

A VILÁG ÁLLATI FEHÉRJE ELLÁTÁSA, ANNAK HUMÁN-EGÉSZSÉGÜGYI SZEREPE, FIGYELEMMEL A HÚSMARHA TENYÉSZTÉSRE

HORN PÉTER – STEFLER JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők elemzik az állati fehérjefogyasztás mértékét és jellegét befolyásoló néhány fő tényezőt. Figyelembe vesznek humán evolúciós elemeket és az egy főre eső GDP és az állati termék fogyasztás összefüggéseit. A különböző állattenyésztési ágazatok erőforrás lekötését tárgyalva (pl.: takarmánytermő területlekötés), kitérnek az abrakfogyasztók és a kérődzők alapvetően fontos megkülönböztetésére, abból a szempontból, hogy mennyiben közvetlen táplálóanyag konkurencsei az embernek. A kérődzők nyersrostemésztő képessége nagy előny a jövőben is, még akkor is, ha a folyamat metántermeléssel jár. Külön foglalkoznak az üvegházhatású gáz kibocsátás kérdéskörével, kitérve a húsmarhákkal végzett legújabb kísérletekre, azok metántermelési és más értékmérővel mutatott genetikai és fenotípusos korrelációira. A klíma jelenleg tapasztalható melegedő jellegének hatásait ismertetik mértékadó prognózisok alapján, abból a szempontból, hogy azok hogy hatnak majd a különböző állattenyésztési ágazatokra. Az alkalmazkodás néhány lehetőségére rámutatva, többek között ismertetnek néhány saját eredményt, ami különböző színű, kiváló húsminőséggel jellemezhető húsmarha fajták (fekete és vörös angus, murray grey) hőtűrő képességével kapcsolatos különbségekre mutat rá.

SUMMARY

Horn, P. - Stefler, J.: ANIMAL PROTEIN CONSUMPTION WITH SPECIAL REFERENCE TO BEEF PRODUCTION

Authors discuss the main tendencies and factors influencing animal protein consumption worldwide based on several comprehensive surveys conducted and published. The contribution of beef in the human diet to protein intake is considered. The problems of the utilization of the available resources of animal production systems are discussed, with special reference to land usage. Greenhouse gas emission parameters especially methane production is considered based on recent research results with beef cattle. The possible impact of the present warming trend of the climate on the various animal production systems is discussed with special reference to ruminants, and some adaptation strategies are mentioned. Some recent research data of ours are presented showing the differences in heat tolerance due to coat colour between Black and Red Angus and Murray Grey cattle under Hungarian conditions.

BEVEZETÉS

Régóta ismert jelenség, hogy amikor az embereknek nőtt az elkölthető jövedelme, igyekeztek mind több állati eredetű élelmiszert vásárolni (hús, hal, tej, tejtermék, tojás). Ennek az ösztönös népcsoportoktól, és vallástól is nagyrészt független össztársadalmi reakciónak evolúciós okai vannak.

Az emberszabású majmok tápanyagokban kevésbé koncentrált növényi részeket fogyasztanak. Közvetlen ősünk, a *Homo erectus*, majd a *Homo sapiens* táplálóanyagokban sokkal gazdagabb, koncentráltabb, energiában és teljes értékű fehérjékben dús húsféléket is fogyasztott jelentős mennyiségben, diétájukban visszaszorultak a rostban gazdag növényi táplálékok. Az emberré válás mélyreható anatómiai-élettani változásokkal járt együtt. A béltraktus egynegyedére rövidült a növényevő ősohöz képest, egyúttal elvesztettük a korábbi igen hatékony nyersrostemésztő képességünket. Az erősen megnövekedett agyunknak rendkívüli módon megnőtt az energia (és fehérje) igénye. Míg az emberszabású majmok agya mindössze 8, az ember agya már 20 %-át igényli nyugalmi állapotban a szervezetünk összes energiafogyasztásának (Horn, 2015).

Az első ember őseink a növényevő életmódról áttértek a gyűjtögető, vadászó, halászó életmódra, hasznosítva a teljes biológiai értékű, koncentrált állati eredetű táplálékot (Speth, 1989). Mai ismereteink szerint előember őseink már 1,5 millió évvel ezelőtt rendszeres húsfogyasztók voltak (Dominguez-Rodrigo és mtsai, 2012).

