



NITRÁTMONITOROZÁS: ÚJ EFSA HATÁRÉRTÉK

A **klímaváltozás** hatására a **kukoricaszilázs** és **lucernaszilázs** jelentősége várhatóan csökken a következő évtizedekben a **száraz, kontinentális régiókban**, különösen az **öntözés nélküli területeken**. Helyüket egyre inkább a **korán betakarított gabona- és egynyári fűszilázsok** veszik át, amelyek a tejelő tehenek adagjának meghatározó komponenseivé válnak. Mivel ezeknél a kultúráknál **nehezebb a tápanyag-utánpótlás optimális időzítése**, a mért adatok azt jelzik, hogy **korlátozó nitrátkoncentrációk**

is előfordulhatnak. A napi bevitel csökkenthetősége ugyanakkor a **takarmánybázis más komponenseinek rendelkezésre állásától** is függ. Ezért az **őszi vetésű, korán betakarított modern gabona- és fűfajok** esetében különösen fontos a **megfelelő agrotechnikai gyakorlat** (műtrágya adagolása, kijuttatás ideje és formája), valamint a **szilázsok és szénák nitráttartalmának rendszeres ellenőrzése**, mint megelőző eszköz. Nézzük hát a tényeket és számokat...

Dr. Orosz Szilvia^{1,2}

Dr. Wagenhoffer Zsombor²

Dr. Bersényi András², Dr. Bajnok Márta²

Dr. Szentés Szilárd²

¹ÁT Kft., Gödöllő, ²Állatorvostudományi Egyetem, Takarmányozástani és Klinikai Dietetikai Tanszék

A krónikus nitráatterhelés jelentősége

A talajból a nitrogén **nitrát** formájában szívódik fel és így tárolódik addig, amíg annak egy részét a növények aminosavak, illetve növényi fehérjék szintézisére használják fel. Ismert, hogy a nitrogén-műtrágyák hatására, különösen akkor, ha az öntözéssel is társul, jelentősen megnőhet a növények NO₃-tartalma. Ezért napjainkban a nagy termelésű és állománylétszámú tejelő tehenészeteket kiszolgáló intenzív növénytermesztés eredményeként (részben a műtrágyázás hatására), a takarmánynövények nitráttartalma változó képet mutat.

A nagy nitráttartalom azonban kérdéses állatok esetében csak akkor okoz mérgezést, ha a bendőben

nitráttá alakul, majd a felszívódó nitrit gátolja az oxigén szállítását a vérben (hemoglobin átalakulása methemoglobinná). Fiatal növendék marhák esetében a légzési nehézségek és az oxigénhiány elhulláshoz is vezethet.

- A ritkán előforduló heveny nitrimérgezésnél nagyobb jelentősége van a tehenészeteket veszélyeztető **krónikus nitráatterhelésnek**, azaz amikor a terhelés ugyan folyamatos, de nem éri el a mérgezés szintjét. Nincsenek tipikus tünetei, a véreredmények nem jeleznek mérgezést, a májfunkció enzimértékei sem érik el a kritikus értéket.



- Ennek ellenére **szaporodási problémákat, a termékenyítési index romlását, a vetélések számának növekedését, az ellést követő zavarok súlyosbodását idézheti elő.** A hormonrendszerre gyakorolt hatás bizonyítéka, hogy 1600 ppm nitrát-N (7 g/kg szá. nitrát a TMR-ben) etetésekor a kora vemhes tehenek **progeszteronszintje alacsonyabb!** A szaporodásbiológiai problémák hátterében állhat a bendőben felszabaduló ammónia, illetve az, hogy **a nitrát a karotin A-vitaminná történő átalakításának hatékonyságát rontja,** illetve **gátolja a karotinoidok felszívódását.**
- A nitrátterhelés következménye lehet a **csökkent étvágy** is kérődzők esetében. A nitritek jelentős mértékű szelektív mikrobagátló hatással rendelkeznek. Feltételezhető, hogy a bendőbe kerülő nitrát egy részének nitritté történő átalakulása gátolja a bendő mikroflórájának megfelelő szaporodását és működését. A rost bontása a mikrobagátlás miatt csökkent mértékű lesz. Ilyen esetben tehát a TMR-rel bevitt rost a szükséges mennyiségben rendelkezésre áll ugyan, a tehén bendőjében élő mikroorganizmusok mégsem képesek megfelelő hatékonysággal lebontani. Gyakorlati tapasztalatok szerint **a bendőfolyadék összetétele (illózsírsav-tartalma)** ennek hatására megváltozik, ami súlyos következményekkel járhat és étvágycsökkenést eredményezhet.



