fajok csoportjában az átlag nitrát mennyiség közeli, az adatok relatíve szűk koncentráció intervallumban szóródnak, a két nagy gombacsoport nitrát szintje között szignifikáns különbség nem állapítható meg. A szaprotróf csoport esetében a helyzet más, néhány taxon mintái (még hozzá valamennyi mintája) jelentősen magasabb nitrát szintűnek bizonyultak, s így a csoport számtani középértéke (és szórása is) magas. Így például megállapíthattuk, hogy a lila pereszke (*Lepista nuda*) átlagos nitrát tartalma 5844 mg/kg sza., a talált legkisebb koncentráció 1830 mg/kg sza., a legnagyobb pedig 12577 mg/kg sza., a felhalmozás ténye tehát kétségtelen.

A gombacsoport	A nitrát tartalom számtani középértéke (csoportátlag)	A középérték szórása (SD)	Az adatok száma (n)
Szaprotrof gombák	2562	3505	55
Mikorrhizás gombák	216,2	80,3	50
Fán élő gombák	229,3	62,5	45
Termesztett gombák	304,5	202	54

2. A felhalmozónak bizonyult taxonok (7. ábra) között két *Clitocybe* faj (*C. nebularis*, *C. odora*) három *Lepista* faj (*L. nuda*, *L. personata* és *L. irina*) mutatta a legjelentősebb



felhalmozó képességet (5.ábra). A különböző termőhelyekről származó gomba minták között ugyan jelentős szórás is volt, a felhalmozás ténye mégis egyértelmű, hiszen valamennyi mintát érintette. A nitrát felhalmozódást mutató két másik taxon, a *Macrolepiota* nemzetség két fajtát főként a *M. rachodest*, kevéssé a *M. procera*-t (nagy őzlábgomba) érintette: előbbinél 1877 mg/kg sza., utóbbinál „csak” 627 mg/kg sza. a talált átlag. Megjegyzendő, hogy még ez utóbbi érték is többszöröse a szaprotróf gombacsoport nem felhalmozó képviselőiben mérhető nitrát mennyiségnek.



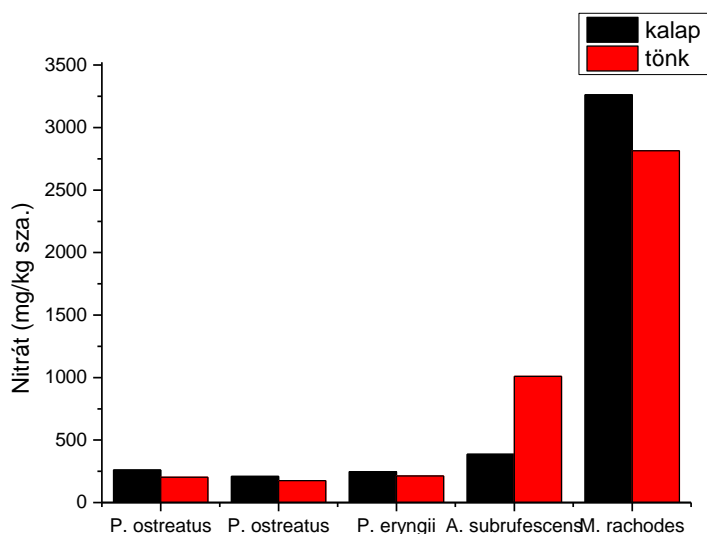
5. ábra.: A nitrát felhalmozó taxonok összehasonlítása.

3. A mért magas nitrát koncentrációk lehetséges okaként jöhetne szóba a talaj (környezet) magas vagy extrém magas nitrát szintjének (szennyezésnek) lehetősége. E hipotézist azonban éppen az cáfolja, hogy ugyanezen termőhelyről származó más fajok mintái nem bizonyultak felhalmozónak (pl. a bakonyi Farkasgyepűről származó minták esetében). A talált felhalmozó taxonok első csoportja (*Clitocybe* és *Lepista* fajok) a *Tricholomataceae* család, a másik fajcsoport (*Macrolepiota*-k) viszont az *Agaricaceae* család tagjai. A felhalmozódás lehetséges okai között valószínűbbnek látszanak olyan élettani (biokémiai) tényezők, melyek a termőtestekben lejátszódó nitrát metabolizmussal, a nitrátot továbbalakító enzimrendszerrel függhetnek. Feltehető pl. formálisan az, hogy a talált taxonokban a nitrát redukáz rendszer részleges gátolt, ami magasabb nitrát szintet eredményez.

