

A GYEPRE ALAPOZOTT ÁLLATTENYÉSZTÉS SZEREPE ÉS AZ ÁLLATTENYÉSZTÉSSEL KAPCSOLATOS SZEMLÉLETVÁLTÁS SZÜKSÉGESSÉGE NAPJAINKBAN

PÓTI PÉTER - GYURICZA CSABA

ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény célja egy olyan tudományos összefoglalás, amely rendszerszerűen segít tisztázni az állattenyésztés - ezen belül kiemelten a kérődző állatok és a gyepre alapozott állattartás - helyét és szerepét a fenntartható fejlődés, az egészséges táplálkozás és a környezet védelme szempontjából. Az alsóbbrendű autotróf és heterotróf élőlények, anyagcseréjük révén, már a magasabb rendű vadonélő és használatok megjelenése előtt is befolyásolták környezetüket, ahogyan teszik ezt napjainkban is. A rostbontás, ezen belül a nyersrost legnagyobb hányadát kitevő cellulózbontás a természetben a talaj felszínén, a talajban vagy a magasabb rendű állatok szervezetében megy végbe. A bontást elsősorban mikrobiális szervezetek végzik, de végbemehet az ember által befolyásolt módon is, amely ökológiai szempontból meghatározza az ember számára való hasznosság mértékét. Bármelyik módon, azaz spontán a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy ipari technológia által, történik az elsődlegesen autotróf élőlények által létrehozott szerves anyagok bomlása a folyamat végén a helyi adottságok, a magasabb rendű állatokban történő hasznosulás vagy a technológia függvényében, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végeredményben az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében CO_2 és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és N_2 keletkezik. Az, hogy eközben az emberiség mit és milyen mértékben és hogyan hasznosít, azaz a szén és a nitrogén mikor, meddig és milyen szervesanyagokba épül be emberi beavatkozás esetén nagyrészt rajtunk múlik. Az erdők után a gyepek és legelők a Föld legfontosabb szárazföldi ökoszisztémái. A szárazföldi felület hozzávetőleg 26%-át gyepek borítják. Amennyiben ehhez hozzávesszük a szavannás, erdei, cserjés és tundra jellegű gyepeket is, úgy a Föld szárazföldi felszínének csaknem 40%-a gyepterület. A szakszerűtlen gyephasználat környezetkárosító, ugyanakkor a szakszerű gyephasználat és legeltetés mintegy 30-35%-ban járulhat hozzá az emberiség hús-, ennél kisebb mértékben tej-, valamint természetes ipari alapanyagok, így például a bőr és gyapjú ellátásához. Eközben javul a talaj termőképessége és csökken az erózió és a defláció kockázata. Megállapítható tehát, hogy nem elsősorban a kérődző használatok jelentenek környezeti kockázatot, hanem a szakszerűtlen állattartás, a nem megfelelő szakértelem, továbbá a mezőgazdasági, ezen belül az állattenyésztési alapanyagokat helyettesítő, vegyipari alapanyaggyártás. A növényevő állatok példát mutatnak korunk egyik legnagyobb problémájának megoldására, azaz a nagy mennyiségű biológiailag lebontható biomassza hasznosításra, ennek révén pedig a légkör és a talajvíz védelmére, valamint talajaink szervesanyag tartalmának növelésére. A kérdés csak az, hogy milyen mértékben és hogyan hasznosítja az emberiség a biológiailag lebontható biomaszt.

SUMMARY

Póti, P. - Gyuricza, Cs.: PRESENT ROLE OF GRASSLAND BASED ANIMAL BREEDING AND IMPORTANCE OF CHANGE OF ATTITUDE TOWARDS ANIMAL HUSBANDRY

This study aimed to briefly summarize scientific results to clarify the recent role of animal husbandry - especially grassland-based livestock production - regarding aspects of sustainable development, healthy nutrition, and environmental protection; to promote the national animal breeding sector. Wild superior living creatures and inferior autotroph and heterotroph organisms, even without farm animals, basically influence and control their environment through their metabolites. Circumstances (aerobic, anaerobic, temperature, humidity) under which appropriate organisms degrade cellulose (fibres) on the soil surface, soil, gastrointestinal tract of superior animals, or other industrial technology basically determine its beneficial value both from ecological and human aspects. Independent from how the degradation of organic materials - produced primarily by autotroph creatures - happens, either

in nature in microbes and superior animals or by human technologies, at the end of the process, the original status is set back. In the case of carbon CO_2 and methane, while nitrogen nitrogen-oxides and N_2 are produced. How and what materials are utilized in the meantime; when, how, and what organic materials are carbon and nitrogen fixed in; depend on humans. Besides forestlands, grasslands are among the most important land ecosystems. The terrestrial land surface of the Earth is 26% covered by continental grasslands, and regarding savannah, forest and shrub, and tundra grassland types, grasslands cover almost 40% of land areas. Unprofessional use of grasslands damages the environment, while professional grassland management and pasturing could provide 30-35% development in meat production, and smaller but significant increase in milk, leather, and wool supply, parallelly improving soil productivity decreasing soil erosion and deflation. In conclusion, ruminant livestock species are not the risk from the environmental point of view, but unprofessional management technologies and industrial production of agricultural and animal product imitations. Grazing animals show an example to solve one of the largest problems of this age: how to use the enormous amount of biologically degradable biomass, supporting the protection of atmosphere and ground-waters, and increasing organic matter content in the soil. How humankind uses biologically degradable biomass; how long and what organic materials are carbon and nitrogen fixed in; highly depends - in case of human interference - on humans.

BEVEZETÉS

Az állattenyésztés megítélése térségenként eltérő módon és mértékben idáig is változott attól függően, hogy az adott csoport, réteg, társadalom stb. létbiztonsága, megélhetése közvetlenül vagy közvetve mennyire függött az állattenyésztéstől, illetve az állattartástól. Az állattenyésztés és állattartás lehetőségeit egy adott régióban alapvetően meghatározták a helyi adottságok és lehetőségek, az adott kor adta technikai és technológiai színvonallal összefüggésben. Ez határozta meg a helyi állattenyésztéshez kapcsolódó szokások, hagyományok kialakulását, sőt bizonyos mértékig hatást gyakorolt a történelmi, társadalmi folyamatokra is. Napjainkra azonban a tudomány és technológia fejlődésének köszönhetően a termelés (alapanyag-előállítás, feldolgozás) nagyrészt elvált a fogyasztástól, valamint lehetőség nyílt a természetben előforduló növényi eredetű élelmiszerek kiváltására mesterséges alapanyagokból tej- és húskészítmény utánzatokat, pótlókat (pl. margarínokat, tejtermék imitátumokat, „múhúst”) készítenek, ezzel növelve a kínálatot.

Az urbanizációnak, az élelmiszer és információ dömpingnek köszönhetően a diktált trendek határozzák meg többek között az állati eredetű élelmiszerek és az állattenyésztés megítélését is, aminek hátterében üzleti érdekek állnak. A helyzetet súlyosbítja, hogy megfelelő, azaz tudományosan megalapozott, ismeretek hiányában a társadalom széles rétegei könnyen befolyásolhatók.

Ezért fontos a magyar állattenyésztés, de az egész magyar mezőgazdaság, sőt az élelmiszer- és környezetipar szempontjából is, hogy releváns, tudományosan megalapozott információkat, összefüggéseket közvetítsünk a társadalom felé; segítve ezzel egyrészt, hogy a lehetőségekhez képest erőforrásainkat ténylegesen a magyar állattenyésztés és a mezőgazdaság fejlesztésére fordítsuk, másrészt hozzájáruljunk az egészséges táplálkozáshoz, környezet és a vidék védelméhez.

A közlemény célja a szakemberek előtt már régóta ismert. Sok esetben a korábbi tananyagok részét képző, de tudományosan megalapozott adatok, információk olyan összefoglalója, ami az állattenyésztés helyét és szerepét - ezen belül kiemelten a kérődzőket és a gyepre alapozott állattartását - rendszerszerűen

tisztázza a fenntartható fejlődés, az egészséges táplálkozás és a környezet védelme érdekében. Ezzel segíteni kívánjuk a hazai állattenyésztés tudományosan megalapozott népszerűsítését, ezen keresztül pedig fejlesztését.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Állatok és a környezet (autotróf és heterotróf élőlények szerepe a környezet alakításában)

Az élet megjelenése óta az élőlények anyagcseréjük révén befolyásolják környezetüket. Részt vesznek a kémiai-biokémiai, biológiai és egyéb törvényszerűségek szerint az elemek körforgásában, és meghatározott rend szerint direkt módon hasznosítják a nap, illetve indirekt módon a különböző szerves vegyületekben tárolt formában jelenlévő és abból felszabaduló energiát.

Az autotróf élőlények, azaz a növényi szervezetek, szervesen vízben oldható „tápanyagokból” foto-, vagy kemoszintézis útján nyert energia felhasználásával építik fel a szervezetüket alkotó fehérjéket, zsírokat/olajokat, szénhidrátokat, vitaminokat, stb. Ezek közvetlen vagy közvetett „C” és „N” forrása a légkör CO_2 és N_2 tartalma. (Boross, 1993; Pál, 2013; Vadstein és mtsai, 2012; Cole és mtsai, 2014; Terrado és mtsai, 2017; Peirano és mtsai, 2019; Zhang és mtsai, 2020)

A heterotróf élőlények, azaz az állati szervezetek, elsődlegesen az autotróf szervezetek által szintetizált szerves anyagokat, azaz „táplálóanyagokat” (fehérjéket, zsírokat/olajokat, szénhidrátokat stb.) a szerves anyagok biológiai oxidációja révén közvetlenül vagy közvetve, más heterotróf szervezet közbeiktatásával, hasznosítják szervezetük felépítésére, illetve energia felszabadításra (Vadstein és mtsai, 2012; Cole és mtsai, 2014; Terrado és mtsai, 2017; Peirano és mtsai, 2019; Zhang és mtsai, 2020). Az autotróf szervezetek számára felvehető, hasznosítható formában a tápanyagok (C, N, K, P, stb.) az alsóbb és magasabb rendű heterotróf szervezetek együttes hatásaként kerülnek vissza a környezetbe. A heterotróf szervezetek anyagcseréjük során egyrészt gázokat, legnagyobb mennyiségben CO_2 -ot, valamint CH_4 -t és NH_3 -át, másrészt olyan szerves anyagokat bocsátanak ki, amelyek a talajélet, ezen keresztül a talaj táplálóanyag szolgáltató képességének fenntartásában meghatározóak (Boross, 1993; Pál, 2013; Terrado és mtsai, 2017).

Az elhalt alsóbb és magasabb rendű autotróf és heterotróf élőlények bomlása (rothadása, fermentálódása) is alapvető része az elemek körforgásának, amelyben a mikroszkopikus autotróf élőlények szerepe meghatározó jelentőségű.

Megállapítható tehát, hogy az alsóbb rendű autotróf és heterotróf élőlények a magasabb rendű élőlények jelenléte nélkül is döntő mértékben befolyásolják és szabályozzák környezetüket.

Fontos kiemelni, hogy ha valamilyen okból a rostbontás nem történik meg (lásd a következőkben) és megfelelő körülmények között lerakódnak a növényi maradványok, akkor potenciális fosszilis energiahordozóként (a napenergiát kémiai kötés formájában tárolva) felhalmozódnak és raktározódnak pl. lignit, barna- vagy feketekőszén formájában (Cooper, 2009; Pápay, 2011; Molnár, 2012; Ontl és Schulte, 2012; Gács, 2013; Hamed és mtsai, 2016; LeNoé és mtsai, 2019; Yao és mtsai, 2020). A rostbontás hiánya miatt tehát hosszabb ideig deponálódik a légköri széndioxidból származó szén. A földgáz- és kőolajtelepek a korábbi élő

szervezetek oxigénmentes környezetben végbemenő mikrobiológiai folyamatainak eredményei, ahol szintén a légköri széndioxid széntartalma halmozódott fel metán és más szerves szénvegyületek formájában.