A fenti információk alapján tehát nagy körültekintéssel kell a takarmányok nitráttartalmát figyelni, mivel telepméretű állategészségi problémát és jelentős gazdasági kárt okozhat. Miközben a krónikus terhelés szinte „láthatatlan”, tünetekkel nem járó következményei nehezen felismerhetőek.

Nitrátfelhalmozás a növényi szervezetben

A **talajból a nitrogén nitrát formájában szívódik fel** és ebben a formában tárolódik a fehérjeszintézis beindulásáig. Ismert, hogy

- a könnyen felvehető műtrágyák hatására megnő a növények NO_3 -tartalma (különösen jól akkumulál a zab, a rozs, a cirokfélék és a keresztesvirágúak),
- a szárazság/aszály pedig növeli a nitrátfelhalmozást a kukoricában,
- a fenofázis előrehaladásával csökken a nitrát-tartalom a növényben,
- a szilázsban lezajló fermentáció hatására a nitráttartalom csökkenhet (50%), de elsősorban káros erjedési folyamatok esetében történik meg a lebomlás!

Összességében megállapítható, hogy a takarmány-növény nitráttartalmát befolyásolja:



- az évjárat (időjárási körülmények), különös tekintettel a csapadék mennyiségére (az aszály növeli a nitráttérhelést),
- a műtrágyázás módja, mértéke és időbeli elosztása (a kora tavaszi betakarítás és a műtrágyázás közötti

- idő hossza kritikus, ha nincs időben csapadék),
- a tarlómagasság: a nitrát az alsó szárrészekben halmozódik fel,
- a kaszálás: a fenofázis (a fiatalabb növény több nitrátot tartalmaz).

Tömegtakarmányok nitráttartalma

Lucernaszéna, lucernaszilázs: A lucernaszéna normál nitráttartalma **10–20 mg/kg** szárazanyag, míg a 50 mg/kg szárazanyag-tartalom már mérgezést okozhat. Mivel a lucernaszilázs és lucernaszéna gyakran együtt szerepel a TMR-ben, érdemes külön-külön meghatározni a nitráttartalmukat.

Fűszilázs: Az Egyesült Királyságban 2015–2019 között elemzett fűszilázsok **éves átlagos nitráttartalma 2,1–3,7 g NO₃/kg szá.** között változott, az **ötéves átlag 2,6 g NO₃/kg szá.** volt. Ez hasonló a **Hollandiában** mért értékekhez, ahol **1,6–3,9 g/kg szá.** között volt a tartomány, az **átlagos érték szintén 2,6 g/kg szá.** volt.

Kukoricaszilázs: A mért értékek **1,4 és 2,3 g NO₃/kg szá.** között változtak a **1997–2002** között gyűjtött minták alapján Európában.