4. A vizsgált gombák esetében lehetséges a vadontermő és a termesztett fajok összevetése. Megállapíthattuk, hogy a leggyakoribb termesztett gombák döntő része igen alacsony nitrát szintű, bizonyos kivételt jelentettek a csiperke (*Agaricus bisporus*)

termőtestek adatai (ld. 4. táblázat). A helyzet értelmezéséhez az is hozzátartozik, hogy egyedül csiperke komposztjának előállításához használnak állati eredetű anyagokat, ami az alapanyag tetemesen magasabb nitrogén (beleértve a valószínűen több nitrátot is) szintjét okozza. Az egyéb termesztési szubsztrátok (különösen, ha faanyagot, fűrészport stb. tartalmaznak) nitrát koncentrációja várhatóan nem jelentős.

5. Öt esetben (három laska, és két csiperke mintában) elemezhettük termőtestek két fő részében, a kalapban és a tönkben mérhető nitrát szinteket. Az így csoportosított adatok (6. ábra) szerint négy esetben a kalap nitrát tartalma felülmúlja a tönk értékét, de egy esetben (*Agaricus subrufescens*) a tönkben mért érték több mint kétszerese a kalapban mérhetőnek. A finomabb termőtest frakcionálás adatai (kalapbőr, kalaphús, termőlemezek és tönk mintákra) a *Lentinula edodes* (shii take) gomba esetében állnak rendelkezésre: az egyes frakciók igen hasonló nitrát szintet mutatnak, jelentősebb, markánsabb különbség nélkül. A rendelkezésre álló, eddigi adatok tehát nem valószínűsítik a termőtesten belüli nitrát megoszlás tényét.



6. ábra.: Gombák termőtestrészeinek nitrát tartalma.

6. A tartósított (konzerv) készítmények egyike sem tartalmazott jelentős nitrát mennyiséget (amiben nyilvánvalóan az adalékok alacsony nitrát szintje is szerepet játszik). Ha a csiperkegomba készítmények mért alacsonyabb szintjét (178-231 mg/kg szá.) a nem tartósított csiperkék nitrát koncentrációival (átlagban 562 mg/kg szá.) összevetjük, számottevő csökkenést regisztrálhatunk. A jelenség magyarázata lehet, hogy a tartósítás folyamatai sok anyagnak, így a nitrátnak is részleges kioldódásával járnak.

7. A gombák nitrát szintjének élettani (táplálkozási, toxikológiai) értékelése komplex kérdés. Rögzítenünk kell, hogy a szakirodalom szinte alig tartalmaz használható információt. Ilyennek számít Chan és mtsai (2011) néhány adata, melyek a Hong Kong piacáról származó öt gombafaj nitrát tartalmait közlik, sok-sok növény feldolgozása mellett. Idézett szerzők adataikat a friss gomba tömegegységére adják meg, legnagyobb értéket a csiperkére (65mg/kg), ha ezen értéket közelítőleg átszámítjuk száraztömegre, 620-650 mg/kg szá. koncentrációt kapunk, azaz a vizsgálatunkban tapasztaltakkal nagyon megegyezőt.

8. Az élelmiszerekkel naponta bevihető (ADI) nitrát értéke legfeljebb 3.65 mg/ttkg (Szigeti, 2010). A felhalmozónak bizonyult fajok adataiból elvégezhető egy számítássorozat (8. táblázat), melynek alapfeltételezése: a 70 kg-os ember számára 255 mg nitrát a még bevihető napi nitrát mennyisége. A táblázatban feltüntettük, hogy 100 g friss gomba (=10 g száraz tömeg) személyenkénti feltételezett fogyasztása e fajokból a megengedett mennyiség hány százalékát jelenti. Megállapítható (a feldolgozott fajok adatai alapján): kicsi az esélye annak, hogy csak gomba révén vegyük fel a teljes megengedett mennyiséget, ehhez 300-350 g friss gomba napi elfogyasztása szükséges, persze az adott fajokból. Más kérdés viszont, hogy a napi nitrát felvétel több más tényezőtől tevődhet (tevédik) össze (víz, más élelmiszerek, különösen bizonyos zöldségfélék), azaz a felhalmozónak látszó gombák jelentős arányt (27-29 %-ot) képviselhetnek a napi bevitelben.