*Magasabb rendű élőlények jelentősége az elemek körforgásában,
különösen a rostbontásban*

Az egyik alapvető problémát az okozza az állattenyésztés és az állattartás szakszerű megítélésével kapcsolatban, hogy a társadalom jelentős része nincs tisztában a növényevők és mindenevők közötti alapvető táplálkozás- és emésztés-élettani különbségekkel. Nem ismerik például a rost, azon belül a cellulózbontás jelentőségét és alapvető törvényszerűségeit. A cellulóz hidrolízisét végző celluláz aktivitás alapvetően a prokariótákra (baktériumokra) jellemző (*Bhat és Bhat, 1997; Mandels, 1975; Glick és Pasternak, 1989; Dienes, 2006; Galbe és Zacchi, 2012; Bajaj és Mahajan, 2019; Chakraborty és mtsai, 2020*). Rost-, és ezen belül cellulózbontást csak ezek az élőlények végeznek, így a szén körforgalomban elfoglalt helyük kulcsfontosságú. A magasabb rendű növényevő gerinces állatok csak ezek segítségével képesek a számukra táplálékot jelentő növények nagy rost- és kis energiatartalmú vegetatív részeit, így a növények szárát és levelét - amit takarmányozási szempontból tömegtakarmányoknak nevezünk - hasznosítani. A rost, ezen belül a cellulóz, hasznosítására tehát csak olyan magasabb rendű állatok képesek, amelyek tápcsatornájának egyes szakaszaiban szimbióta baktériumpopuláció él. Így volt ez a történelem előtti időkben élt, azóta kihalt növényevő gerincesek (pl. növényevő dinoszauruszok) esetében, de így van ma is valamennyi vadonélő és házasított növényevő haszonállatnál (a szarvasmarha, a juh és a kecske előgyomraiban, a ló, a nyúl és a lúd vakbelében stb.). Ezzel szemben a mindenevők - takarmányozási szempontból abrakfogyasztók – csak korlátozottan képesek a rostot (cellulózt) bontani. Emiatt főképp a növények generatív részeit (pl. gabonák-, hüvelyesek szemtermését, olajos magvakat) és természetes körülmények között az állati eredetű táplálékokat (pl. rovarokat, tojást, állati maradványokat) fogyasztják.

A természetben tehát, természetes körülmények között a rostbontás a magasabbrendű növényevő állatok emésztőcsatornájának egyes szakaszaiban szabályozott módon (pH, hőmérséklet, nedvesség, stb.) történik a táplálóanyagok mikrobiális „emésztése” révén. Napjainkban ezek közül a kérődzőket éri a legtöbb támadás. Csaknem egy évszázada minden takarmányozással kapcsolatos képzés alapja a kérődzők emésztésélettani folyamatainak ismertetése. Ezzel kapcsolatos folyamatok tudományos megalapozottságához nem fér kétség az új tudományos eredmények ismeretében sem, ezért ennek ismertetésétől eltekintünk.

Ki kell ugyanakkor hangsúlyozni, hogy az erre alkalmas növényevő gerinces állatok szervezetében jól és hatékonyan szabályozottak a bontási és hasznosulási folyamatok. A le nem bomlott hányad és a nem hasznosuló bomlástermékek a bélsár és vizelet révén, megfelelő körülmények között hatékonyan javítják a talaj termő-, tápanyag- és vízszolgáltató képességét, a talajéletet, stb. (*Hoffmann és mtsai, 2013; Caia és mtsai, 2019; Ozlu és mtsai, 2019; Tasi, 2019; Nauman és mtsai, 2020*). Ennek hatékonysága megfelelő technológia alkalmazásával, így például trágyakezeléssel, tovább javítható (*Gruber, 1954; Bánszki, 1993; Török és mtsai,*

2013; Hoffmann és mtsai, 2013; Palma, 2019; Innocent és mtsai, 2020; Nauman és mtsai, 2020).

A jelenlegi köztudattól, és sok esetben gyakorlattól, eltérően a növényevő állatok emésztési sajátosságait, azok evolúciós jellemzőit alapul véve, a tudomány és technológia adta lehetőségeket kihasználva az egyéb célra nem hasznosítható biológiailag lebontható biomassa irányított, szabályozott és kontrollált biológiai lebontási, átalakítási technológiájának kidolgozásánál ezt az „anyagátalakulási szabályozási formát” lenne célszerű alapul venni. Az alapvető különbség a technológiai megoldásokon túl az input anyagokban, a teljes folyamat tervezett véghezvitelében és a folyamatoptimalizálás céljában van. A növényevő állatok tehát példát mutathatnak korunk egyik legnagyobb problémájának a megoldására, azaz a nagymennyiségű kezeletlen biológiailag lebontható biomassa hasznosításra. Ennek révén lehetőség nyílna a légkör és a talajvíz védelmére, talajaink szervesanyag-tartalmának növelésére.

Nem szabad elfelejteni azt sem, hogy csak a növényevők képesek a nagy kiterjedésű gyepek, azaz a legelőterületek gyepnövényzetét természetes módon (technológiai megoldások nélkül) hasznosítani, azok állapotát legelésükkel, termőképeségüket pedig trágyájukkal érdemben javítani, miközben tejet, húst, bőrt, gyapjút, stb. biztosítanak az ember számára.

Bármelyik módon – spontán, a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy emberi technológia által tervszerűen véghezvitt folyamatban - történik a szerves anyag bomlása egy dolgot fontos kiemelni. A teljes folyamat végén, a konkrét helyi adottságok, illetve a magasabb rendű állatokban történő hasznosulás vagy technológia függvényében, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végső szinten az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében CO_2 és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és N_2 keletkezik. Ezek ugyanis a szén és nitrogén legstabilabb, energetikailag legkedvezőbb állapotai közé tartoznak (Howard és Farrington, 1958; Notheisz és Zsigmond, 2008; Roman-Perez és mtsai, 2010; Borsodi, 2013; Strangeland és mtsai, 2017; Ranjan és mtsai, 2019; Ulmer és mtsai, 2019; Vignesh és mtsai, 2020). Az, hogy eközben az emberiség mit és milyen mértékben, hogyan hasznosít, azaz a szén és nitrogén mikor, meddig és milyen szerves anyagokat alkot emberi beavatkozás esetén nagyrészt rajtunk, embereken múlik.

A talajban élő mikroorganizmusok szén és nitrogén körforgásban betöltött szerepe

Az üvegházhatású gázokkal kapcsolatosan a talaj két ellentétes irányú folyamatot reprezentál. A szén vonatkozásában egyrészt raktár funkcióját tölti be másrészt a CO_2 , metán és a nitrogén-oxidok képződése és emissziója is ide köthető. Ezek a folyamatok döntő mértékben a talaj mikrobiális életéhez, szervesanyagforgalmához, azaz biológiailag a N és C ciklusokhoz köthetők (Yamulki és Jarvis, 2002; Chapuis-Lardy és mtsai, 2007; Bardgett és mtsai, 2008; Voigt és mtsai, 2017; Abagandura és mtsai, 2019). A gáz emisszió mértéke jelentős mértékben függ a talaj aktuális víztartalmától, hőmérsékletétől, tápelem ellátottságtól és pH értékétől (Ludwig és mtsai, 2001; Schlauffer és mtsai, 2010; Oertel és mtsai, 2016; Hénault és mtsai, 2019; Wu és mtsai, 2020), továbbá az adott ökoszisztémától (1. ábra).

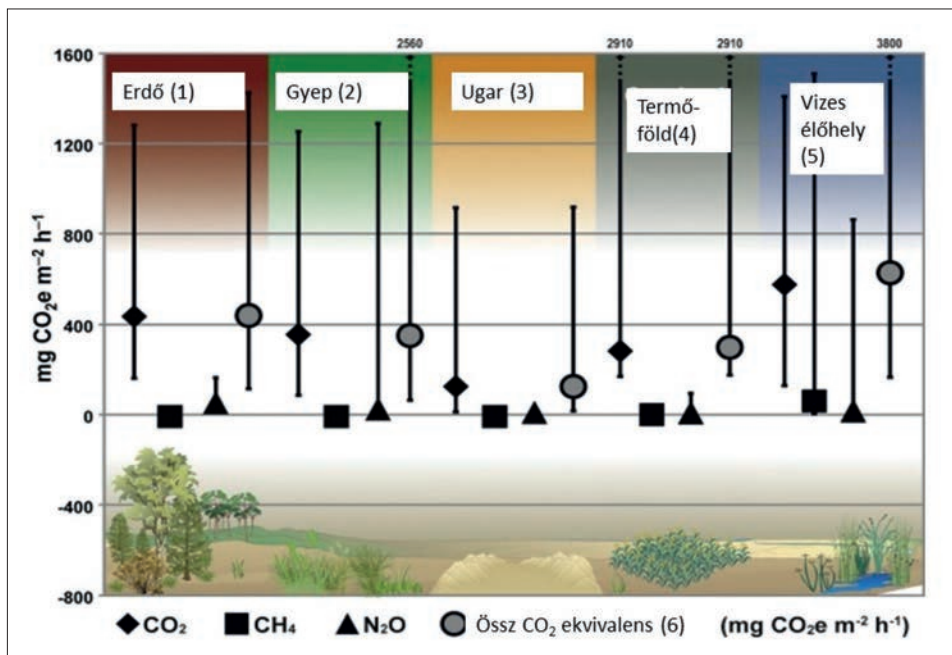
A talaj aerob közegben történő „légzése” - mely a széndioxid kibocsátást eredményez - természetes folyamat és a növényi gyökek mellett a talajban élő mikrobiológiai közösség és mikrofauna anyagcsere-folyamataiból tevődik össze. A gyökér általi kibocsátás akár a teljes respiráció 50%-át is elérheti, amelyet jelentős mértékben befolyásol a vegetációs időszak, a növény faja és fajtája (Hanson és mtsai, 2000; Gonzalez-Meler és mtsai, 2004; Wang és Liao, 2004; Busary és mtsai, 2015; Dusenge és mtsai, 2019; Collatli és mtsai, 2020; Krauss és mtsai, 2020). Az eltérő területek üvegházhatású gáz kibocsátásának vizsgálatakor a széndioxid mellett a metán esetében mutatkozik legnagyobb eltérés (1. ábra). Ma már egyre több információ ismert arra vonatkozóan, hogy a talaj eltérő művelése hogyan befolyásolja a légkörbe jutó CO_2 mennyiségét. A talajművelésnek a légköri CO_2 koncentrációt-növelő hatása elérheti akár az összes kibocsátás 5%-át emiatt egyre nagyobb szerepet kapnak a talaj C-készleteit megőrző és kímélő – és egyben alacsony CO_2 emissziót eredményező – talajművelési módok (Rádics és mtsai, 2015; Dusenge és mtsai, 2019).

Anaerob közegben a talaj szerves anyagából a metanogén baktériumok határára metán keletkezik, amelyet az oxidáló baktériumok részben CO_2 -dá alakítanak át. A metanotróf baktériumok anaerob közegben metánképzéssel, megfelelő mennyiségű oxigén jelenlétében pedig metánból CO_2 keletkezésével kapcsolódnak a metán forgalomhoz (Hanson és Hanson, 1996; Butterbach-Bahl és mtsai, 2013; Szafranek-Nakoneczna és mtsai, 2018; Kuzniar és mtsai, 2019).

A talajban a nitrogénvegyületek széles oxidációs-skálán fordulnak elő. A talaj nitrogén mérlegét jelentős mértékben befolyásolják a biológiai és kémiai nitrifikációs és denitrifikációs folyamatok. Az üvegházhatású gázoknál is fontos szerepet játszó N_2O és NO két lépésben keletkezik. Az első az ismert aerob mikrobiális nitrifikáció folyamata, amely ammóniából nitrit és nitrát ionok keletkezéséhez vezet. Ezt követi a denitrifikáció, amely leegyszerűsítve a nitrát ionok redukcióját jelenti N-tartalmú gázokká. A denitrifikáció azonban bonyolult, több lépésből álló enzimek által katalizált folyamat, amely mikroorganizmusok tevékenységéhez köthető. Tágabban értelmezve az asszimilatív denitrifikáció során a mikroorganizmusok nitrátból építik fel N-tartalmú szerves anyagaikat, amelyek a talajban maradnak. Szűkebben értelmezve a nitrát ionok gáz halmazállapotú termékekké (N_2O , NO, N_2) redukálódnak, amelyek a légkörbe távoznak. Ezt a disszimilatív formát valósítják meg a fakultatív anaerob mikroorganizmusok, amelyek anaerob körülmények között a nitrátot vagy nitritet hasznosítják. A dinitrogén-oxid (N_2O) általában anaerob közegben keletkezik, így például a vízzel elárasztott helyeken (Bremner és mtsai, 1980; Ussiri és Lal, 2013; Reddy és Crohn, 2019). A folyamat során elenyésző mértékű NO is felszabadul (Brümmer és mtsai, 2008; Wen és mtsai, 2016). A N_2O keletkezése aerob körülmények között is lehetséges, kismértékű képződését a nitrifikációban már leírták (Robertson és Tiedje, 1987; Stevens és mtsai, 1997; Ussiri és Lal, 2013; Liu és mtsai, 2016; Prosser és mtsai, 2020).