Az ember anatómiai-élettani átalakulása az evolúció eredményeként indokolja azt, hogy egészségünk megőrzése, genetikai adottságaink sokoldalú kifejlődése és fejlesztése érdekében étrendünk legyen változatos. A növényi eredetű táplálékok mellett állati eredetű termékeket rendszeresen és kellő mennyiségben szükséges fogyasztanunk. Az állati termékek rendszeres fogyasztása különösen fontos a gyermekek, a várandós nők és az idősebb korosztályok számára. Ez nemcsak a nélkülözhetetlen aminosav ellátásunk, hanem számos mikroelem, A, B₁₂, vitamin és riboflavin, valamint Ca, vas és cink ellátásunk érdekében fontos, mert ezekhez növényi eredetű táplálékforrásokból nem, vagy csak csekély mértékben jutunk hozzá (Murphy és Allen, 2003). Bizonyított tény, hogy a biológiailag teljes értékű fehérjeellátásban nem részesülő emberek, népcsoportok a relatív hiány mértékétől függően jelentős károsodásokat szenvedhetnek el, amely kihat egészségi állapotukra, testi fejlődésükre. Ha a hiányos fehérjeellátás életük meghatározó növekedési szakaszára tartósan jellemző, még testmagasságuk is messze elmaradhat a genetikai adottságaiknak megfelelőitől. Az elégtelen állati eredetű élelmiszerellátás még az agy fejlődésére is negatívan hat. Figyelemreméltó, hogy 1850 és 1990 között a németek átlagos testmagassága 160 cm-ről 180 cm-re, a hollandoké 165-ről 185 cm-re nőtt, évtizedenként 1,3 centiméterrel lettek magasabbak. Mi magyarok is ma sokkal magasabbak vagyunk, mint akárcsak 100 éve. A jelenség hátterében döntően az egész népességre kiterjedően javuló táplálkozási színvonal, a jelentősen megnövekedett egy főre eső állati termék fogyasztás áll (Horn, 2016).

Az emberi evolúció, a *Homo sapiens* kialakulása óta kezdetben a húsfélék voltak a meghatározó állati termékek a diétában, így joggal állítható, hogy a húsfogyasztás az emberi kultúra részévé vált (Hocquette, 2016). Ez még akkor is igaz, ha ma a Föld lakosságának régióktól függően, 1-9 %-a vegetáriánus (Ruby, 2012).

A következőkben a világ lakosságának állati fehérje ellátását döntően meg-

határozó tényezők egyes kérdéseivel foglalkozunk, kiemelten a hústermelési szektorokkal, ezen belül a marhahúsfogyasztás alakulásával. Nem fogunk érinteni számos ágazati, speciális kérdéskört a marhahústermeléssel és fogyasztással kapcsolatban, amelyekre részletesen kitér a *Popp és mtsai (2017)* által írt tanulmány.

Elemzésünkben abból indulunk ki, nem valószínű, hogy a belátható jövőben, érdemi módon befolyásolhatja a világ lakosságának hústermelését és húsfogyasztását az un. in vitro szövettenyésztéssel előállított „mesterséges” hús, amint arra sokoldalúan elemezve a kérdést, rámutatott (*Hocquette, 2016*).

AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMFOGYASZTÁS NÉHÁNY JELLEMZŐJE A VILÁGON, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HÚSFOGYASZTÁSRA

A világ gazdaságára a legutóbbi fél évszázadban mélyreható változások voltak jellemzőek, amelyek életünk minden területére jellemzőek voltak. Ez alól az élelmiszergazdaság sem volt kivétel.

1. táblázat

A világ egy főre eső éves állati termék fogyasztásának változása 50 év alatt*

	Egy főre eső éves fogyasztás (1)	
	1964-1965	2015
Tej- és tejtermékek (kg) (2)	74	83
Tojás (kg)**(3)	4,6	8,9
Marhahús (kg) (4)	10,0	10,1
Sertéshús (kg) (5)	9,1	15,1
Kiskérődzők (kg) (6)	1,8	2,4
Baromfi (kg) (7)	3,2	14,1
Húsok összesen (kg) (8)	24,1	41,7
Világ népesség (milliárd) (9)	3,2	7,4
*FAO (2017)		
** Mottet és Tempio (2016)		

Table 1. Change of animal product consumption per capita/year in 50 years

consumption per person /year (1); milk and milk products (kg) (2); eggs (kg) (3); beef (kg) (4); pork (kg) (5); small ruminants (kg) (6); poultry (kg) (7); meat total (kg) (8); world population (billion) (9)

A világ lakosságának egy főre eső állati termék fogyasztásában is megfigyelhetők a változások, amelynek mértékét az 1. táblázatban összefoglalt adatok érzékeltetik. A legnagyobb mértékben a tojás, a sertéshús és a baromfi egy főre eső fogyasztása nőtt. A jelenség oka alapvetően az emberiség elkölthető jövedelmének növekedése volt.