8. táblázat.: A nitrát felhalmozó gombafajok révén felvehető nitrát számított mennyiségei		
A vizsgált faj	100 g friss gombával bevihető átlagos nitrát mennyiség (mg)	Az így felvett mennyiség az ADI százalékában
Macrolepiota procera	6.27	<b>2.45</b>
Macrolepiota rachodes	18.77	<b>7.36</b>
Lepista nuda	58.44	<b>22.91</b>
Lepista irina	72.38	<b>28.4</b>
Lepista personata	55.58	<b>21.8</b>
Clitocybe nebularis	69.83	<b>27.4</b>
Clitocybe odora	17.66	<b>6.92</b>



1



2



3



4



5



6



7

7. ábra: Nitrát felhalmozó gombafajok.

1. *Macrolepiota procera*
2. *Macrolepiota rhacodes*
3. *Lepista nuda*
4. *Lepista irina*
5. *Clitocybe nebularis*
6. *Lepista personata*
7. *Clitocybe odora*

## Összefoglaló

---

A nitrátok, -mint ionos, oldható, felvehető és metabolizálható nitrogén források - nemcsak fontos szereplői a nitrogén körforgásnak, hanem az állatok és az ember számára közismert toxikológiai szerepűek is (methemoglobinémia). Jelentős adatbázis áll rendelkezésre a vizek, talajok nitrát szintjéről, a növények nitrát felvételéről, a nitrát anyagcseréről, illetve az állati és humán mérgezésekről, beleértve a kérdés ökotoxikológiai hátterét is. Alig rendelkezünk azonban adatokkal a gomba termőtestek nitrát szintjéről, az ezt befolyásoló tényezőkről, különösen pedig arról, hogy szükséges-e korlátozni bizonyos fajok fogyasztását nitrát tartalmuk miatt.

Jelen vizsgálatok célja volt elsődleges adatokat szolgáltatni közönséges, ehető nagygomba fajok termőtesteinek nitrát koncentrációjáról, különösen azért, mert ilyen adatokat a szakirodalom eddig nem közölt. A vizsgálatok objektumait a SZIE ÁOTK növénytan tanszékének mintagyűjteménye szolgáltatta. A méréseket a mintákból készített vizes és fehérje-mentesített kivonatokból végeztük spektrofotometriás módszerrel, majd az adatokat a termőtestek szárazanyag egységére vonatkoztattuk (NO<sub>3</sub> mg/kg száraz tömeg).

Az eredményeként kapott adatbázist több szempont szerint csoportosítottuk. A legfontosabb megállapítások:

1. A vadon élő, szaprotróf gombák hét taxonja mutat magasabb, jelentős vagy igen jelentős nitrát tartalmat: a szürke tölcsérgomba (*Clitocybe nebularis*: 6983 mg/kg szá.; *Clitocybe odora*: 1766 mg/kg szá.), a lila, az illatos és a lilatönkű pereszke (*Lepista nuda*, *L. irina* és *L. personata*: átlagosan 5844 mg/kg szá., 7238 mg/kg szá, illetve 5558 mg/kg szá), továbbá a piruló őzlábgomba (*Macrolepiota rachodes*: 1877 mg/kg szá) és a nagy őzlábgomba (*M. procera*: 627 mg/kg szá) mintái. Bár a különböző helyről és időből származó minták között jelentős különbségek is vannak, kiemelkedő nitrát tartalmuk kétségtelen. Valamennyi egyéb vizsgált szaprotróf faj esetében 2-300 mg/kg nitrát tartalmakat találtunk.

2. A mikorrhizás fajok mintáiban (n=27) kiugró érték nem volt, az összes minta átlagában a nitrát szint 219 mg/kg szá, a talált koncentrációk 150 és 450 mg/kg közöttiek.

3. A fán élő gombafajok valamennyi mintájának (n=24) átlaga (228,6 mg/kg szá.) lényegében megegyező a mikorrhizások átlagával, de a mért értékek még szűkebb intervallumban helyezkedtek el.