Megállapítható tehát, hogy magasabb rendű állatok nélkül is végbemegy a C és N körforgása a talajban az adott talajállapotnak megfelelő formában és mértékben. Ezt a folyamatot emberi tevékenységgel, így például talajműveléssel, az adott terület növényi vegetációjával, ennek hasznosításával, a termesztett növény megválasztásával, a vetésváltás módjával, trágyahasználattal azonban érdemben befolyásolni lehet.

1. ábra Az ökoszisztémák hatása a gáz emisszió mértékére



Medián értékek a szimbólumokkal, adatterjedelem a függőleges vonalakkal jelölve (Oertel és mtsai, 2016) (7)

Figure 1. Greenhouse gas emissions (CO₂-eq) of CO₂, N₂O and CH₄ from soils with different land cover

forestland (1); grassland (2); barren land (3); cropland (4); wetland (5); total CO₂ equivalent (6); median values for the sub-collectives are shown with the symbols, the range is indicated with solid lines, (Oertel et al., 2016) (7)

A gyepterületek jelentősége

Gyepek a világ szinte minden éghajlati övezetében és kontinensén megtalálhatók, kivéve az északi és a déli pólusokat, a magas hegyiségeket és a szélsőségesen száraz, sivatagi zónákat. Az erdők után a gye- és legelőterületek a világ legfontosabb szárazföldi ökoszisztémái (Bodnár és mtsai, 2002; O'Mara, 2012; Bengtsson és mtsai, 2019). A Föld szárazföldi felületét (134 millió km²) 30-31%-ban erdőterület, hozzávetőleg 26%-ban gye, 10-11%-ban termőföld és 6,8%-ban egyéb földhasználatú terület borítja (1. táblázat; FAO, 2020). Amennyiben hozzávesszük a szavannás, erdei, cserjés és a tundra jellegű gyepeket is, a szárazföld csaknem 40%-át gyepfelület borítja (FAO, 2020).

A gyepterületek legnagyobb része Afrikában található (26,8%), ezt követi Ázsia (a volt szovjet tagállamok ázsiai gyepterületei nélkül 22,7%), Dél-Amerika (14,7%), Ausztrália és Óceánia (12,9%), Észak- és Közép-Amerika (10,7%), a volt szovjet tagállamok ázsiai és európai gyepterületei (9,7%), majd Európa a volt szovjet tagállamok európai gyepes területei nélkül 2,5% (FAO, 2020).

1. táblázat

A Föld erdő-, gyepterület- és legelőterület aránya 1987 és 2017 között (FAO, 2020)

	Év (1)			
	1987	1997	2007	2017
Erdőterületek aránya, % (2)	31,33	30,95	30,73	n.a. (5)
Gyepterületek, legelőterületek aránya, % (3)	25,25	26,17	25,76	25,12
Szántóföldek aránya, % (4)	11,34	11,42	11,49	11,97

Table 1. Relative forest-, grass-, and cropland areas on Earth between 1987 and 2017 (FAO, 2020)

year (1); forestland (2); grassland (3); cropland (4); no data available (5)

A Föld természetes gyepterületei három fő kategóriába sorolhatók (Wesche és mtsai, 2016):

1. A trópusokon található szavannák, amelyeket soha nem éri fagy.
2. A sztyeppék olyan extratrópusi gyepek, amelyek az erdők számára túlságosan száraz éghajlatú területeken alakultak ki.
3. A sarkvidéki-alpesi gyepek olyan területeken helyezkednek el, ahol az éghajlat túlságosan hideg az erdők számára.

A multifunkcionális gyepek és legelőterületek több mint kétmilliárd ember megélhetéséhez járulnak hozzá, amelyből 600 millióan a száraz övezetek lakói. Ezek a területek több mint 360 millió szarvasmarha, 600 millió juh és kecske számára biztosítanak takarmányt (Huntsinger és Hopkinson, 1996). Társadalmi-politikai okok miatt azonban a legelő- és takarmányterület számos trópusi országban rohamosan csökken (Nippert és Briggs, 2014; Bond, 2016; Squires és mtsai, 2018; Thomas és mtsai, 2019).

A kezelt (legeltetett és/vagy kaszált) és/vagy telepített legelőterületek jelentősége egyre nagyobb és világszerte a legeltetésre alapozott állati termék előállítás alapvető erőforrásai (Zhaoli, 2004; Steinfeld és mtsai, 2006; Bengtsson és mtsai, 2019). A legújabb kutatások eredményei azt mutatják, hogy a kezelt legelőterületek földrajzi kiterjedése (kb. 5,3 millió km²-ről) több mint 600 %-kal nőtt az elmúlt három évszázadban. Világviszonylatban a kezelt gyepterületek 1990-ben több mint 1,5 milliárd állategység tartását és takarmányozását biztosították (Asner és mtsai, 2004). Az állattenyésztés fontos jövedelmi forrás és foglalkoztatási lehetőség a vidéki közösségek életében. A Világ népességének több mint 38%-a gyepterületeken él és jelentős részük a világ legszegényebb rétegéhez tartozik (Bain, 2010; Nalule, 2010; Zhao és mtsai, 2020). Legnagyobb létszámban a száraz és félszáraz gyepterületeken, a szub-szaharai régióban, valamint Dél-és Kelet-Ázsia gyepterületein élnek (Squires és mtsai, 2018). Fontos azt is kiemelni, hogy ezeken a területeken az exponenciálisan növekedő népesség biztonságos élelmiszerrel való ellátásában döntő szerepe van ezeknek a gyepterületeknek, illetve az kell, hogy legyen a jövőben is (Bodnár és mtsai, 2004; Bain, 2010; Zhao és mtsai, 2020).

A gyepeket azonban globálisan veszély fenyegeti. Dokumentált esetek száza bizonyítják a megnövekedett fás társulások terjedését a szemiárid, szubtrópusi legelőterületeken, így például Észak- és Dél-Amerikában, Afrikában, Ausztráliában és másutt (Nippert és Briggs, 2014; Squires, 2015; Bond, 2016; Thomas

és *mtsai*, 2019). A félig természetes gyepek esetében – mivel ezek elsősorban a hagyományos kulturális területeken ismertek (Európa és kisebb mértékben Kelet-Ázsia) – más jellegű veszélyekkel is számolni kell (*Dengler és mtsai*, 2014; *Janssen és mtsai*, 2016). A legfontosabbak ezen veszélyek közül a mezőgazdaság intenzifikációja, és a marginális területeken a legeltetési állattartás felhagyása. Mindkettő drasztikus veszteségekhez vezethet a gyepek biodiverzitását illetően (*Squires és mtsai*, 2018; *Thomas és mtsai*, 2019).

Mindezek alapján döntő fontosságú az adott gyepterületek okszerű és szakszerű hasznosítása. Ahhoz, hogy ezt elérjük, először is a gyephasznosítás elsődleges célját kell pontosan, egyértelműen meghatározni. Termeléssel, állattartással összefüggésben a gyephasznosítási célok a következők lehetnek (*Póti* 2019):

- különböző nem telepített (feltétlen és nem feltétlen) gyepterületek speciális (területhasználati, természetvédelmi, hagyományőrző, termelési, stb.) célú,
- különböző feltétlen és nem feltétlen gyepterületeken telepített (évelő, nem évelő) gyepek termelési célú professzionális,
- és egyéb nem elsődlegesen mezőgazdasági célú (gátak, árterek, stb.), de gyephasznosításra alkalmas területek rét, legelő, kaszáló típusú hasznosítása.

Az állattartással összefüggő gyephasznosítás során, figyelembe véve a gyephasznosítás elsődleges célját, alapvető feladat a gyepnövényzet és az állatok aktuális igényeinek kielégítése. Emiatt az adott gyepterületre vonatkozóan az éves állatlétszámot és a teljes állattartási technológiát, a rendelkezésre álló gyep- és szántóterületekről származó tömegtakarmányok, valamint az állatok takarmányozására alkalmas mezőgazdasági és ipari melléktermékek mennyisége és minősége alapján szükséges meghatározni.

Azon túlmenően, hogy a legeltetés és a gyephasználat az élelmiszer és ipari alapanyag előállításán túl a környezet (talaj, víz, levegő) állapotát és a kívánt biodiverzitást javító tevékenység legyen a legelő területeket technológiai térként is értelmezni kell, ezért célzottan teljes technológiák megtervezésére, kialakítására és megvalósítására van szükség (*Póti* 2019).

Gerinces növényevő állatok jelentősége a gypes élőhelyek (ökoszisztémák) fejlődésében

Alapvető fontosságú a gyepre alapozott állattenyésztés, állattartás megítélése és fejlesztése szempontjából, hogy a laikusok is tisztában legyenek azzal, hogy a történelmi idők folyamán az adott élőhelyen a gyepalkotó növénytársulás az ott élő növényevő fajokkal együtt alakult ki (*Olf és Ritchie*, 1998; *Bakker és mtsai*, 2006; *Dengler és mtsai*, 2014; *Zhong és mtsai*, 2014; *Bon és mtsai*, 2020). Fejlődésüket az adott területet érintő klimatikus, geológiai, földtani stb. változásokon túl alapvetően a növényzet és az azt hasznosító növényevő, valamint ezzel összefüggésben egyéb állatok (kételtűek, rovarok, hüllők, madarak, ragadozók, dögevők, mindenevők) párhuzamos fejlődése határozta meg. Az oda-vissza (kölcson) hatás tehát döntő jelentőségű volt a múltban és jelenleg is az, ami folyamatos változást eredményez (*Owen*, 2008; *Zhong és mtsai*, 2014; *Bon és mtsai*, 2020).

Megállapítható tehát, hogy a gerinces növényevők szerepe döntő jelentőségű a gyepterületek ökoszisztémáinak fenntartásában és fejlődésében, amit legtöbb modern trend nem vesz figyelembe. A legelő állatok fajonkénti aktuális létszámát,

a potenciális takarmánybázis és ezzel összefüggésben az arányosan változó ragadozók száma határozta meg. A gypalkotókat, és ezzel összefüggésben a gyeptermetést, hosszabb távon az éghajlat, rövidtávon az időjárás folyamatosan változó dinamikája határozta, illetve határozza meg. Ez szabályozta, hogy hol, mikor és mennyi állat (növényevő, ragadozó, dögevő, stb.) él az adott gyepterületen. Ezt azonban korlátozhatja az ivóvíz jelenléte és az emberi tevékenység is. Az évjárat különböző mértékű közvetlen hatást gyakorol az adott terület állat és növényvilágára, ami rövidtávon elsősorban mennyiségi (pl. létszám) változást eredményez. A szélsőséges és/vagy tartós változások azonban alapvetően meghatározzák egy adott terület ökoszisztémáját és az állatok viselkedését (pl. takarmány vagy ivóvíz utáni vándorlás). Ezek a hatások kölcsönhatásban vannak egymással és folyamatosan változnak. Ezt azért fontos leszögezni, mert az „eredeti állapot” fenntartása önmagában lehetetlen, mivel minden, így a környezet is, az emberi tevékenységtől függetlenül is folyamatosan változik. Az más kérdés, hogy az emberi tevékenység döntő mértékben befolyásolja a természeti környezetet is. Ebben az esetben is fontos kiemelni, amint a korábbiakban már ismertettünk, hogy a természetes anyag körforgásban a magasabb rendű élőlények, a növényevő gerincesek, ezen belül a kérődzők, szerepe megkérdőjelezhetetlen. Egy adott terület, gyepterület anyag (C, N, stb.) forgalma tehát természetes körülmények között, az ember jelenléte nélkül is folyamatosan és dinamikusan változik.