Régi határérték

Az alábbiakban néhány, a gyakorlatban is alkalmazott ajánlást mutatunk be (1-2. táblázat) a TMR nitráttartalmára vonatkozóan. A Kentucky Cooperative Extension Service (**szaktanácsadó szolgálat**) ajánlása szerint (Arnold et al., 2025), a

kérdzők takarmányának nitráttartalma maradjon 5 000 ppm (NO₃) alatt a szaporodásbiológiai zavarok elkerülése érdekében. Az irányelveket az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat Irányelvek a takarmány nitrátkoncentrációira vonatkozóan (Arnold et al., 2025)

TMR (NO ₃) szá	Etetési javaslat
< 5,000 ppm (<5 g/kg szá.)	Általában biztonságos a szarvasmarhák számára. Ugyanakkor vemhes és fiatal állatok esetében körültekintően kell eljárni, ha a nitrátszint megközelíti az 5000 ppm-et, és ilyenkor ajánlott a takarmányt más, alacsonyabb nitráttartalmú takarmányokkal hígítani.
5,000 –10,000 ppm (5–10 g/kg szá.)	Hígítsuk más takarmányokkal, és fokozatosan vezessük be az etetést. Vemhes állatok esetében a magasabb nitráttartalmú takarmány ne haladja meg a teljes szárazanyag 50%-át.
>10,000 ppm (>10 g/kg szá.)	Nagyon veszélyes, akut nitrátmérgezést és elhullást okozhat szarvasmarhákban. Tilos etetni!

Átváltás: NO₃%/4,4 = NO₃- N %

Más, szintén korábban használt **nitrát-határérték, illetve a tünetek és gyakorlati ajánlások** a 2. táblázatban találhatóak. Az Egyesült Államok számos

egyetemének a **szaktanácsadó szolgálat**a az alábbi **gyakorlati irányelveket** alkalmazza és javasolja a gyakorló szakembereknek.



2. táblázat Nitrát-határértékek és javaslatok (Drewnoski et al, 2019)

Nitrát-tartalom g/kg szá.	Nitrát/nitrogén- tartalom (ppm szá.)	Etetési javaslat
< 4,4	<1012	Biztonságos
4,4-6,6	1012-1518	Biztonságos nem vemhes állatok számára. 50%-ra csökkentjük az adagot. A takarmányfelvételt csökkentheti. Lassú tejtermelés-csökkenést és egyes esetekben vetélést okozhat.
6,6-8,8	1518 -2024	Csökkentjük 50%-ra a terhelt adagot. Hígítsuk. A fenti tünetek jelentkezhetnek, esetenként elhullás.
8,8-15,4	2024-3542	Csökkentjük a terhelt adagot 35-40%-ra. NE ETESSÜK VEMHES ÁLLATTAL!
15,4-17,6	3542-4048	Csökkentjük a terhelt adagot 25%-ra. NE ETESSÜK VEMHES ÁLLATTAL!
>17,6	>4048	Toxikus - NE ETESSÜK!

Átváltás: $NO_3\%/4,4 = NO_3 - N \%$

Az alábbi ajánlás életkor, vemhességi állapot és laktáció szerint tesz javaslatot az elfogadható legmagasabb értékekre (3. táblázat). Tehát nem lehet a nitráttartalmat egységesen megítélni. A fiatal borjak és a 6-15 hónapos szűz üszők sokkal érzékenyebbek,

mint a tehenek. A vemhes üszők és a tejelő tehenek (a vemhesség 180. napjáig) külön kategóriát képviselnek nitráttérhelhetőség szempontjából, míg a szárazonállók és a borjúnevelő anyatehenek esetében lehettünk eddig a legmegengedőbbek.

3. táblázat Nitrát-határértékek életkor, vemhességi állapot és laktáció szerint

	Megengedhető maximális konc. a TMR-ben	
	ppm szá. alapon nitrát-N	g/kg szá. nitrát
Borjú 6 hónapos korig	<700	3,1
Üsző borjú 6 hónapos kortól tenyésztésbevételeig	1000	4,4
Vemhes üsző	1500	6,6
Tejelő tehén (üres és a vemhesség 180. napjáig)	1500	6,6
Tejelő tehén (a vemhesség utolsó 100 napjában)	2500	11,0
Szárazonállók, ivarzó üszők, borjúnevelő anyatehén	2500	11,0

Átváltás: $NO_3\%/4,4 = NO_3 - N \%$

Új határérték!