4. A termesztett gombákat 8 faj különféle fajtáinak termőtestei képviselték (összesen 26 mintával), mely adatok átlagos nitrát tartalma 333,6 mg/kg szá, de mintáink döntő többsége itt is 250 mg/kg érték alatti.

A bemutatott adatsor alapvetően az ehető gombák nitrát-tartalmának –s így táplálkozási kockázatának- alacsony voltát bizonyítja, rámutatva ugyanakkor a hét, szaprotróf táplálkozású taxonban következetesen tapasztalt magasabb nitrát szintre (nevezhetjük nitrát felhalmozódásnak is). Ezek mikológiai és egyéb okainak feltárásához további vizsgálatok, adatok szükségesek, a taxon függőnek látszó nitrát felhalmozódások ténye azonban kétségtelen.

## Summary

---

Nitrates as ionic, soluble useful nitrogen sources are not only important components (factors) in the biological nitrogen cycle, but have a well known toxicological role for animals and humans (nitrate-nitrite poisoning: methaemoglobinemia). Important basis of data is available on nitrate level of waters, soils, on uptake of plants and on their occasional accumulation, on NO<sub>3</sub> metabolism and on poisoning of animals and humans, including the ecotoxicological relations. Practically we do not have data on nitrate level of higher mushrooms and on its regulating factors especially.

Aim of recent investigation was to produce primary data on nitrate level of frequent edible mushroom species especially because food chemical, toxicological or mycological data were not published. Objects of our study were obtained from the sample collection of botanical department (Faculty of Veterinary Science, Szent István University). Nitrate contents were determined with a spectrophotometric method from the water extract (after a deproteinization), the data were given in mg NO<sub>3</sub>/kg dm.

Data of investigations were grouped and estimated from different aspects. The main conclusions:

1. Seven taxa of saprotrophic wild growing species had remarkable average nitrate level ( *Clitocybe nebularis* (6983 mg/kg dm.), *Clitocybe odora* (1766 mg/kg dm.), *Lepista nuda* (5844 mg/kg dm.), *L. irina* (7238 mg/kg dm.), *L. personata* (5558 mg/kg dm.), *Macrolepiota rachodes* (1877 mg/kg sza.) and slightly *Macrolepiota procera* (627 mg/kg dm.). Although the samples were originating from different habitats and different years their accumulating character for nitrates seems to be doubtless. The other examined saprotrophic species had only 2-300 mg/kg nitrate contents.

2. Average nitrate content of mycorrhizal species is 219 mg/kg dm., which is similar to average of mushroom group No. 1 without extreme values. The estimated concentrations were between 150 and 450 mg/kg dm.

3. Nitrate level of wood destroying fungi (n=24) had essentially identical with the former group but the measured concentrations were in more restricted interval.

4. Cultivated mushroom samples (different varieties of eight species) (n=26) had higher average NO<sub>3</sub> content (333,6 mg/kg dm.) than the samples from former groups but significant majority of samples had a nitrate level under 250 mg/kg dm.

The demonstrated groups of analytical data had verified the low nitrate character of the frequent edible higher mushrooms but seven saprotrophic taxa simultaneously had higher

or remarkable higher nitrate level (which can be defined as accumulation). The mycological and other reasons of these are unknown, further investigations and data are required for the discussion. The nitrate accumulation is doubtless and it is seems to be depend from the systematic taxa.