A legeltetés többféle hatást gyakorol a gyepterület növényzetére. Az állatok szelektíven legelnek, amely befolyásolja a gyepterület összetételét (*Metera és mtsai, 2010; Kiss és mtsai, 2011; Zimmermann és mtsai, 2011; Wan és mtsai, 2015; Pakemen és mtsai, 2019*). Taposás hatására csak azok a növények maradnak meg a legelőn, amelyek ezt jól tűrik. Ezek főleg az alfűvek és a tölevélrózsás kétszikűek (*Saláta és mtsai, 2009, 2011; Wrage-Mönnig és mtsai, 2011; Bajnok és mtsai, 2018*). Fontos megemlíteni, hogy a legeltetés nem csak a gyepterület növényzetére van hatással, de a legelő állatokon kívül a legelőn élő más állatfajokra (rovarok, madarak, stb.) is.

Amennyiben a növényevő állatok valamilyen okból nem legelik le a gyepterületet (pl. ivóvíz hiány) az vagy elszárad majd előbb-utóbb elég (az anyag körforgás ebben az esetben a legrövidebb), vagy mikrobiális folyamatok hatására elbomlik (pl. elrohad). Utóbbi esetben az anyagkörforgás természetesen lassabb. Legelő állatok hiányában, ami természetes körülmények között egy-két extrém esetet nem számítva nem fordul elő, az adott ökológiai viszonyoknak megfelelő, tehát a tiprást és rágást nem kedvelő növényfajok jelennek meg. Amennyiben ez nem a gypalkotó növényzetnek kedvező területen történik akkor rövidebb-hosszabb átmeneti idő után az adott élőhelynek megfelelő növénytársulás (pl. cserjés-fás) alakul ki a rá jellemző állatvilággal (*Lemaire, 2007; Saláta és mtsai, 2012; Szigetvári, 2015; Sühs és mtsai, 2020*). Abban az esetben viszont, ha természetes gypalkotók számára kedvező területen nem történik gyepterület hasznosítás (legeltetés, és/vagy kaszálás) akkor olyan növényfajok és ezzel összefüggésben olyan társulások jelennek meg, amelyek sem a környezet sem a tájgazdálkodás szempontjából nem kedvezőek (*Gibon, 2005; Penksza és mtsai, 2010; Kiss és mtsai, 2011; Szabó és mtsai, 2011; Penksza és mtsai, 2013; Sühs és mtsai, 2020*).

Szakszerű gyepterület használat esetén az állandó gyepek egész évben folyamatos talajtakarást biztosítanak ezért a legjobb talajvédő kultúrának tekinthetők. Az évelő

gyeptársulásokban a fajok száma Magyarországon jellemzően 40-100, vagyis a fajdiverzitás kedvező. Szakszerű gyepgazdálkodás (gyepművelés, tápanyag-gazdálkodás, gyepápolás és legeltetés/kaszálás) mellett ez a talajhasználati rendszer extenzív gazdálkodási módszerekkel, valamint a szántóhoz és az ültetvényekhez képest kevés inputtal évtizedekig fenntartható és óvja a környezetet (talajt, tájat, vizet és levegőt), továbbá nagy szénmegkötőként a klímát is óvja. Szükséges azonban elkerülni mind a túllegeltetést mind az alulhasználatot, mert mindkettő rossz irányba befolyásolja a természetes szukcessziót (Richard és Paustian, 2002; Tasi, 2010; Kiss, 2012; Chao és mtsai, 2013; Zhang és mtsai, 2014; Nagy és Tasi, 2017; Wang és mtsai, 2020).

A gyepgazdálkodási rendszerek között jól elkülönül az extenzív (külterjes) és az intenzív (belterjes). A gyepek számottevő input nélkül is hosszú ideig képesek fennmaradni és valamennyi termést is adni, hiszen a talaj tápanyagszolgáltató-képessége egy alap termésszintet biztosít, amely szakszerű gyephasznosítás (főleg legeltetés) mellett sokáig fenntartható. Emiatt a mezőgazdasági ágazatok közül a gyepen tartható fenn legegyszerűbben az extenzív gazdálkodási rendszer, amelynek része lehet az ökológiai gazdálkodás is. Nem véletlen, hogy a világ legnagyobb ökogazdálkodási területtel rendelkező országaiban (Ausztrália, Óceánia, Ausztria) óriási kiterjedésű gyepek vannak (FAO, 2020).

Összefoglalva megállapítható, hogy a természetes gyeptársulásoknak kedvező területeken (szavanna, sztyeppe övezet, sarkvidéki-alpesi gyepek), amennyiben nincs valamilyen korlátozó tényező (pl. emberi tevékenység, vízhiány) természetes módon a legelő és a növényevő állatok (pl. kérődzők) jelenléte az adott ökoszisztéma meghatározó része. Létszámukat az aktuális takarmánybázis és egyéb korlátozó tényezők (pl. időjárási szélsőségek) határozzák meg. Ökológiai szempontból az erdőtársulásokat, az erdőhasználatot követően, a gyeptársulások és a gyephasznosítás a második legkiterjedtebb és legkedvezőbb talaj-, és tájhasználati rendszer.

Tömegtakarmányt fogyasztó kérődző haszonállataink jelentősége és szerepe a fenntartható fejlődésben, kiemelten a gyephasznosításban

Az eddigiekből megállapítható, hogy a kérődzők, így a kérődző haszonállatok, azon túl, hogy megfelelő körülmények között (szakszerű gyephasználat) és legeltetés esetén kedvezően befolyásolják a gyeppősszetételt (gyeptársulást) és gyepborítottságot, ezzel pozitív hatást gyakorolnak élőhelyükre, anyagcseréjükkel pedig a természetes anyagkörforgás részét képezik szemben a legtöbb ipari és egyéb más, ember által végzett (pl. közlekedés), tevékenységgel. Jól szemlélteti ezt a 2. és a 3. ábra.

Azon túlmenően, hogy a kérődző haszonállatok pozitív hatást gyakorolnak élőhelyükre, anyagcseréjükkel pedig a természetes anyagkörforgás részét képezik ki kell hangsúlyozni, hogy a mezőgazdaság, ezen belül az állattenyésztés, nemcsak élelmiszer alapanyagot, hanem egyéb más, az ipar által felhasználható (bőr, gyapjú, kozmetikai, stb.) alapanyagot is előállít. Ezzel szemben napjainkra gyakorlatilag majdnem minden a vegyipar által (pl. kőolajból, mint elsődleges alapanyagból) előállított műanyagokból (polimerekből) készül, így például a műbőr vagy a műszál. Fontos kiemelni, hogy az egész folyamat során az alapanyag

2. ábra A szarvasmarha szén ciklusa a fosszilis tüzelőanyagokéval összehasonlítva (sacredcow.info)

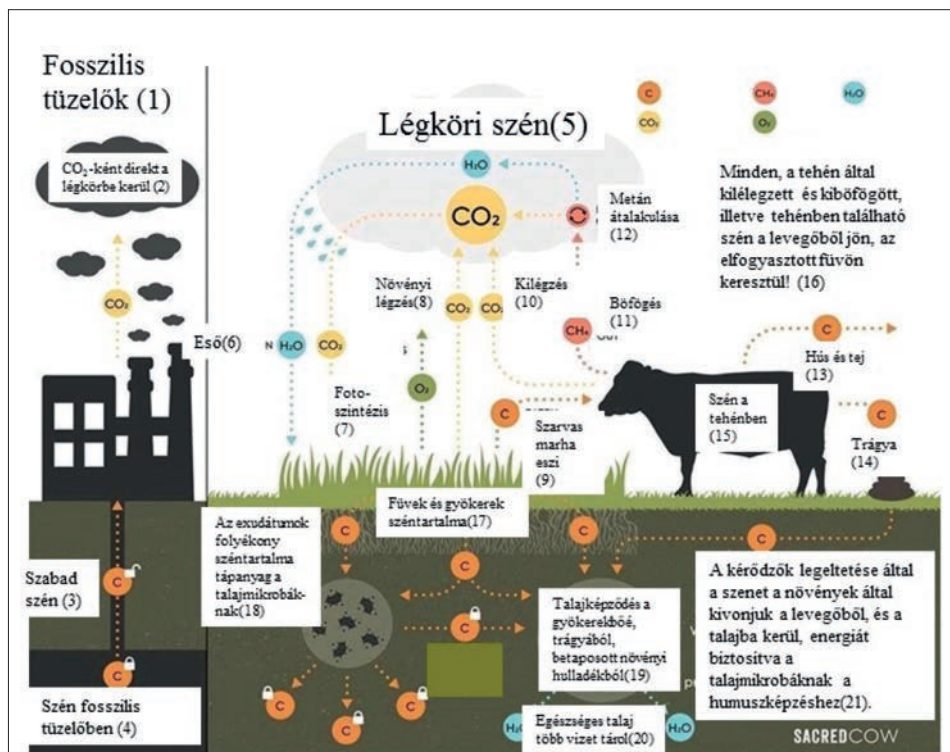


Figure 2. Cattle carbon cycling in comparison with fossil fuels (sacredcow.info)

fossil fuels (1); carbon directly added to the atmosphere as CO₂ (2); unlocked carbon (3); carbon is fossil fuels (4); carbon in the atmosphere (5); rain (6); photosynthesis (7); plant respiration (8); eaten by a cow (9); breathed out (10); belched out (11); methane converted (12); beef and meat (13); carbon in the cow (14); manure (15); all carbon in cow, breathed out and belched out, come from the air and cycled through the grass the cattle ate (16); carbon in plants and roots (17); liquid carbon content of exudates is feeding soil microbes (18); new soil built by soil microbial life-cycles, root biomass, manure, and plant litter trodden in by cattle (19); healthy soil stores more water (20); by grazing animals, carbon is taken from the air by plants and pumped into the soil providing energy for soil microbes to build humus and store carbon (21)

(kőolaj, földgáz) kitermelése, előállítás (gyárak építése, energiaszolgáltatása, és a termékek előállítása), valamint a gyártás és a felhasználás hulladékai, még újrahasznosítás esetén is, jelentősen terhelik a környezetet. Ennél is fontosabb, hogy az így előállított termékek nem képezik a természetes anyagkörforgás részét, szemben a mezőgazdasági, így például az állati eredetű alapanyagokból készült termékekkel. Nem szabad megfeledkezni a szerves trágya jelentőségéről és annak szerepéről sem. A műtrágyák megjelenéséig a szerves trágya mennyisége és minősége volt a növénytermesztés szűk keresztmetszete, mint korlátozottan rendelkezésre álló természetes talajferőtáplást biztosító anyag.