Az EFSA (Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság) 2025-ben egy új határértéket állapított meg. Ez a **BMDL₁₀** érték, mely **64 mg nitrát/testtömeg-kilogramm/nap** felnőtt szarvasmarhák esetében. Ez az érték a vér methemoglobin (MetHb) szintje alapján került meghatározásra: a határérték alatti nitrátfelvétel nem okoz klinikai oxigénhiányos tüneteket. Látható, hogy a korábban a gyakorlatban alkalmazott határérték ennél lényegesen magasabb volt, és jelenleg újraértékelés alatt áll.

A maximum 64 mg nitrát/testtömeg-kilogramm/nap egy kifejlett tehén esetében az alábbi nitrátkoncentrációnak feleltethető meg a TMR-ben:

- 650 kg és 25 kg szárazanyag-felvételnél nagytejű csoportban: 1,66 g/kg szá. nitrát



- 650 kg és 30 kg szárazanyag-felvételnél nagytejű csoportban: 1,39 g/kg szá. nitrát
- 650 kg és 22 kg szárazanyag-felvételnél fogadó csoportban: 1,89 g/kg szá. nitrát
- 650 kg és 14 kg szárazanyag-felvételnél előkészítő csoportban: 2,97 g/kg szá. nitrát



Hazai adatok: kockázatelemzés

Egy hazai tanulmányunkban a **takarmány eredetű, krónikus nitrát-expozícióval** foglalkoztunk. A nitrát-tartalmat elemeztük a tejelő tehenek TMR mintáiban:

- frissen ellett teheneknél (1-30 nap ellés után, n=1911),
- nagytejű teheneknél (35-45 kg/nap/tehen, n=11276)
- előkészítő („close-up”) teheneknél (1-21 nap ellés előtt, n=2430).

Emellett intenzív, szántóföldi fűszilázsok (n=822) és korai betakarítású rozsszilázsok (n=1288) nitrátkoncentrációját is vizsgáltuk.

Az eredmények alapján azt állapítottuk meg, hogy amikor a hagyományos határértéket vettük alapul, akkor az átlagértékek a biztonságos tartományon belül maradtak. Azonban az **EFSA új ajánlása** szerint más következtetést kellett levonnunk:

- a **nagy tejtermelésű tehenek** esetében (650 kg testtömeg, 25 kg szárazanyag-felvétel) a TMR minták **átlagos nitráttartalma meghaladta a határértéket** (EFSA: 1,66 g/kg szárazanyag a takarmányban).
- a **frissen ellett tehenek** esetében (650 kg testtömeg, 22 kg szárazanyag-felvétel) az átlagos nitráttartalom **megközelítette a határértéket** (EFSA: 1,89 g/kg szárazanyag a takarmányban).
- az **előkészítő csoportban** (650 kg testtömeg, 14 kg szárazanyag-felvétel) etetett TMR-ek **mért átlagos nitráttartalma jóval az EFSA-határ alatt** volt (EFSA: 2,97 g/kg szárazanyag a takarmányban), így **biztonságosnak tekinthető**.



Az eredmények alapján a minták **3-5%-a** jelentett kockázatot a hagyományos határértékek szerint. Ugyanakkor az **EFSA által javasolt felső határértékeket** alkalmazva a magas kockázatú esetek aránya

16-38%-ra nőtt a különböző csoportokban. Ez arra utal, hogy a **krónikus nitrátterhelés** nem zárható ki, és annak lehetséges következményei (csökkent takarmányfelvétel, korai embrióelhalás, vetélés) elkerülhetők lettek volna szigorúbb nitrát-monitoring alkalmazásával.

A **korai betakarítás** miatt a magas nitráttartalom kockázata továbbra is fennáll a **korai betakarítású gabonaszilázsok** és a **szántóföldi, intenzív fűszilázsok** esetében. A **korai betakarítású rozsszilázsok** (áprilisi vágás, 2014-2022) átlagos nitráttartalma **3,6 g/kg szárazanyag (n=1290)** volt, míg az **intenzív fűszilázsoké** (2014-2022) **4,3 g/kg szárazanyag (n=736)**. Ez korlátozó tényező lehet.