A vázolt fejlődés igazi jelentőségét és nagyságrendjét az jelzi, hogy közben az utóbbi 50 évben az emberiség lélekszáma 3,2 milliárdról 7,4 milliárdra nőtt 1964 – 2015 között. Történt mindez annak ellenére, hogy a világ neves tudósaiából álló „Római Klub” híres és nagyhatású előrejelzésében 1968-ban súlyos világéhínséget jelzett előre, ha nem vagyunk képesek radikálisan megfékezni a népesség szaporodását. A Római Klub hatására India ezt azonnal megpróbálta, Kína kis késéssel megtette (*Ridley, 2012*).

2. táblázat

A lakosság napi energia és fehérje fogyasztása a jövedelem függvényében

	Jövedelmi kategóriák (1)					
	Alacsony (2)	Közepes alsó (3)	Közepes felső (4)	Magas nem OECD (5)	Magas OECD (6)	Világ (7)
Országok száma (8)	28	40	46	30	18	162
Lakosság (milliárd) (9)	0,7	2,3	2,2	0,6	1,0	6,9
GDP (USD) (10)	566	2.025	6.685	26.919	41.190	9.430
Városi lakos (%) (11)	30	45	61	69	78	52
Összes energia (kcal/fő/nap) (12)	2.287	2.597	2.896	2.987	3.363	2.847
Összes fehérje (nap/fő/g) (13)	58	69	82	94	104	80
Állati fehérje (nap/fő/g) (14)	13	24	37	59	62	32
Hús fehérje (nap/fő/g) (15)	6	12	19	30	30	15
Sans, P. és Combris, P. (2015)						

Table 2. Calorie and protein intake by income level

income groups (1); low (2); lower middle low (3); upper middle (4) high non OECD (5); high OECD (6); World (7); number countries (8); population (million) (9); GDP USD (10); urban population (%) (11); total energy (kcal/person/day) (12); total protein intake per person /day (13); animal protein per person/day (14); meat protein per person/day (15)

A világ lakosságának napi energia- és fehérjefogyasztásának változását mutatja a 2. táblázat adatsora, attól függően, hogy mekkora az egy főre eső GDP. A legalacsonyabb és a legmagasabb jövedelmi csoportba tartozó országok között 566 USA \$-tól 41190 USA \$-ig terjed a különbség, ez mintegy 73-szoros. Figyelemre méltó, hogy az összes energiafogyasztásban viszonylag csekély, mintegy másfélszeres az eltérés. Az összes napi fehérjefogyasztásban alig kétszeres, a magas biológiai értékű állati eredetű élelmiszerekből származó fehérjefogyasztásban már majdnem ötszörös. Ha figyelembe vesszük azt, hogy az ember jó egészségi állapotának tartós megőrzéséhez napi 50 g állati eredetű fehérjefogyasztás szükséges, akkor ezt a színvonalat csupán a magas jövedelmű országok (48) lakossága éri el vagy haladja meg. Az alacsony jövedelmű országok lakosai súlyosan, de a közepes jövedelmű országok lakosai is alultápláltak tekinthetők állati fehérjékből. Ez a számba vett országok (114) több mint kétharmada. A húsfélékből felvett fehérjehányad mintegy fele az összes állati eredetű fehérjének, minden vizsgált országcsoportban.

Összegezve megállapítható, hogy a világ lakosságának legnagyobb része jelentősen elmarad a napi 50 gramm biológiai teljes értékű állati fehérje fogyasztási színvonaltól, ami optimális lenne.