3. ábra A nitrogén-ciklus (britannica.com)

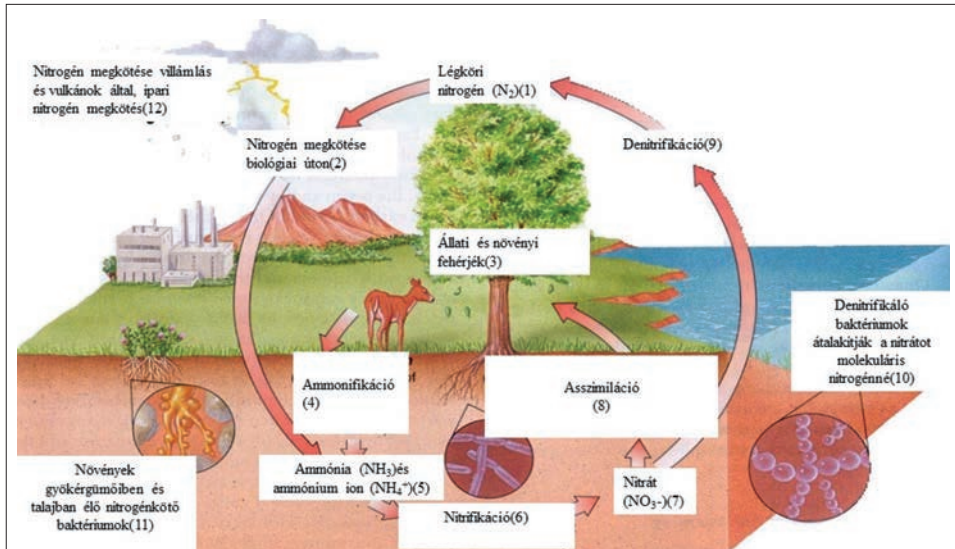


Figure 3. The nitrogen-cycle (britannica.com)

atmospheric nitrogen (N_2) (1); biological nitrogen fixation (2); animal and plant proteins (3); ammonification (4); ammonia (NH_3) and ammonium (NH_4^+) (5); nitrification (6); nitrate (NO_3^-) (7); assimilation (8); denitrification (9); denitrifying bacteria convert nitrates into molecular nitrogen (10); nitrogen fixing bacteria living in root nodules of some plants and soil (11); nitrogen fixation by lightning, volcanoes and commercial nitrogen fixation (12)

Fontos azt is kiemelni, hogy az állati termékek (pl. marhahús) előállításánál a természetes anyagkörforgás szerepének és jelentőségének figyelmen kívül hagyásán túl csaknem valamennyi esetben egyirányúan közelítik meg az állati termékek előállításához szükséges input szükségletet, így például a vizét (Menendez és mtsai, 2019). Az anyagmegmaradás törvénye az állatok, így a húsmarhák, vízfelvételére is vonatkozik. A szarvasmarhák a vizeleten és a bélsáron kívül tejjel (amit húsmarhák esetében a borjaik szopnak ki és a tej víztartalmát anyjukhoz, azaz a kifejlett állatokhoz hasonló mértékben hasznosítanak), a nyállal és egyéb váladékkal is ürítik az ivóvízzel és a takarmánnyal felvett vizet. Emellett szervezetük hőmérsékletének szabályozása érdekében párologtatnak is. Itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy amennyiben egyetlen legelő állat, például húsmarha, sem lenne a legelőn akkor a gyeplépcső a lehetőségekhez képest maximális mértékben felhasználná a rendelkezésre álló vízmennyiséget, így a transpiráció és az evaporáció következtében a talaj vízkészlete el-, illetve felhasználnódna úgy, hogy közben semmilyen visszapótlás nem történne, ráadásul a gyepterem nem hasznosulna.

Azt is célszerű lenne figyelembe venni az ezzel kapcsolatos értékeléseknél, hogy a húsmarhák a marhahúson kívül bőrt, mint ipari alapanyagot, is előállítanak. További fontos szempont, hogy a Föld számos részén extrém, felsivatagi, körülmények között a húsmarhákval érdemben már nem hasznosítható gyepte-

rületen juhokkal húst, tejet, bőrt és gyapjút termelnek, (*D'odorico és mtsai, 2012; Hu és mtsai, 2019*).

Mindez jó példa arra, hogy a növényevő kérődző haszonállatokkal szemben kritikával élők egy-egy kiragadott, akár valós, tehát tudományosan megalapozott (pl. metán és ammónia kibocsátás), vagy nem megalapozott (pl. egységnyi marhahús termeléséhez felhasznált vízfogyasztás) állítással próbálják alátámasztani kifogásaikat. Emellett gyakran hivatkoznak a helytelen, nem szakszerű állattartás (pl. szakszerűtlen legeltetés) okozta károkra. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a haszonállattartás kedvezőtlen megítélését alátámasztó egy-egy állítás önmagában való cáfolata nem elegendő, mert egy állítás áll szemben egy másik állítással. Ezért szakmailag helyes, tudományosan megalapozott rendszerszintű összefüggések ismertetése, valamint a szakmai szempontból jól kialakított gyakorlat bemutatása hozhat csak pozitív eredményt. Így van esély csak arra, hogy az állattenyésztés és az állattartás megítélése a köztudatban egyre nagyobb mértékben szakszerűen megalapozott, és egyúttal az állattenyésztés fejlesztését segítő legyen.

Összefoglalva, a szakszerű gyephasználat és legeltetés világviszonylatban mintegy 30-35%-ban járulhat hozzá az emberiség hús-, és jóval kisebb mértékben tej-, valamint ezen túlmenően természetes ipari alapanyag, így például bőr-, gyapjú-ellátásához (*Bodnár és mtsai, 2004; O'Mara, 2012*). Mindezt úgy biztosítja, hogy közben nő a talaj termőképessége, csökken az erózió és defláció kockázata. Természetesen a szakszerűtlen gyephasználat és legeltetés környezeti károkat is okozhat. Mindezek alapján kijelenthető, hogy nem a kérődző haszonállatok jelentik a valós környezeti kockázatot, hanem a szakszerűtlen állattartás, a nem megfelelő szakértelem, továbbá a mezőgazdasági, ezen belül az állattenyésztési, alapanyagokat helyettesítő vegyipar.

Tej és hús szerepe az egészséges táplálkozásban és a fenntartható fejlődésben

Az állati eredetű élelmiszerek, így a tej- és tejtermékek, a hús- és húskészítmények, valamint a tojás- és tojáskészítmények fogyasztását sok kritika éri. Mivel ennek a szemlecikknek nem célja az ezekkel kapcsolatos tudományos ismeretek összevetése, ezért csak néhány fogyasztásukat alátámasztó megállapításokra térünk ki. A tej és a tojás, fajtól függetlenül, közel teljes biológiai értékű táplálék, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag mindent tartalmaz, ami az emberi szervezet számára szükséges, ráadásul mindezeket hasznosítható formában és megfelelő arányban (*Nys, 2004; Barłowska és mtsai, 2011; Fox, 2011; Guetouache és mtsai, 2014; Getaneh és mtsai, 2016; Thornig és mtsai, 2016; Godbert-Réhault, 2019*). A tejtermék utánzatok fejlesztését, elsősorban növényi eredetű alapanyagokra alapozva, azért szorgalmazták az 1968-as évektől kezdődően, hogy az elmaradott térségek éhező lakossága számára biztosítsanak alternatív lehetőséget az éhezés megszüntetésére (*Meadows és mtsai, 1972*). A tejtermék utánzatok kifejlesztése az 1970-es évek közepére megtörtént ugyan, de fogyasztásuk nem az elmaradott térségekben, hanem éppen ellenkezőleg az élelmiszer túltermelésben lévő országokban valósult meg, elsősorban az EU-ban és Észak-Amerikában növelte a választékot. Ezt a növényi eredetű élelmiszerek iránti egyre nagyobb bizalom is segíti annak ellenére, hogy azok csak az alapanyagok mesterséges

módosításával állíthatók elő, tehát nem tekinthetők természetes élelmiszereknek. A helyzet ellentmondásosságát jól jellemzi, hogy bio vajízú margarin készítmények is vannak. A növénytermesztésnél a vegyszeres beavatkozásokat alapvetően korlátozzák, a termék előállítása során viszont a kémiai kezeléseket már nem veszik figyelembe. Nem szabad ennek tárgyalásánál azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy a tejtermék imitátumok és a margarinok alapanyag ára töredéke a tejének, még a mai alacsony termelői árakhoz viszonyítva is, ami a késztermékek árában nem mutatkozik meg.

A hús és húskészítményekkel kapcsolatban is hasonló a helyzet. A hús a másik fontos teljes értékű és jól hasznosuló állati eredetű fehérjeforrásunk, amely az összes esszenciális aminosavat tartalmazza, amelyek a szervezet megfelelő működéséhez szükségesek (Vén, 2010; Pighin és mtsai, 2016; Bohrer, 2017; Wood, 2017). A hús emellett kiváló ásványi anyag és vitaminforrás is. Szervezetünk vízegyensúlyának biztosításában és a szív ritmusának normalizálásában két fontos makroelemnek van jelentős szerepe, a nátriumnak és a káliumnak. Ez a két, az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen, ásványi anyag optimális arányban található meg a húsbán (Bohrer, 2017; Wood, 2017).

A kérődző állatok húsa nagy mennyiségben (35-40%) tartalmaz telített zsírsavakat (SFA), amelyek élettani szempontból kedvezőtlenek, mert növelik a vér koleszterinszintjét. Emellett azonban 35-50%-ban tartalmaznak egyszerűen telítetlen zsírsavakat (MUFA), főképp a kedvező hatású olajsavat (C18:1), ami csökkent a szív- és érrendszeri megbetegedések előfordulását (Csapó, 2004; Pighin és mtsai, 2016; Bohrer, 2017; Holló és mtsai, 2017; Wood, 2017). Szervezetünkben az omega-3 zsírsavakhoz tartozó eikozapentaénsav (EPA) és dokozahexaénsav (DHA) zsírsavakból gyulladáscsökkentő hatású anyagok, míg az omega-6 zsírsavak túlfogyasztásából eredően gyulladást fokozó hatású hormonszerű anyagok (eikozanoidok) keletkeznek (Simopolous, 2008). Fontos tehát ezen zsírsavak optimális aránya a szervezetben, amely megfelelő táplálkozással elérhető. Az ideális omega-3/omega-6 arány 1:1 és 1:4 közt van. A nyugati társadalmakban átlagosan mintegy 20-30x annyi omega-6 zsírsavat fogyasztanak, mint omega-3 zsírsavat (Simopolous, 2008; 2016). Az omega-6 zsírsav felvétel csökkentése érdekében előnyös a hal és kagyló valamint a kérődzők húsanak fogyasztása. A kérődzők húsa átlagosan 3% zsírt tartalmaz és a kalóriamennyiség kevesebb, mint 2%-a származik omega-6 zsírsavakból (Daley és mtsai, 2010; Hall, 2016; Renna és mtsai, 2019).

A tejjel és hússal kapcsolatban az emberi táplálkozásban betöltött jelentőségüket emeltük ki. Fontos ugyanakkor megemlíteni, hogy az élelmiszereket nem önmagukban, hanem a teljes napi táplálékfelvétel függvényében valamint az elfogyasztott élelmiszer (tej, hús- és ezek készítményeinek) valós minősége alapján lehet megítélni figyelembe véve, hogy egészséges vagy valamilyen érzékenységekben, betegségben szenvedő emberről, embercsoportról van szó. Egy adott élelmiszerral, illetve élelmiszer-összetevővel szembeni intoleranciában vagy allergiában, így például laktóz (Misselwitz és mtsai, 2019; Louwagie, 2019), tejfehérje (Matthai és mtsai, 2020; DeMartins és mtsai, 2020), szója (Denorme és mtsai, 2019), mogyoró (Faisal és mtsai, 2019; Denorme és mtsai, 2019), mustár (Sharma és mtsai, 2019), zeller (Licari és mtsai, 2019), glutén (Fedor és mtsai, 2020; Scherf és mtsai, 2020) szenvedő emberek számára természetesen egészségtelen ezek

fogyasztása, míg a többi ember számára ugyanezek egészségesek lehetnek. Ezzel kapcsolatban fontos kiemelni, hogy a különböző funkcionális fejlesztések lehetővé teszik a tej- és húskészítmények minél szélesebb körben való fogyasztatóságát (Dekker és mtsai, 2019; Facioni és mtsai, 2020).

KÖVETKEZTETÉSEK

Az autotróf és heterotróf élőlények anyagcseréjük révén, a magasabb rendű élőlények jelenléte nélkül is, alapvetően és döntő mértékben befolyásolják és szabályozzák környezetüket, így a levegő, a talaj és a víz összetételét, minőségét, valamint biztosítják az elemek körforgását.

A celluláz enzim révén a cellulózbontás alapvetően a prokariótákra (baktériumokra) jellemző és csak azok az elsősorban növényevő állatok képesek a rostot hasznosítani, amelyek tápcsatornájában a rostbontó mikroorganizmusok a gazdaszervezettel szimbiózisban élnek.

Attól függően, hogy a cellulózbontást a természetben hol és milyen körülmények között (aerob, anaerob, hőmérséklet, nedvesség, stb.) végzik az erre alkalmas mikrobiális szervezetek, azaz a talaj felszínén, a talajban, a magasabb rendű állatok szervezetében, vagy akár az ember által befolyásolt módon, alapvetően meghatározza hasznosságuk mértékét ökológiai, környezeti, gazdasági és társadalmi szempontjából egyaránt.