Ezért az **őszi vetésű, korán betakarított modern gabona- és fűfajok** esetében különösen fontos a megfelelő **agrotechnikai gyakorlat** (műtrágya adag, kijuttatási idő és forma), valamint a **szilázsok nitráttartalmának rendszeres ellenőrzése**, mint megelőző gazdálkodási eszköz.

A levonható következtetések tehát attól függenek, **mely határértéket vesszük alapul**. A hagyományosan alkalmazott, **5 g/kg szárazanyag-os** határérték, amelyet évtizedeken át széles körben használtak, ma már azonban **elavultnak tekinthető**, mivel elsősorban a klinikai tünetek megjelenésére épült. A **szubklinikai nitrátterhelés** ezzel szemben nehezen észlelhető, de **jelentős gazdasági veszteséget** okozhat. Az **EFSA által javasolt küszöbérték** lényegesen **szigorúbb**, mint amit a gyakorlatban korábban alkalmaztak, és **aggályokat vet fel** a korai betakarítású tömeg-takarmányainkkal szemben.



Lehetőségek a nitráatterhelés megelőzésére

A nitráatterhelés **mértékének és gyakoriságának minimalizálása** érdekében számos **lépést meg kellene tennünk**:

- **Takarmány és víz vizsgálata:** gyanú esetében a TMR és a kockázatos takarmányok etetése előtt nitrátvizsgálat szükséges. A folyamatos mérés, TMR-monitorozás a legjobb prevenció. Gyanús tételek esetén a takarmányt hígítani kell vagy el kell hagyni.
- **Magas nitráttartalmú takarmány hígítása:** magas nitráttartalmú takarmányokat alacsonyabb nitráttartalmúakkal (pl. más szilázs) kell keverni, hogy csökkenjen a teljes adag nitrátkoncentrációja.
- **Fokozatos hozzászoktatás:** a magas nitráttartalmú takarmányokat fokozatosan kell bevezetni, hogy a bendőmikroflóra alkalmazkodni tudjon.
- **Betakarítási gyakorlat:** emeljük meg a tarló-magasságot, hogy elkerüljük a szár alsó, magas nitráttartalmú részeinek bekerülését; kerüljük a túl alacsony legeltetést.
- **Szilázsok/erjedés:** a fermentáció során a nitrát 30-60%-a lebomolhat, de **jó minőségű szilázsokban** a nitrátcsökkenés mérsékelt, míg **rossz erjedésűekben** jelentősebb.
- **Tápanyag-gazdálkodás:** a túlzott műtrágya- vagy hígtrágyahasználat nitrát-felhalmozódást okozhat. Az adagolás mellett a kijuttatás ideje is kulcsfontosságú. Őszi vetésű takarmánynövényeknél három kijuttatás ajánlott: ősszel, tél végén és március közepéig; a végső trágyázásnál a folyékony levéltrágya alkalmazása megbízhatóbb.
- **Kockázatos körülmények elkerülése:** aszály, fagy, borús idő vagy nagy dózisú trágyázás után késleltessük a legeltetést vagy a betakarítást, amíg a növény be tudja a nitrátot építeni a fehérjébe.
- **Legeltetés:** ne engedjük legelni a szarvasmarhákat olyan trágyázott gyepeken, ahol a növekedést aszály, fagy, jégeső vagy herbicidek visszavetették. Még környezeti stressz nélkül is előfordulhat magas nitrátszint, ha több nitrogénforrást (műtrágya, szerves trágya, pillangós elővetemény) kaptak. A legeltetés céljából vetett gabonanövények kora tavasszal, hűvös, borongós időben szintén magas nitráttartalmúak lehetnek – ezért legeltetés előtt nitrátvizsgálat javasolt.
- **Bendőstabilizálás:** ha a nitráatterhelés ismert, a cél a bendőflóra stabilizálása. Üzemi körülmények között az egyik lehetőség az **élő élesztő terápiás dózisban történő etetése** (tehén: 20-50 g/nap,

üsző: 16-40 g/nap; Howes, 2006), amíg a tünetek enyhülnek.