3. táblázat

**Az egy főre eső éves húsfogyasztás változása a világ különböző régióiban
1962-2009 között**

Régió (1)	Évenkénti %-os változás (2)			Fogyasztás kg/fő/év (3)	
	1962-1980	1981-2000	2001-2009	1962	2009
Afrika (4)	0,9	0,2	1,6	13,6	17,6
Kelet-Ázsia (5)	11,2	6,5	1,9	5,3	57,3
Délkelet-Ázsia (6)	1,6	4,2	5,0	8,3	26,5
Dél-Ázsia (7)	1,2	2,2	4,7	4,5	7,1
Észak-Amerika-Óceánia (8)	1,6	0,5	-0,2	92,0	117,0
Közép- és Dél-Amerika (9)	1,2	2,1	1,5	34,7	70,2
Dél-Európa (10)	10,7	1,6	-0,9	28,1	86,1
Nyugat- és Észak-Európa (11)	1,5	0,1	-0,1	66,7	85,3
Világ (12)	1,6	1,8	1,0	21,7	41,5

Allievi és mtsai adatai alapján (2015)

Table 3. Development of total meat supply per capita from 1962 to 2009

regions (1); change %/year (2); consumption kg/pers/year (3); Africa (4); E-Asia (5); SE-Asia (6); S-Asia (7); N-America (8); M+S-America (9); S-Europe (10); W+N-Europe (11); World (12)

A 3. táblázatban az éves húsfogyasztás jellemzőit állították össze *Allievi és mtsai (2015)* az 1962 – 2009 közötti időszakra vonatkozóan. Alig változott Afrika és Dél-Ázsia fogyasztása, miközben Kelet-Ázsiában több mint tízszeresére nőtt a húsfogyasztás. Ebben Kína játszotta a meghatározó szerepet, valószínűleg világ-történelmi rekordot állítva. Észak-Amerika és Óceánia az 1962-es magas szintről továbbemelkedett, de már 2001 – 2009 között csekély csökkenés volt jellemző.

4. táblázat

**A különböző hústermelési ágazatok évi termelés növekedése (%) 1960-2010 között és
várható növekedése 2005-2050 között**

	Éves növekedés (%) (1960-2010) (1)	Várható termelés növekedés (%) 2050-ig (2005=100 %) (2)
Baromfihús (3)	5,0	121
Sertéshús (4)	3,1	43
Marhahús (5)	1,5	66
Kiskérődzők (6)	1,7	92
Mottet és Tempio (2016)		

Table 4. Meat production increases per annum (%) between 1960-2010, and forecasted increase till 2050 (2005=100%)

annual increase (%) (1); expected increase till 2050 (basis 2005=100 %) (2); poultry (3); pork (4); beef (5); small ruminants (6)

A Dél-Európai országokban az ezredfordulóig erőteljes volt a húsfogyasztás növekedése, utána gyakorlatilag magas szinten stagnál. Közép- és Dél-Amerikára egyenletes ütemű és jelentős fogyasztásnövekedés volt jellemző.

A különböző hústermelési ágazatok éves átlagos termelésének növekedését (%) az 1960 – 2010 közötti időszakra vonatkozóan, és a 2050-ig várható további növekedést mutatja a 4. táblázat.

Az előrejelzések minden hústermelési ágazatban további növekedést jeleznek előre, természetesen a százalékos növekedési trendek mögött, az egyes húsfélék volumenét tekintve a legnagyobb tételt a baromfi, majd a sertés, ezt követően a szarvasmarha, végül a kiskérődzők teszik ki majd.

A TERMÉKELŐÁLLÍTÁS HATÉKONYSÁGÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSE AZ ÁLLATTENYÉSZTÉSI ÁGAZATOKBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HÚSMARHA TENYÉSZTÉSRE

A következő időszakban állattenyésztési ágazatok között elkerülhetetlenül bizonyos versenyhelyzet alakul majd ki a rendelkezésre álló erőforrásokért, döntően a takarmányforrásokért, utóbbival összefüggésben a vízért is, hiszen a takarmánytermesztés nagyon vízigényes. A fenntarthatóság szempontjából az egységnyi termék előállítását terhelő környezeti hatások is érdemi figyelmet érdemelnek. Sok egyéb mellett fontos szempontként merül fel az is, hogy az egyes állatfajok és az azokon belüli hasznosítási irányok milyen arányban és mértékben képesek hasznosítani olyan potenciális takarmányforrásokat, amelyek emberi fogyasztásra nem alkalmasak, vagy olyan területek biomasszáját is hasznosítják, amely területeken kellő hatékonysággal emberi táplálkozásra alkalmas élelmiszerek nem állíthatók elő (pl.: extenzív legelők, erdők). (Jelen esetben csupán az un. szárazföldi állattenyésztési ágazatokat tárgyaljuk, a vízhez köthető, akvakultúrás ágazatokat, különösen a gyorsan fejlődő mesterséges haltermelést nem vesszük figyelembe, habár az utóbbi ágazatok is ma már érdemi versenyt jelentenek, mert nagymennyiségű, főleg értékes növényi és állati fehérjetakarmányokat is igényelnek.)