## Irodalomjegyzék

---

- ABUZINADAH, R. A. & READ, D.J.: The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. *New Phytologist*, 1986. 103, 481-493.
- ADAM, M. A. & ATTIWILL, P. M.: Nitrogen mineralization and nitrate reduction in forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 1982. 14, 197-202.
- AHMAD, I., CARLETON, T. J., MALLOCH, D. W. & HELLEBUST, J. A.: Nitrogen metabolism in the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor*. *New Phytologist*, 1990. 116, 431-441.
- AKKERSDIJK, E. M., MALESTEIN, A., TAVERNE, M. A. M. , VANKLOOSTER, A.: On the pathogenesis of abortion in acute nitrite toxicosis of pregnant dairy cows. *Theriogenology*, 1990. 33, 5, 1075-1089.
- AMIRZADEH, B., GAHRI, H., MOKHTARI, B., TALEBI, A.: Effects of a multi-strain probiotic (PrimaLac) on performance and antibody responses to Newcastle disease virus and infectious bursal disease virus vaccination in broiler chickens. *Avian Pathology*, 2008. 37, 509-512.
- APAJALAHTI, J., KETTUNEN, A., PEURANEN, S., RAUTONEN, N., SAARINEN, M., TIIHONEN, K.: Combination of polydextrose and lactitol affects microbial ecosystem and immune responses in rat gastrointestinal tract. *British Journal of Nutrition*, 2004. 91, 905-914.
- AWAD, W. A., GHAREEB, K., ABDEL-RAHEEM, S., BÖHM, J.: Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights and intestinal morphology of broiler chickens. *J. Poultry Science*, 2009. 88, 49-55.
- BANO, Z. & RAJATHAM, S.: Pleurotus mushrooms. Biotransformations of natural lignocellulotic waste. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, Mysore, India, 1989. 28. 31-123.
- BOTTON, B. & CHALOT, M.: Nitrogen assimilation: Enzymology in ectomycorrhizas. *Mycorrhiza, Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology*, Heidelberg: Springer-Verlag, 1995. 325-363.
- BOWEN, G. D. & SMITH, S. E.: The effects of mycorrhizas on nitrogen uptake by plants. *Ecological Bulletins*, 1981. 237-334.
- BRESINSKY, A. & SCHNEIDER, G.: Nitratreduktion durch Pilze und die Verwertbarkeit des Merkmals für die Systematik. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1975. 3, 129-135.
- CHAN, C. H. Y., CHEN M. Y. Y., CHUNG. S. W. C., HO, Y. Y., TONG, K. S. K., TRAN J. C. H, XIAO Y.: Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in Hong Kong. *Food Additives and Contaminants B*, 2011. 4, 1, 34-41.
- CLÉMENT, A. GARBAYE, J. & LE TACON, F. : Importance des ectomycorhizes dans la résistance au calcaire du Pin noir (*Pinus nigra* Am. ssp *nigricans* Host). *Oecologia Plantarum*, 1977. 12, 111-113.

- COPIKOVA, J., ERBAN, V., JABLONSKY, I., KOVARIKOVA, E., MICKOVA, K., SPEVACEK, J., SYNYTSYA, A.: Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: structure and potential prebiotic activity. *Carbohydr. Polym.*, 2009. 76, 548–556.
- CUMMINGS, J. H. & MACFARLANE, G. T.: Gastrointestinal effects of prebiotics. *British Journal of Nutrition*, 2002. 87, 145-151.
- DANAI, O., LEVANON, D., SILANIKOVE, N.: Composted cotton straw silage as a substrate for *Pleurotus* spp. cultivation. *Biol. Wastes*, 1988. 25, 219-226.
- DANESHMAND, A., KARIMI, A., SADEGHI, G. H., VAZIRY, A.: Effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with and without probiotic on growth performance and some blood parameters of male broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 2011. 170, 91-96.
- FERNANDEZ, F., HINTON, M., VAN GILS, B.: Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella enteritidis* colonization. *Avian Pathology*, 2002. 31, 49-58.
- FINLAY, R. D., FROSTEGARD, A., SONNERFELDT, A. N.: Utilization of organic and inorganic nitrogen sources by ectomycorrhizal fungi in pure culture and in symbiosis with *Pinus cordata*. *New Phytologist*, 1992. 120, 105-115.
- FRANCE, R. C. & REID, C. P. P.: Pure culture growth of ectomycorrhizal fungi on inorganic nitrogen sources. *Microbial Ecology*, 1984. 10, 187-195.
- GÉNÉRÉ, B.: Evaluation en jêne plantation de 2 types de plants de Douglas mycorhizés artificiellement par *Laccaria Laccata*. *Annales des Sciences Forestières*, 1995. 52, 375-378.
- GIANNENAS, I., KONTOPIDIS, S., KYRIAZAKIS, I., MAVRIDIS, S., PAPPAS, I. S., SKOUFOS, J.: Performance and antioxidant status of broiler chickens supplemented with dried mushrooms (*Agaricus bisporus*) in their diet. *Poultry Science*, 2010. 89, 303–311.
- GUO, F. C., SAVELKOULZ, H. F. J., KWAKKEL, R. P., WILLIAMS, B. A., VERSTEGEN, M. W. A.: Immunoactive, medicinal properties of mushroom and herb polysaccharides and their potential use in chicken diets. *World's Poult. Sci. J.* 2003. 59, 427-440.
- HODGSON, E.: *A textbook of Modern Toxicology*. Raleigh, North Carolina: John Wiley & Sons, 2010. 40-41.
- HOFFMAN, S. B., KELLEY, S. T., OEHME, F. W.: Effect of Chronic Dietary Nitrates on Canine Thyroid Function. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1974. 27, 200-203.
- JUBB, K. V. F., KENNEDY, P.C., PALMER, N.: *Pathology of domestic animals*. San Diego: Academic Press, 1993.4, 3, 208.
- KARSAI, F & VÖRÖS, K.: *Állatorvosi belgyógyászat 2. kötet, A lovak, a kérődzők és a sertések betegségei. 2. kiadás*, Budapest: PRIM-A-VET Állatgyógyászati Kft. 2002, 534-535.
- KILLHAM, K.: Nitrification in coniferous forest soils. *Plant and Soil*, 1990. 128, 31-44.