Bármelyik módon, a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy a technológia által tervszerűen véghezvitt folyamatban történik a szerves anyagok bomlása, a folyamat végén, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végső soron az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében CO_2 és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és N_2 keletkeznek.

A Föld szárazföldi felületét hozzávetőleg 26%-ban gyeppel borítja. Ehhez hozzávéve a szavannás, erdei, cserjés és a tundra jellegű gyepeket is a földfelszín csaknem 40%-a gyepfelület, amelyen a Világ népességének több mint 38 %-a él.

Az erdő után a második leginkább klímabarát talajhasználati rendszer a gyepgazdálkodás. A természetes gyeptársulásoknak kedvező területeken (szavanna, sztyeppe övezet, sarkvidéki-alpesi gyepek) lévő természetes gyepeken, amennyiben nincs valamilyen korlátozó tényező (pl. emberi tevékenység, vízhiány) természetes módon a legelő és a növényevő (pl. kérődző) állatok jelenléte az adott ökoszisztéma meghatározó része. Létszámukat a potenciális takarmánybázis és egyéb korlátozó tényezők (pl. időjárási szélsőségek) határozzák meg.

A szakszerűtlen gyephasználat környezetkárosító, a szakszerű gyephasználat és a legeltetés viszont mintegy 30-35%-ban hozzájárulhat az emberiség hús-, és jóval kisebb mértékben a tej ellátáshoz, emellett természetes ipari alapanyag, így például bőr és gyapjú ellátásához is, de úgy, hogy közben nő a talaj termőképessége és csökken az erózió, defláció kockázata.

Amennyiben nem történik gyephasznosítás (legeltetés, és/vagy kaszálás) a nem gyepalkotó növényzetnek kedvező területen rövidebb-hosszabb átmeneti idő alatt az adott élőhelynek megfelelő növénytársulás (pl. cserjés-fás) alakul ki a rá jellemző állatvilággal. Abban az esetben viszont, ha a természetes gyepalkotók számára kedvező területen hagynak fel a gyephasznosítással (legeltetéssel és/vagy kaszálással), akkor olyan növényfajok és ezzel összefüggésben olyan társulások

jelennek meg, amelyek sem a környezet sem a tájgazdálkodás szempontjából nem kedvezőek. Ezeken a területeken emberi beavatkozás nélkül csak hosszabb távon alakulhat ki az adott területre és a gyeptájkázás előtti időre jellemző, ahhoz hasonló ökoszisztéma.

A növényevő állatok példát mutatnak korunk egyik legnagyobb problémájának megoldására, azaz a nagymennyiségű biológiailag lebontható biomassza hasznosításra, ennek révén pedig a légkör és a talajvíz védelmére, valamint talajaink szervesanyag-tartalmának növelésére. Az, hogy az emberiség a biológiailag lebontható biomasszát milyen mértékben és hogyan hasznosítja, a szén és nitrogén mikor, meddig és milyen szervesanyagokat alkot, továbbá, hogy azt emberi beavatkozás esetén hogyan hasznosítja nagyrészt rajtunk, embereken múlik.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abagandura, G. O. - Chiantala, R. - Sandhu, S. S. - Kumar, S. - Schumacher, T. E. (2019): Effects of biochar and manure applications on soil carbon dioxide, methane, and nitrous oxide fluxes from two different soils. *J. Environ. Qual.*, 48. 1664-1674.
- Asner, G. P. - Elmore, A. J. - Olander, L. P. - Martin R. E. - Harris, A. T. (2004): Grazing systems, ecosystem responses and global change. *Ann. Rev. Environ. Res.*, 29. 261-299.
- Bain, I. (2010): Sustainable development in Western China: Managing people, livestock and grasslands in pastoral areas. *Mountain Res. Develop.*, 30. 59-60.
- Bajaj, P. - Mahajan, R. (2019): Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Appl. Microbiol. Biotech.*, 103. 8711-8724.
- Bajnok, M. - Halász, A. - Sziógyártó, A. - Tasi, J. (2018): A területhasználás hatása felhagyott szántó gyepesedési folyamatára. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 16. 3-10.
- Bakker, E. S. - Ritchie, M. E. - Olff, H. - Milchunas, D. G. - Knops, J. M. H. (2006): Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecol. Lett.*, 9. 780-788.
- Bánszki, T. (1993): Szervestrágyázás. In: Vinczeffy I. (szerk.): Legelő- és gyepgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 152-153.
- Bardgett, R. - Freeman, C. - Ostle, N. (2008): Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks. *ISME J.* 2. 805-814.
- Barłowska, J. - Szwajkowska, M. - Litwinczuk, Z. - Król, J. (2011): Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 10. 291 – 302.
- Bengtsson, J. - Bullock, J. M. - Egoh, B. - Everson, C. - Everson, T. - O'Connor, T. - O'Farrell, P. J. - Smith, H. G. - Lindborg, R. (2019): Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*, 10. 12582.
- Bhat, M. K. - Bhat, S. (1997): Cellulose degrading enzymes and their potential applications. *Biotechnol. Adv.*, 15. 583-620.
- Bon, M. P. - Inga-Gunnarsdóttir, K. - Svala-Jónsdóttir, I. - Utsi, T. A. - Soininen, E. M. - Brathen, K. A. (2020): Interactions between winter and summer herbivory affect spatial and temporal plant nutrient dynamics in tundra grassland communities. *OIKOS*, 129. 1229-1242.
- Bodnár, Á. - Kispál, T. - Tasi, J. (2002): Using quality assurance in grassland and grass forage production. In: Durand, J. - Emile, J. - Huyghe, C.-H. - Lemaire, G. (szerk.): Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes. Proceedings of the 19th general meeting of the European Grassland Federation, Versailles, AEPF, 1016-1017.
- Bodnár, Á. - Kispál, T. - Tasi, J. - Kovács, P. (2004): Role of quality safety systems in grass forage production and conservation. *Silvopastor. Sustain. Manag.*, 122-125.

- Bohrer, B. M. (2017): Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends Food Sci. Technol.*, 65. 103-112.
- Bond, W. J. (2016): Ancient grasslands at risk. *Science*, 351. 120–122.
- Boross, L. (1993): Az élő anyag és a környezete közötti kölcsönhatások. In: *Boross L. – Sajgó, M.* (szerk.): *A biokémia alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13.
- Borsodi, A. (2013): A nitrogén körforgalma. In: *Borsodi, A. - Felföldi, T. - Jáger, K. - Makk, J. – Márialigeti, K. - Romsics, Cs. - Tóth, E. - Bánfi, R. - Pohner, Zs. - Vajna, B.*: *Bevezetés a prokarióták világába*. Eötvös Loránd Tudományegyetem https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073_bevezetes_prokariotak_vilagaba/ch09s02.html
- Bremner, J. M. - Blackmer, A. M. - Waring, S. A. (1980): Formation of nitrous oxide and dinitrogen by chemical decomposition of hydroxylamine in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 12. 263-269.
- Brümmer, C. - Brüggemann, N. - Butterbach-Bahl, K. - Falk, U. - Szarzynski, J. - Viehauer, K. - Wassmann, R. - Papen, H. (2008): Soil-atmosphere exchange of N₂O and NO in near-natural savanna and agricultural land in Burkina Faso (W. Africa). *Ecosystem*, 11. 582-600.
- Busary, A. M. - Kukal, S. S. - Kaur, A. - Bhatt, R. - Dulazy, A. A. (2015): Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *Int. Soil Water Conservat. Res.*, 3. 119-129.
- Butterbach-Bahl, E. M. - Baggs, M. - Dannenmann, R. - Kiese, S. - Zechmeister-Boltenstern, K. (2013): Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls? *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.*, 368. 22.
- Caia, A. - Xua, M. - Boren, W. - Zhanga, W. - Liangb, G. - Houc, E. - Luob, Y. (2019): Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil Tillage Res.*, 189. 168-175.
- Chapuis, L. - Lardy, H. - Wrage, N. - Metay, A. - Chotte, J.L. - Bernoux, M. (2007): Soils, a sink for N₂O? A review. *Glob. Change Biol.*, 13. 1-17.
- Chakraborty, D. - Sarkar, N. - Biswas, I. - Jacob, S. (2020): Molecular aspects of prokaryotic and eukaryotic cellulases and their modulation for potential application in biofuel production. In: *Kuila, A. - Sharm, V. eds.*: *Genetic and metabolic engineering for improved biofuel production from lignocellulosic biomass*. Elsevier, Amsterdam, 81-85.
- Chao, J. - Yeh, E. T. - Holden, N. - Ren, Z. (2013): The roles of overgrazing, climate change and policy as drivers of degradation of China's grasslands. *Nomadic Peoples*, 17. 82-101.
- Cole, J. K. - Hutchison, J. R. - Renslow, R. S. - Young-Mo, K. - William B. C. - Heather, E. - Dohnalkova, A. C. - Dehong, H. - Metz, T. O. - Fredrickson J. K. - Lindemann, S. R. (2014): Phototrophic biofilm assembly in microbial-mat-derived uncyanobacterial consortia: model systems for the study of autotroph-heterotroph interactions. *Front. Microbiol.*, 5. 109. doi: 10.3389/fmicb.2014.00109
- Collatli, A. - Tjoelker, M. G. - Hoch, G. - Makela, A. - Guidolotti, G. - Heskell, M. - Petit, G. - Ryan, M. G. - Battipaglia, G. - Matteucci, G. - Prentice, I. C. (2020): Plant respiration: Controlled by photosynthesis or biomass? *Global Change Biol.*, 26. 1739-1753.
- Cooper, C. (2009): A technical basis for carbon dioxide storage. <http://www.scribd.com/doc/35693204/A-Technical-Basis-forCarbon-Dioxide-Storage>.
- Csapó, J. (2004): Zsírsavak az állati szövetekben. *A Hús*, 14. 231-239.
- Daley, C. - Abbott, A. - Doyle, P. S. - Nader, A. G. - Larson, S. (2010): A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.*, 9. 10. doi: 10.1186/1475-2891-9-10
- Dengler, J. - Janišova, M. - Torok, P. - Wellstein, C. (2014): Biodiversity of Palaearctic grasslands: A synthesis. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 182. 1-14.
- Dekker, P. J. - Loenders, D. - Bruins, M. (2019): Lactose free dairy products: market development, production, nutrition and health benefits. *Nutrients*, 11. 551.
- DeMartinis, M. - Sirufo, M. M. - Suppa, M. - Ginaldi, L. (2020): New perspectives in food allergy. *Int. J. Mol. Sci.*, 21. 1474.
- Denorme, P. - Schrijvers, R. - Hoeveyield, E. V. - Verfaillie, S. (2019): Isotretinoin in severe peanut- and soy-allergic patients: Is it safe or not? *J. Invest. Allerg. Clin. Immunol.*, 29. 146-148.