A Földön rendelkezésre álló és hasznosítható területek adottak, és nemcsak a geográfiai földtani korlátok a jelentősek, hanem a csapadék viszonyok is meghatározóak, az öntözhető vagy azzá tehető területek végessége is újabb korlátokat szabnak.

A 5. táblázatban *Mottet és mtsai (2016)* összeállítása szemlélteti, hogy az egyes fő ágazatok állatállománya takarmányszükségletét napjainkban mekkora területen állítjuk elő, illetve a területlekötés milyen nagyságrendű az egyes takarmányfélésegeket véve figyelembe.

A 2,5 milliárd hektár összterület mintegy fele feltétlen legelő, zömében gyenge minőségű. A jó minőségű legelők mintegy 700 millió hektár területűek. A legelőterületek hasznosítása gyakorlatilag kizárólag kérődzőkkel lehetséges. A szarvasmarhák által lekötött takarmánytermő területek pontos megosztására, aszerint hogy ebből mennyit használnak marhahús előállítására és mennyit tejtermelésre, pontosan nem mutatják ki, de nehéz is lenne, hiszen pl. nagyon jelentős az olyan üzemek száma, ahol tejtermelő állományokkal, vagy azok keresztezésével állítják elő a húsmarha alapanyagot világszerte. Az abrakfogyasztók (baromfi és sertés)

takarmányszükségletét mindössze 170 millió hektáron termeljük meg, ezek az igen intenzív ágazatok viszont emberi fogyasztásra is alkalmas növényi terméket fogyasztanak, míg a kérődzők esetében csupán magas termelési szint esetében (pl.: nagy tejhozamú tehenek, intenzíven hizlalt bikák) kerül sor számottevő mennyiségű koncentrált, zömében abraktakarmányok etetésére. Ezek aránya annál magasabb mennél nagyobb a teljesítményszint (*Flachowsky 2002, cit. Horn, 2013*).

5. táblázat

**Az állattenyésztési ágazatok takarmánytermő terület lekötése világszinten
(millió ha)**

	Feltétlen legelő (1)	Jó legelő (2)	Siló- takarmány (3)	Cereáliák (4)	Olajos növények (5)	Egyéb takarmány (6)	Összesen (7)
Szarvasmarha (8)	500,6	547,1	59,4	73,1	61,5	125,1	1367,0
Kiskérődzők (9)	782,5	160,4	9,5	1,6	2,9	19,5	976,3
Baromfi (10)	-	-	-	92,5	16,4	2,5	111,4
Sertés (11)	-	-	-	44,8	2,7	9,3	56,8
Összesen: (12) 1283,1 707,5			69,8	212,1	83,5		2511,5

Mottet és mtsai (2016)

Table 5. Feed producing area required for the various animal production sectors (million ha)

low quality pastures (1); high quality pastures (2) silage (3); cereals (4); oil seeds (5); others (6); total (7); cattle (8); small ruminants (9); poultry (10); pigs (11); total (12)

Az utóbbi két évtizedben az érdeklődés egyik fókuszába került a klíma melegeedésének kérdése, és azt ezt okozó üvegházhatású gázok szerepe. Kétségtelen, hogy a mezőgazdasági tevékenységek széles köre során keletkeznek olyan gázok, amelyek okozhatnak felmelegedést (pl.: CH₄, N₂O, CO₂). Ebben a kontextusban az állattenyésztés is gyakran szóba kerül.

A 6. táblázatban a mezőgazdasági tevékenységek globális üvegházhatású gázkibocsátása szerepel források szerint.