- KUYPER, T. W. & BOKELOH, D. J.: Ligninolysis and nitrification in vitro by a nitrotolerant and a nitrophobic decomposer Basidiomycete. *Oikos*, 1994. 70, 417-420.
- KUYPER, T. W. & VERSCHOOR, B. C.: Enhancement of nitrification rates in vitro by interacting species of saprotrophic fungi. *Mycological Research*, 1995. 99, 1128-1130.
- LANG, E. & JAGNOW, G.: Fungi of s forest soil nitrifying at low pH values. *FEMS (Federation of European Microbiological Societies) Microbiology Ecology*, 1986. 38, 257-265.
- LEE, C., WEISS, R., HORVATH, D. J.: Effect of nitrogen fertilization on the thyroid function of rats fed 40 % orchard grass diets. *J. Nutr*, 1970. 100, 1121-1126.
- LEHEL, J. & VETTER, J.: Növényi eredetű mérgezések és méreganyagok állatokban. Budapest: A/3 Nyomdaipari és Kiadói Szolgáltató Kft. 2008. 127-129.
- LELLEY, J.: A gombák gyógyító ereje. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1999. 10-11.
- LUNDEBERG, G.: Utilisation of various nitrogen sources, in particular bound soil nitrogen, by mycorrhizal fungi. *Studia forestalia Suecica*, 1970. 79, 1-95.
- MARSHNER, H., HAUSSLING, M. & GEORGE, E.: Ammonium and nitrate uptake rates and rhizosphere-pH in non-mycorrhizal roots of Norway spruce. *Trees*, 1991. 5, 14-21.
- MIR, S. A.: A rapid technique for determination of nitrate and nitric acid by acid reduction and diazotization at elevated temperature. *Analytica Chimica Acta*, 2008. 620, 183-189.
- MURPHY, M.: *A Field Guide to Common Animal Poisons*, Ames: Iowa State University Press, 1996. 137-138.
- PLASSARD, C., SCHEROMM, P. & SALSAC, L.: Effect of nitrate and ammonium nutrition on the metabolism of the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma clyndosporum*. *New Phytologist*, 1990. 114, 227-234.
- PLUMLEE, K. H.: *Clinical Veterinary Toxicology*. Saint Louis, Missouri: Mosby, 2004. 127-130.
- RODER, J. D.: *Veterinary Toxicology*. Auckland, Oxford, Johannesburg, Melbourne, New Delhi: Butterwoth-Heinemann Press, 2001. 205-208.
- SARJALA, T.: Effect of nitrate and ammonium concentration on nitrate reductase activity in five species of mycorrhizal fungi. *Physiologia Plantarum*, 1990. 79, 65-70.
- SZIGETI, T.J.: Nitrát- és nitrit vegyületek jelentősége az élelmiszerekben. *Élelmiszervizsgáló Közlemények*, 2010. 66, 4, 231-246.
- TAKAYA, N.: Dissimilatory nitrate reduction metabolisms and their control in fungi. *Journal of Bioscience and Engineering*, 2002. 94, 6, 506-510.
- THOMSON, B. D., GROVE, T.S., MALAJCZUK, N., HARDY, G. E. STJ.: The effectiveness of ectomycorrhizal fungi in increasing the growth of *Eucalyptus globulus* Labill. in relation to root colonization and hyphal development in soil. *New Phytologist*, 1994. 114, 441-447.