- Dienes, D. (2006): Celluláz enzimek hatása a szekunder rostok tulajdonságaira. PhD. értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. 9-16.
- Dusenge, M. E. - Duarte, A. G. - Way, D. A. (2019): Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytologist*, 221. 32-49.
- Facioni, M. S. - Rasini, B. - Piraci, F. - Cenas, H. (2020): Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *J. Translat. Med.*, 18. 1. doi: 10.1186/s12967-020-02429-2
- FAO (2020): <http://www.fao.org/3/y8344e/y8344e05.htm> Grassland of the world.
- FAO (2010): Global forest resources assessment 2010 - Main Report. FAO [Forestry Paper No. 163], Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e00.htm>.
- Faisal, S. - Shi, A. - Ashley, J. - Kronfel, C. M. (2019): Peanut allergy: characteristics and approaches for mitigation: Strategies to mitigate peanut allergy. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 18. 1361-1387.
- Fedor, I. - Zöld, É. - Barta, Zs. (2020): A gluténérzékenység extraintestinalis spektruma. *Orvosi Hetilap*, 160. 1327-1334.
- Firestone, M. K. - Tiedje, J. M. (1979): Temporal change in nitrous oxide and dinitrogen from denitrification following onset of anaerobiosis. *Appl. Environ. Biotechnol.*, 38. 673-679.
- Fox, P. F. (2011): Milk. In: Fox, J. P. - Fuquay, J. W. (szerk.): *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier, Amsterdam, 458-466.
- Gács, I. (2013): A szén-dioxid eltávolítása. In: Gács, I. szerk: Szén-dioxid leválasztás és eltávolítás. Egyetemi jegyzet. Budapesti Műszaki Egyetem, 102.
- Galbe, M. - Zacchi, G. (2002): A review of the production of ethanol from softwood. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 59. 608-628.
- Getaneh, G. - Mebrat, A. - Wubie, A. - Kendie, H. (2016): Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci.*, 3. 401. doi: 10.15744/2393-9060.3.401
- Gibon, A. (2005): Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livest. Prod. Sci.*, 96. 11-31.
- Glick, B. R. - Pasternak, J. J. (1989): Isolation, characterization and manipulation of cellulase genes. *Biotechnol. Adv.*, 7. 361-386.
- Godbert-Réhault, S. (2019): The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11. 1-26.
- Gonzalez-Meler, M. A. - Taneva, L. - Trueman, R. J. (2004): Plant respiration and elevated atmospheric CO₂ concentration: Cellular responses and global significance. *Ann. Bot.*, 94. 647-656.
- Gruber, F. (1954): Rét és legelő. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 374.
- Guétouache, M. - Guessas, B. - Medjekal, S. (2014): Composition and nutritional value of raw milk. *Iss. Biol. Sci. Pharm. Res.*, 2. 115-122.
- Hall, N. (2016): Fatty acids in beef from grain- and grass-fed cattle: the unique South African scenario. *S. Afr. J. Clin. Nutr.*, 2. 55-56.
- Hamed, M. - Fasihnikou, T. - Afshin, A. - Bujang, K. H. - Westgate, P. - Ball, J. R. - Pourakbar, S. (2016): Laboratory-scale model of carbon dioxide deposition for soil stabilisation. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, 8. 178-186.
- Hanson, P. J. - Edwards, N. T. - Garten, C. T. - Andrews, J. A. (2000): Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: a review of methods and observations. *Biogeochemistry*, 48. 115-146.
- Hanson, R. S. - Hanson, T. E. (1996): Methanotrophic bacteria. *Microbiol. Rev.*, 60. 439-471.
- Hénault, C. - Bourennane, H. - Ayzac, A. (2019): Management of soil pH promotes nitrous oxide reduction and thus mitigates soil emissions of this greenhouse gas. *Sci. Rep.*, 9. 20182. doi:10.1038/s41598-019-56694-3
- Hoffmann, S. - Berecz, K. - Bálint, Á. - Heltai, Gy. (2013): Ásványi- és szerves trágyázás hatása a termésre és a CO₂-termelésre szántóföldi és tenyészedény-kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*, 62. 163-176.

- Holló, I. - Húth, B. - Polgár, J. P. - Holló, G. (2017): A marhahús minőségét befolyásoló tényezők. A húsmarhatenyésztés időszerű kérdései. MTA, Budapest
- Howard, S.C. - Farrington, D. (1958): Stability of nitric oxide over a long time interval. J. Phys. Chem., 62. 360-361.
- Hu, Y. - Huang, J. - Hou, L. (2019): Impacts of the grassland ecological compensation policy on household livestock production in China: An empirical study in Inner Mongolia. Ecol. Econ., 161. 248-256.
- Huntsinger, L. - Hopkinson, P. (1996): Viewpoint: Sustaining rangeland landscapes: A social and ecological process. J. Range Manag., 49. 167-173.
- Innocent, M. - Pritchard, D. - Murray-Prior, R. - Collins, D. (2020): Nitrogen value of stockpiled cattle manure for crop production. Afr. J. Agric. Res., 16. 574-584.
- Janssen, J. A. M. - Rodwell, J. S. - Garcia Criado, M. - Gubbay, S. - Haynes, T. - Nieto, A. - Sanders, N. - Landucci, F. - Loidi, J. - Valachovic, M. (2016): European red list of habitats - Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. European Union, Luxembourg, 38.
- Kiss, T. - Lévai, P. - Ferencz, Á. - Szentes, Sz. - Hufnagel, L. - Nagy, A. - Balogh, Á. - Pintér, O. - Saláta, D. - Házi, J. - Tóth, A. - Wichmann, B. - Penksza, K. (2011): Change of composition and diversity of species and grassland management between different grazing intensity – in Pannonian dry and wet grasslands. Appl. Ecol. Environ. Res., 9. 197-230.
- Kiss, T. (2012): Eltérő mezőgazdasági hasznosítású alföldi gyepek cönológiai, gyepgazdálkodási és természetvédelmi célú vizsgálata és értékelése. Doktori (PhD) Értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Krauss, M. - Berner, A. - Perrochet, F. - Frei, R. - Niggli, U. - Mader, P. (2020): Enhanced soil quality with reduced tillage and solid manures in organic farming – a synthesis of 15 years. Sci. Rep., 10. 4403.
- Kuzniar, A. - Furtak, K. - Włodarczyk, K. - Stepniewska, Z. - Wolinska, A. (2019): Methanotrophic bacterial biomass as potential mineral feed ingredients for animals. Int. J. Environ. Res. Public Health, 16. 2674.
- Le Noë, J. - Billen, G. - Garnier, J. (2019): Carbon dioxide emission and soil sequestration for the French agro-food system: Present and prospective Scenarios. Front. Sustain. Food Syst., 3:19. doi: 10.3389/fsufs.2019.00019
- Lemaire, G. (2007): Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. Rev. Brasil. Zootecn., 36. 93-100.
- Licari, A. - Manti, S. - Marseglia, A. - Brambilla, I. (2019): Food allergies: current and future treatments. Medicina, 55. 120. doi: 10.3390/medicina55050120
- Liu, R. - Hu, H. - Suter, H. - Hayden, H. L. - He, J. - Mele, P. - Chen, D. (2016): Nitrification is a primary driver of nitrous oxide production in laboratory microcosms from different land-use soils. Front. Microbiol. 7. 1373. doi: 10.3389/fmicb.2016.01373
- Louwagie, V. S. (2019): Lactose intolerance. J. Am. Acad. Phys. Assist., 32. 49-50.
- Ludwig, J. - Meixner, F. X. - Vogel, B. - Förstner, J. (2011): Soil-air exchange of nitric oxide: an overview of processes, environmental factors, and modeling studies. Biogeochemistry, 52. 225-257.
- Mandels, M. (1975) Microbial sources of cellulase. Biotechnol. Bioeng. Symp. 5. 81-105.
- Matthai, J. - Sathisekharan, M. - Poddar, U. - Sibal, A. - Srivastava, A. - Waikar, Y. - Malik, R. - Ray, G. - Geetha, S. - Yachha, S. K. (2020): Guidelines on diagnosis and management of cow's milk protein allergy. Ind. Pediatr., 57. 723-729.
- Meadows, D. H. - Meadows, D. L. - Randers, J. - Behrens III. W. W. (1972): The limits of growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of Mankind. Universe, 205.
- Mendeley, H. - Turner, B. J. - Tedeschi, L. (2019): A modeling framework to assess the impact of the texas beef cattle water footprint on livestock sustainability. J. Anim. Sci., 97. 147-147.
- Metera, E. - Sakowsky, T. - Sloniewsky, T. - Romanowicz, B. (2010): Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland - a review. Anim. Sci., 28. 315-334.

- Misselwitz, B. - Butter, M. - Verbeke, K. - Fox, M. R. (2019): Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. *Gut*, 68. 2080-2091.
- Molnár, T. G. (2012): Környezeti hatások a depóniagáz mennyiségi, illetve minőségi jellemzőire. PhD. értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Nagy, G. - Tasi, J. (2017): A legelők és a legeltetés szerepe a húsmarhatartásban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 66. 347.
- Nagyné Tajti, É. (2018): Tejcukor-érzékenység, laktózintolerancia. *Hypertonia*, 1. 1-4.
- Nalule, A. S. (2010): Social management of rangelands and settlement in Karamoja subregion. European Commission, Humanitarian Aid and FAO, Kampala
- Nauman, A. - Khan, M. N. - Ashraf, M. S. - Ijaz, S. - Saeed-ur-Rehman, H. - Abdullah, M. - Ahmad, N. - Akram, M. H. - Farooq, M. (2020): Influence of different organic manures and their combinations on productivity and quality of bread wheat. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 20. 1949-1960.
- Nippert, J. - Briggs, J. (2014): Grassland Ecology In: *Monson, K. (ed.): Ecology and the Environment*, Springer, New York, 392-408.
- Notheisz, E. - Zsigmond, Á. (2008): Szerves kémia. Szegedi Tudományegyetem, Szerves Kémiai Tanszék, Szeged, 3-46.
- Nys, Y. (2004): The nutritional value of eggs. *Prod. Anim. Paris Institut National de la Recherche Agronomique*, 17. 385-393.
- O'Mara, F. P. (2012): The role of grasslands in food security and climate change. *Ann. Bot.* 110. 1263-1270.
- Oertel, C. - Matschullat, J. - Zurba, K. - Zimmermann, F. - Erasmí, S. (2016): Greenhouse gas emissions from soils - A review. *Geochemistry*, 76. 327-352.
- Olf, H. - Ritchie, M. E. (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 13. 261-265.
- Ontl, T. A. - Schulte, L. A. (2012): Soil carbon storage. *Nature Education Knowledge*, 3. 35.
- Ozlu, E. - Sandhu, S. S. - Kumar, S. (2019): Soil health indicators impacted by long-term cattle manure and inorganic fertilizer application in a corn-soybean rotation of South Dakota. *Sci. Rep.*, 9. 11776. doi:10.1038/s41598-019-48207-z
- Owen, D. (2008): Climate change and environmental assessment Law, 33 Colum. J. Env. Law, 57.
- D'Odorico P. - Okin, G. S. - Bestelmeyer, B. T. (2012): A synthetic review of feedbacks and drivers of shrubencroachment in arid grasslands. *Ecohydrology*, 5. 520-530.
- Pakemen, J. R. - Fielding, D. A. - Everts, L. - Littlewood, N. A. (2019): Long-term impacts of changed grazing regimes on the vegetation of heterogeneous upland grasslands. *J. Appl. Ecol.*, 56. 1794-1805.
- Pál, G. (2013): A bioenergetika alapjai és az anyagcsere áttekintése. In: *Nyitrai L. - Pál, G. szerk.: A biokémia és a molekuláris biológia alapjai*. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- Palma, C. (2019): Methods for the treatment of cattle manure-A review. *J. Carbon Res.*, 5. 27.
- Pápay, J. (2011): A szén-dioxid visszasajtolásának tapasztalatai az olajipar területén. *Magyar Tudomány*, 4. 444-448.
- Penksza, K. - Szentés, Sz. - Dannhauser, C. - Loksa, G. - Házi, J. (2010): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és a Káli- medencében. *Természetvédelmi Közlemények*, 16. 25-49.
- Penksza, K. - Házi, J. - Tóth, A. - Wichmann, B. - Pajor, F. - Gyuricza, Cs. - Póti, P. - Szentés, Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarma legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassa mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. *Növénytermelés*, 62. 73-94.
- Peirano, C. - Guerrero, L. - Barahona, A. - Montalvo, S. - Huilínir, C. - da Silva, C. - Borja, R. (2019): Assessment of simultaneous autotrophic-heterotrophic denitrification with high removal of nitrogen, sulfur and carbon: optimization through response surface methodology. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 95. 631-638. doi: 10.1002/jctb.6244