A kérődzők által kibocsátott metán kétségkívül jelentős tényező, az összes üvegházhatású gázkibocsátás több mint 44 %-át adja CO₂ egyenértékben. A hazai kérődzők metán kibocsátásának „büntetőpadra” ültetésének paradoxonjával már többször foglalkoztunk, hivatkozva *Hrisztov (2012)* tanulmányára, amelyben kimutatja, hogy Észak-Amerikában a vadkérődzők metántermelése gyakorlatilag megegyezett a mai házi kérődző állatállományéval. Ez Európára is jellemző volt, amint azt számos barlangi festmény tanúsítja (pl.: Chauvet, Lascaux, Altamira), láttatva azt a hatalmas vadkérődző bőséget, ami jellemezte a 12-15 ezer évvel ezelőtti állatvilágot (vadló, őstulok, bölény, szarvasfélék, stb.). A kérődzők által okozott metánterhelés tehát igen nagy volt, függetlenül az embertől.

6. táblázat

**A mezőgazdasági globális üvegházhatású gáz kibocsátása források szerint
(millió tonna CO₂ ekv./év)**

Források (1)	1961	2010
Kérődzők emissziója bendőemésztés (CH ₄) (2)	1375	2014 (44 %)
Legelőn maradó trágya (N ₂ O) (3)	386	764 (17 %)
Műtrágyázás (N ₂ O) (4)	67	683 (15 %)
Rizsföldek emissziója (CH ₄) (5)	366	499 (11 %)
Trágyatárolás és kezelés (CH ₄ és N ₂ O) (6)	284	353 (8 %)
Növényi maradványok a földeken (N ₂ O) (7)	66	151 (3 %)
Földek trágyázása (N ₂ O) (8)	59	116 (3 %)
Összesen: (10)	2604	4586
Tubiello és mtsai (2013)		

Table 6. Global agriculture and land use emission data (MtCO₂ eq/year)

category (1); ruminants enteric fermentation (2); manure left on pasture (3); synthetic fertilizers (4); rice cultivation (5); manure storage (6); crop residues (7); manure applied to soils (8)

Nekünk állattenyésztőknek, hangsúlyosan kell felhívunk a figyelmet arra, hogy a füves és más növényekkel borított területek növény- és állatvilága szoros kölcsönhatásban fejlődött, és ez az evolúciós folyamatokra döntően kihatott. A növény- és állatvilág fejlődésére a koevolúció volt a jellemző, már ősidők óta.

Az állattenyésztés üvegházhatású gáz kibocsátását a globális termelés 14,5 %-ára becsülik, ebből a kérődzők részesedése 80 % körüli. Régóta ismert, hogy a bendőemésztés során keletkező metán mennyisége pozitív korrelációt mutat a takarmányfogyasztással. az abban foglalt nyersrostemésztése metántermelő folyamat. A takarmányfogyasztás azonban erős pozitív korrelációt mutat sok fontos értékmérővel a hústípusú szarvasmarhákban is (pl.: növekedési erély és mások). Ezért ha kérődzőket kisebb metántermelésre szelektálnak, csökken a takarmányfogyasztás, romlanak a fontos termelési paraméterek.

Húsmarhák metán termelése és az egyes fontos értékmérők közötti fenotípusos és genetikai összefüggéseket a közelmúltban közölték *Donaghue és mtsai (2016)* Ausztráliában respirációs rendszerekben végzett mérések alapján.

A 7. táblázat a kísérletben mért fontosabb paraméterek átlagos és szélső értékeiről tájékoztat.

A 8. táblázat a húsmarhák metán termelése és egyes értékmérők közötti fenotípusos és genetikai korrelációkat mutatja.

A takarmány szárazanyag felvétellel összefüggésben a mért genetikai és fenotípusos korrelációk hasonlóak más, korábbi vizsgálatokhoz.

A metántermelés fenotípusos és genetikai korrelációi szoros pozitív kapcsolatot jeleznek a tömeggyarapodással bármely hizlalási időszakban, és pozitív összefüggést mutatnak a vágottáru minőségét befolyásoló tulajdonságokkal

7. táblázat

A kísérletben résztvevő Angus állomány fontosabb paraméterei

Paraméterek (1)	$\bar{X}$	Min.	Max
Takarmány kg sz.a./nap (2)	6,07	3,59	9,42
Metán term/nap g (3)	132,2	89,1	251,4
Testsúly születéskor kg (4)	34	19	50
Választáskori súly kg (5)	242	110	355
Éves kori súly kg (6)	370	172	592
Végsúly vágáskor kg (7)	450	265	648
Karajfelület Cm^2 (8)	62	35	96
Intram. zsír % (9)	4,1	1,5	8,1