YANG, Y. & FENG, W. S.: Brochures of Isolation and Extraction of Chemical Components from Herbs. Beijing, China: Chinese Herb Medicine Press, 1998.

YANG, G. L., MA, L., WANG, Y.W., WANG, Y.: Physiology and biochemistry of lignocellulose utilization by *Pholiota nameko*. Proc. First Int. Conf. Mushroom Biol. Mushroom Products, Hong Kong, 1993. 17, 163–168.

YUAN, Y. L., FANG, B. T., ZHANG, Y. X.: Efficacy of polysaccharides as an adjuvant against Avian Pasteurellosis in chickens. J. Trad. Chin. Vet. Med., 1993. 3, 6-10.

WHO: Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for Drinking-water Quality, World Health Organization, Geneva. 2003. 56, 03-04.

WOOD, P. M.: Monooxygenase and free radical mechanisms for biological ammonia oxidation. In The Nitrogen and Sulphur Cycles (ed. J. A. COLE & S. J. FERGUSON) Cambridge: Cambridge University Press, 1988, 219-243.

ZUMFT, W. G.: Cell biology and molecular basis of denitrification. Microbiol. Mol. Biol. Rev., 1997. 61, 533-616.

#### **TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE:**

1. ÁBRA: TAKAYA, N.: Dissimilatory nitrate reduction metabolisms and their control in fungi. Journal of Bioscience and Engineering, 2002. 94, 6, 506-510.

2. ÁBRA. : Magyarország nitrát érzékeny területei  
[http://terkep.air.gov.hu/website/nitrat\\_49\\_vs\\_27blokk/viewer.htm](http://terkep.air.gov.hu/website/nitrat_49_vs_27blokk/viewer.htm)

4. ÁBRA: A képeket Dr. Vetter János és Kupó Bálint készítette.

1. TÁBLÁZAT: Takarmány és ivóvíz megengedett nitrát tartalma. MURPHY, M.: A Field Guide to Common Animal Poisons, Ames: Iowa State University Press, 1996. 137-138.

7. ÁBRA: 1; 3; 5; 7.fotók: Dr. Vetter János felvételei.

2. fotó:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Macrolepiota\\_rhacodes\\_20061022wb.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Macrolepiota_rhacodes_20061022wb.jpg)

4. fotó : [http://www.pilzepilze.de/piga/pics/lepista\\_irina\\_gm2.jpg](http://www.pilzepilze.de/piga/pics/lepista_irina_gm2.jpg)

6. fotó : <http://static.panoramio.com/photos/large/294444838.jpg>

letöltés időpontja: 2013. 11. 03.

## Mellékletek

---

### 1. melléklet: Szerzői jogi nyilatkozat

#### HuVetA - SZIA

#### ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: .....

Elérhetőség (e-mail cím):.....

A feltöltendő mű címe:.....

.....

A mű megjelenési adatai:.....

Az átadott fájlok száma: .....

---

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA és a SZIA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédt PDF formára konvertálja és szolgáltassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA és a SZIA egynél több (csak a HuVetA és a SZIA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy a átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban/SZIA-ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
  - a Szent István Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
  - a SZIE Állatorvos-tudományi Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
  - csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel).
- 

\* Jelen nyilatkozat az 5/2011. számú, *A Szent István Egyetemen folytatott tudományos publikációs tevékenységgel kapcsolatos adatbázis kialakításáról és alkalmazásáról* című rektori utasításhoz kapcsolódik, illetve annak alapján készült

Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**

- Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan. A HuVetA/SZIA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban/SZIA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2015. év .....hó .....nap

aláírás  
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

*A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgálta, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.*

*A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén*

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;
- a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;
- az Állatorvos-tudományi Kar és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,
- a nyílt hozzáférés támogatása.

*A SZIA Szent István Archívum a Szent István Egyetemen keletkezett tudományos dolgozatok tára.*

## 2. melléklet

### NYILATKOZAT

Alulírott ..... nyilatkozom, hogy szakdolgozatom,  
melynek címe.....  
.....  
tartalmi és formai szempontból teljes mértékben megegyezik azonos című, a .....  
évi TDK konferencián szerepelt dolgozatommal.

Budapest, 201. ....

.....  
a hallgató neve és aláírása