- **Etetési gyakoriság:** a napi kétszerinél gyakoribb etetés egyenletesebb nitráatterhelést biztosít, amihez a bendőbaktériumok jobban alkalmazkodnak.
- **A-vitamin- és karotin-kiegészítés:** a szaporodásbiológiai tünetek enyhíthetők A-vitamin és karotin kiegészítéssel, mivel a nitrát rontja a karotin A-vitaminná való átalakulásának hatékonyságát és gátolja a karotinoidok felszívódását.
- **Ásványianyag-kiegészítés:** Mo, Co, Fe, Mn, Mg – ezek segítik a nitrát és nitrit ammóniává történő lebontását (a molibdén a nitrát-reduktáz enzim alkotóeleme).
- **Egyéb adalékanyagok:** a propionsav-termelő baktériumok (bolus vagy por formában) akár 40%-kal is csökkenthetik a nitrát- és nitrítszintet a bendőben, de legalább 10 nap szükséges az alkalmazkodáshoz.
- **Megfelelő itatás:** biztosítsunk tiszta, alacsony nitráttartalmú ivóvizet, és kerüljük azokat a vízforrásokat, amelyek szennyeződhetnek.

Megítélésünk szerint a fenti információk alkalmasak az állomány nitráatterheltségének értékelésére, valamint az **állattenyésztési és növénytermesztési ágazatok közötti együttműködés** elősegítésére, illetve a **termesztéstechnológia** szükséges módosításaira vonatkozó javaslatok megfogalmazására **(különösen a korai betakarítású gabona- és fűszilázsok esetében)**.



Mi az, amit nem tudunk még?

A rendelkezésre álló adatok alapján azonban továbbra is vannak **megoldatlan kérdések és ismerethiányok**, ezért további kutatások szükségesek az alábbi területeken:

- **Krónikus expozíció hatásai:** hosszú távú, kontrollált kísérletek tejelő tehenekkel a szubklinikai hatások (tejtermelés, termékenység, egészség) pontosabb feltárására.
- **Toleranciahatárok különböző élettani állapotokban:** a vemhes, laktáló és stressz alatt álló tehenek biztonságos nitrát/nitrit határértékeinek jobb megértése.
- **Mikrobiális adaptáció dinamikája:** a bendőmikrobióta alkalmazkodásának üteme és mechanizmusa magasabb nitrát- és nitrit-szintekhez.
- **Kölcsönhatások más takarmányozási tényezőkkel:** hogyan befolyásolja az energiaszint, a bendőmódosítók (pl. ionofórok), a mikroelemek vagy az állat egészségi állapota a nitrát-toxicitás kockázatát.
- **Gyors helyszíni diagnosztika:** megbízhatóbb, terepi nitrát- és nitritmérési módszerek fejlesztése a kockázatkezelés támogatására.



Zárszó

A **nitrát/nitritmérgezés és a krónikus vagy szubklinikai nitrátherelés** továbbra is komoly kockázatot jelent a **tejelő szarvasmarhák számára**, különösen a **korán betakarított gabona- és fűszilázsok** esetében, illetve ha az állatok nincsenek adaptálva vagy **hirtelen fogyasztanak nagy nitráttartalmú takarmányt**. A **korai diagnózis, az azonnali beavatkozás és a megelőző gazdálkodás** (takarmányvizsgálat, hígítás,

fokozatos etetés, megfelelő betakarítási stratégia) **segít** a kockázatok mérséklésében.

Bár az akut esetek jól dokumentáltak, **további kutatás** szükséges a **szubklinikai hatások, a különböző élettani állapotokra vonatkozó biztonságos határértékek**, valamint a **helyszíni diagnosztikai módszerek fejlesztése** terén.