Donoghue és mtsai (2017)

Table 7 Descriptive statistics for methane production, growth and body composition traits

parameters (1); dry matter/kg/day (2); methane prod. rate, g/day (3); birth weight kg (4); weight at weaning kg (5); weight one year kg (6); final weight kg (7); eye muscle area cm^2 (8); intram. fat % (9)

8. táblázat

Angus húsmarhák metán termelése és egyes értékmérők közötti korrelációk (n = 1046)

Tulajdonságok (1)	Takarmány felvétel (sz.a.) (2)		Metán* termelés (3)	
	r_p	r_g	r_p	r_g
Tömeggyarapodások (4)				
választásig (5)	0,71	0,84	0,53	0,84
éves kor (6)	0,80	0,94	0,61	0,86
hizlalás végéig (600 nap) (7)	0,79	0,95	0,56	0,79
karaj (cm^2) (8)	0,42	0,55	0,28	0,40
Intram. zsír (9)	0,20	0,38	0,15	0,0

* $h^2=0,30$

Donoghue és mtsai (2016)

Table 8. Methane production of Angus cattle and correlations between some production traits

traits (1); feed uptake (2); methane production (3); weight gains (4); till weaning (5); one year of age (6); till end of fattening 600 days (7); eye muscle area (8); intram. fat (9)

is. A CH_4 kibocsájtás csökkentésére irányuló direkt szelekció rontaná a minőségi húsmarha előállítás potenciális lehetőségeit. A metántermelés és a takarmány szárazanyag felvétel hányadosa, mint fő szelekciós paraméter, már gyenge összefüggést mutat fontos értékmérőkkel. Úgy tűnik, a gyakorlatban

a metántermelésre történő szelekció aligha lesz járható út bonyolultsága és drágasága miatt.

A tejelő típusú szarvasmarhatartásban, számos tanulmányban egyértelműen igazolták, hogy egységnyi tejmenyiségre vonatkoztatva jelentősen csökkenthető a metán (és más környezetterhelő tényezők) kibocsátása. Az egyik legtöbbet idézett átfogó tanulmányt az USA-ra vonatkozóan *Capper és mtsai (2009)* tették közzé. A tejhozamok növekedése, a takarmányozás precíziós rendszerei, a környezeti és más feltételek mind tökéletesebb, komplex optimalizálása jelentősen csökkenti a fajlagos emissziókat.

Az intenzív tejtermelési rendszerek mind jobban haladnak olyan komplex megoldások felé, ahol a termelést befolyásoló, szinte minden tényezőt szigorú kontroll alatt tudjuk tartani, mindjobban kiküszöbölve még az emberi tényezők által előidézhető, negatív hatású elemeket is.

A húsmarhatenyésztés még a fejlett országokban is sokkal jobban függ a természetes körülményektől, akár a rendelkezésre álló takarmányforrások mennyiségét és minőségét, a geográfiai alapadottságokat, az időjárás tartós vagy rövid ideig tartó, szélsőséges hatásait és egyéb tényezőket veszünk is figyelembe.

Ebből következik, hogy a húsmarha tartási rendszerek esetében – még országon belül is - nagyon nagy különbségek vannak az egységnyi termék előállítását terhelő erőforrás igényekben és a legkülönbözőbb üvegházhatású gázkibocsátásban és más környezetterhelő hatásokban. Általában megállapítható, hogy az intenzívebb rendszerekben - az adott környezethez jól alkalmazható, kellő szaporaságú és jó húsmínőségű fajták, típusok, jó fűfajták és legelőgazdálkodási gyakorlat, racionális kiegészítő és hatékony tömegtakarmány termelés, kombinálva a legelőre alapozott tartással – jelentősen csökkenthető az egységnyi termékre vetített környezetre károsan ható emissziók mennyisége (*Gerssen-Gondelach és mtsai 2017*).

Minden korábbi vizsgálat igazolja azt, hogy a legkisebb komplex erőforrásigény és környezetterhelés akkor tapasztalható, ha tejelő típusú állományok egy részének keresztezésével állítjuk elő a vágóalapanyagot. Egységnyi termékre vetítve a legnagyobb környezetterhelést a kizárólag legelőre alapozott anyatehéntartás esetében tapasztalták (*de Vries és mtsai 2015*).