- Pighin, D. - Pazos, A. - Chamorro, V. - Paschetta, F. - Cunzolo, S. - Godoy, F. - Messina, V. - Pordomingo, A. - Grigioni, G. (2016): A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems. *Sci. World J.*, 10. 8681491. doi: 10.1155/2016/8681491
- Póti, P. (2019): A gyepre alapozott állattenyésztés előtt álló kihívások. VII. Gödöllői Állattenyésztési Nap, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Prosser, J. I. - Hink, L. - Gubry-Rangin, C. - Nicol, G. W. (2020): Nitrous oxide production by ammonia oxidizers: Physiological diversity, niche differentiation and potential mitigation strategies. *Global Change Biol.*, 26. 103-118.
- Rádics, J. P. - Jóri, J. I. - Fenyvesi, L. (2015): A talajművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátására. In: Madarász, B. (szerk) 2015. Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon.. MTA CSFK FTI, Budapest, 86-103.
- Ranjan, S. - Todd, Z. R. - Rimmer, P. B. - Sasselov, D. D. - Babbín, A. R. (2019): Nitrogen oxide concentrations in natural waters on early Earth. *Geochim. Geophys. Geosyst.*, 20. 2021-2039.
- Reddy, N. - Crohn, D. M. (2019): Quantifying the effects of active and cured greenwaste and dairy manure application and temperature on carbon dioxide, nitrous oxide, and dinitrogen emissions from an extreme saline-sodic soil. *Catena*, 173. 83-92.
- Renna, M. - Brugipaglia, A. - Zandari, E. - Destefanois, G. - Pradini, A. - Moschini, M. (2019): Fatty acid profile, meat quality and flavour acceptability of beef from double-muscled Piemontese young bulls fed ground flaxseed. *Ital. J. Anim. Sci.*, 18. 355-365.
- Richard, T. C. - Paustian, K. (2002): Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochem. Cycles*, 16. 1143-1152.
- Robertson, G. P. - Tiedje, J. M. (1987): Nitrous oxide sources in aerobic soils: Nitrification, denitrification and other biological processes. *Soil Biol. Biochem.*, 19. 187-193.
- Roman-Perez, G. - Moaied, M. - Soler, J. M. - Yndurain, F. (2010): Stability, adsorption and diffusion of CH₄, CO₂ and H₂ in clathrate hydrates. *Phys. Rev. Lett.*, 105. 14. 145901. doi:10.1103/PhysRevLett.105.145901
- Saláta, D. - Malatinszky, Á. - Penksza, K. - Kenéz, Á. - Szabó, M. (2009): Adatok a Bakony erdei állattartásához. *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei*, 26. 7-19.
- Saláta, D. - Wichmann, B. - Házi, J. - Falusi, E. - Penksza, K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *AWETH*, 7. 234-262.
- Saláta, D. - Falusi, E. - Wichmann, B. - Házi, J. - Penksza, K. (2012): Faj- és vegetáció-összetétel elemzése eltérő legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fáslegelők különböző növényzeti típusaiban. *Botanikai Közlemények*, 99. 143-159.
- Schauffler, G. - Kitzler, B. - Schindblacher, A. - Skiba, U. - Sutton, M. A. - Zechmeister-Boltestern, S. (2010): Greenhouse gas emissions from European soils under different land use: effects of soil moisture and temperature. *Soil Sci.*, 61. 456-472.
- Scherf, K. A. - Catassi, C. - Chidro, F. - Cilitria, P. J. - Feighery, C. - Koning, F. - Lundh, K. E. A. - Schuppan, D. - Smulders, M. J. M. - Tranquet, O. - Troncones, R. - Koehler, P. (2020): Recent progress and recommendations on celiac disease from the working group on prolamin analysis and toxicity. *Front. Nutr.*, 7. doi: 10.3389/fnut.2020.00029
- Sharma, A. - Verma, A. K. - Gupta, R. K. (2019): A comprehensive review on mustard-induced allergy and implications for human health. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 57. 39-54.
- Simopoulos, A. P. (2008): The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.*, 233. 674-688.
- Simopoulos, A. P. (2016): An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8. 128.
- Squires, V. R. - Milner, H. M. - Daniell, K. A. (2014): River basin management: Understanding people and place. CRC Press, Boca Raton, 510.
- Squires, V. R. (szerk.) (2015): Rangeland ecology, management and conservation benefits. NOVA Press, New York, 356.

- Squires, V. R. - Dengler, J. - Haiying, F. - Limin, H. (szerk.) (2018): Grasslands of the world: Diversity, management and conservation. CRC Press, Boca Raton, 412.
- Steinfeld, H. - Gerber, P. - Wassenaar, T. - Castel, V. - Rosales, M. - de Haan, C. (2006): Livestock's long shadows - Environmental Issues and Options. FAO, Rome, 390.
- Stevens, R. J. - Laughlin, R. J. - Burns, L. C. - Arah, J. R. M. - Hood, R. C. (1997): Measuring the contributions of nitrification and denitrification to the flux of nitrous oxide from soil. Soil Biol. Biochem., 29. 139-151.
- Strangeland, K. - Kalai, D. - Li, H. - Yu, Z. (2017): CO₂ methanation: The effect of catalysts and reaction conditions. Energy Procedia, 105. 2022-2027.
- Sühs, R. B. - Giehl, E. L. H. - Peroni, N. (2020): Preventing traditional management can cause grassland loss within 30 years in southern Brazil. Sci. Rep., 10. 783.
- Szabó, G. - Zimmermann, Z. - Bartha, S. - Szentes, Sz. - Sutyinszki, Zs. - Penszsa, K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepegzdkódási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha legelőkn. Tájökológiai Lapok, 9. 431-440.
- Szafranek-Nakonieczna, A. - Wolinska, A. - Zielenkiewicz, U. - Kowanczyk, A. - Stepniewska, Z. - Blaszczyk, M. (2018): Activity and identification of methanotrophic bacteria in arable and no-tillage soils from Lublin region (Poland). Microb. Ecol., 77. 701-712.
- Szigetvári, Cs. (2015): Legeltetés, gyepre alapozott állattartás természetvédelmi szempontú értékelése. Közös tanulmány a legeltetési módokról a természetvédelem érdekeit figyelembe véve. Készült a «Természetvédelmi szempontú legelőgazdálkodás és a kárpáti borzderes szarvasmarha megőrzése a Bereg határon átnyúló régiójában» (HUSKROUA/1101/094) projekt keretében. E-misszió Természet- és Környezetvédelmi Egyesület, Nyíregyháza, 22.
- Tasi, J. (2010): Gyepegzdkódás. Egyetemi jegyzet, SZIE, Gödöllő, 94.
- Tasi, J. (2019): Gyepek tápanyagellátása szerves eredetű trágyákkal. Magyar Állattenyésztők Lapja, 2. 30-31.
- Terrado, R. - Pasulka, A. - Lie, A. Y. - Heidelberg B. K. - Caron, D. A. (2017): Autotrophic and heterotrophic acquisition of carbon and nitrogen by a mixotrophic chrysophyte established through stable isotope analysis. ISME J. 11. 2022-2034.
- Thomas, P. A. - Overbeck, G. - Müller, S. C. (2019): Restoration of abandoned subtropical highland grasslands in Brazil: mowing produces fast effects, but hay transfer does not. Acta Bot. Brasil., 33. 3. doi: 10.1590/0102-33062018abb0377
- Thornig, T. - Raben, A. - Tholstrup, T. (2016): Milk and dairy products: Good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. Food Nutr. Res., 60. 32527. doi: 10.3402/fnr.v60.32527
- Török, G. - Bakos, Gy. M. - Kasperné Szél, Zs. - Béres, A. - Tasi, J. (2013): Túlérett kecsketrágyával végzett szervestrágyázás a vegetációs időszak alatt. Gyepegzdkódási Közlemények, 1-2. 58-62.
- Ulmer, U. - Dingle, T. - Duchesne, P. N. (2019): Fundamentals and applications of photocatalytic CO₂ methanation. Nat. Commun. 10. 3169. doi:10.1038/s41467-019-10996-2
- Ussiri, R. - Lal, K. (2013): Soil emission of nitrous oxide and its mitigation. Springer, Dordrecht, 378.
- Vadstein, O. - Andersen, T. - Reinertsen, H. R. - Olsen, Y. (2012): Carbon, nitrogen and phosphorus resource supply and utilisation for coastal planktonic heterotrophic bacteria in a gradient of nutrient loading. Marine Ecol. Progr., 447. 55-75.
- Vén, Cs. (2010): A marhahús érésének vizsgálata, az érlelési technológia fejlesztése, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, 5.
- Vignesh, K. - Bartlett, J. - Pillai, S. C. (2020): Photoelectrochemical conversion of carbon dioxide (CO₂) into fuels and value-added Products. ACS Energy Lett., 5. 486-519.
- Voigt, C. - Lamprecht, R. E. - Marushchak, M. E. - Lind, S. E. - Novakovsky, A. - Aurela, M. - Martikainen, P. J. - Biasi, C. (2017): Warming of subarctic tundra increases emissions of all three important greenhouse gases – carbon dioxide, methane, and nitrous oxide. Global Change Biology, 23. 3121-3138.

- Wan, H. - Bay, Y. - Hooper, D. U. - Schönbach, P. - Gierus, M. - Schiborra, A. - Taub, F. (2015): Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape Ecol.*, 30. 1767–1782.
- Wang, M. - Liao, W. (2004): Carbon monoxide as a signaling molecule in plants. *Front. Plant Sci.*, 7. 572. doi: 10.3389/fpls.2016.00572
- Wang, L. - Delgado-Baquerizo, M. - Zhao, X. - Zhang, M. - Song, Y. - Cai, J. - Chang, Q. - Li, Z. - Chen, Y. - Liu, J. - Zhu, H. - Wang, D. - Han, G. (2020): Livestock overgrazing disrupts the positive associations between soil biodiversity and nitrogen availability. *Funct. Ecol.*, 34. 1713-1720.
- Wen, Y. - Chen, Z. - Dannenmann, M. (2016): Disentangling gross N₂O production and consumption in soil. *Sci. Rep.*, 6. 36517. doi: 10.1038/srep36517
- Wesche, K. - Ambarli, D. - Kamp, J. - Torok, P. - Treiber, J. - Dengler, J. (2016): The Palaearctic steppe biome: A new synthesis. *Biodivers. Conserv.*, 25. 2197-2231.
- Wilson, J. B. - Peet, R. K. - Dengler, J. - Partel, M. (2012): Plant species richness: The world records. *J. Veg. Sci.*, 23. 796–802.
- Wood, J. D. (2017): Meat composition and nutritional value. In: *Toldra, F.* (szerk): *Lawrie's meat science*. Elsevier, Amsterdam, 635-659.
- Wrage-Mönnig, N. - Strodhoff, J. - Hilario, M. C. - Kayser, M. (2011): Phytodiversity of temperate permanent grasslands: Ecosystem services for agriculture and livestock management for diversity conservation. *Biodivers. Conservat.*, 20. 1-23.
- Wu, G. - MinChen, X. - Ling, J. - Li, F. - Li, F. Y. - Peixoto, L. - Wen, Y. - Zhou, S. L. (2020): Effects of soil warming and increased precipitation on greenhouse gas fluxes in spring maize seasons in the North China Plain. *Sci. Tot. Env.*, 734. 139269. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139269
- Yamulki, S. - Jarvis, S. C. (2002): Short-term effects of tillage and compaction on nitrous oxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, methane and carbon dioxide fluxes from grassland. *Biol. Fertil. Soils*, 36. 224–231.
- Yao, B. - Hu, Q. - Zhang, G. - Yi, Y. - Xiao, M. - Wen, D. (2020): Effects of elevated CO₂ concentration and nitrogen addition on soil respiration in a Cd-contaminated experimental forest microcosm. *Forests*, 11. 260. doi:10.3390/f11030260
- Zhang, J. - Zhang, L. - Liu, W. (2014): Livestock-carrying capacity and overgrazing status of alpine grassland in the Three-River Headwaters region, China. *J. Geogr. Sci.*, 24. 303-312.
- Zhang, T. - Wei, N. - Wu, G. (2020): Autotrophic nitrogen removal and potential microbial interactions in anammox systems with different ammonia and organic carbon concentrations. *J. Water Proc. Eng.*, 37. 1493.
- Zhao, Y. - Liu, Z. - Wu, J. (2020): Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landscape Ecol.* 35. 793-814.
- Zhaoli, Y. (2004): Co-management of rangelands: An approach for enhanced livelihoods and conservation. ICIMOD [Newsletter No. 45], Kathmandu.
- Zhong, Z. - Wang, D. - Zhu, H. - Wang, L. - Feng, C. (2014): Positive interactions between large herbivores and grasshoppers, and their consequences for grassland plant diversity. *Ecology*, 95. 1055-1064.
- Zimmermann, Z. - Szabó, G. - Szentes, Sz. - Penksza, K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére. *AWETH*, 7. 234-262. www.sacredcow.info
www.britannica.com

Érkezett: 2020. december

Szerzők címe: Póti P. - Gyuricza Cs.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Poti.Peter@szie.hu