AZ ÉGHAJLAT JELENLEG MELEGEDŐ IDŐSZAKÁNAK VÁRHATÓ HATÁSA

Ismert tény, hogy a Föld története során a klíma sokszor változott, valójában az éghajlatváltozás volt az állandó elem. A lehűléseknek és a felmelegedéseknek gyorsabb vagy lassúbb szakaszai között voltak viszonylag nyugodtabb időszakok is, drámai változások nélkül. A jelen korban úgy tűnik, egy melegedő szakaszban élünk, amihez sokoldalúan alkalmazkodnunk kell, így az állattenyésztőknek is.

Az egyik legszembetűnőbb változást a megszaporodó hőségnapok, periódusok mutatják, amelyek sok gondot és gazdasági kárt okoznak a szarvasmarhatartásban. A hőstressz mérséklése jelentős erőfeszítéseket követel a tejtermelő tehenészetekben, de talán még több gondot okoz a szabadban tartott húsmarhák esetében, ahol a természetes klímakörnyezet a meghatározó. Utóbbira vonatkozóan számos kutatási program célja világszerte azoknak a tényezőknek a vizsgálata, amelyekkel a hőstressz csökkenthető pl. árnyékolási módok, a szőrzet

színének hatása, takarmányozási módok a feedlotban, genetikai tényezők, mint az izzadási képesség, a „slick” prolaktin receptor szerepe (Davis és mtsai, 2017).

Egyik hazai példaként legelőn tartott, eltérő színű, de azonos típusú húsmarhák testfelületének nagyon különböző felmelegedését mutatjuk be 2017 nyarán, hőstresszes időszakban mérve (9. táblázat).

9. táblázat

Különböző színű húsmarhák hő reakciója és napi átlagos súlygyarapodása legelőn

Fajta (1)	Lég hőmérséklet (°C) és páratartalom (%) (2)		Bőrfelszín hőmérséklet* °C (3)	Születési súly kg (4)	Napi átlagos súlygyarapodás g (5)
Fekete angus (6) (n=32)	34,4	45	48,2	27,0	876
	30,2	48	43,3		
Vörös angus (7) (n=27)	34,4	45	44,4	27,5	992
	30,2	48	42,4		
Murray Grey (8) (n=30)	34,4	45	40,2	28,1	1030
	30,2	48	39,2		
Szignifikancia			P<1 %	ns	ns

* 3 ismételt mérés minden állaton

Steffler és mtsai (2017)

Table 9. Heat reaction of beef cattle as influenced by coat colour on pasture

breeds (1); air temperature (°C) and rel. humidity (%) (2); coat surface temp °C (3); weight kg (4); daily gain average g (5); Black Angus (6); Red Angus (7); Murray Grey (8) * 3 repeated measurement/animal

A test felszínén mért nagy hőmérséklet különbségekhez érdemi és hasonló tendenciájú változásokat mutattak a rectalisan mért hőmérsékleti értékek. A kevésbé melegedő típusok legelési viselkedése is eltérő, hosszabb időt töltenek a legelőn.

Az utolsó másfél évtizedben több elemzés született arra vonatkozóan, hogy a világ állattenyésztésére a jelenleg érzékelhető éghajlat-változási folyamatok hogy hatnak.

Az állattartási nagyrendszerek három nagy csoportra oszthatóak: 1. extenzív legeltetési rendszerekre, 2. vegyes növény- és takarmánytermesztő állattenyésztési rendszerekre és 3. zömében zárt koncentrált, intenzív rendszerekre érdemi földterületek nélkül.

Az első kategóriába a Föld hasznosítható szárazföld-készletéből hárommilliárd, a másodikba két és félmilliárd hektár esik. Az extenzív legeltetési rendszerekben ma a világon megtermelt húsmarha mennyiségének 20%-át, kiskérődzőinek 30%-át állítják elő. A második nagy rendszerben, ahol vegyes növényi- és takarmánytermesztési állattenyésztési rendszerek működnek, a tejnek 90, a húsmarha és juh 70, a sertés és baromfihús 25, és a tojás 40%-át állítják elő. Megdőbbséget képviselnek ma már a zárt koncentrált és intenzív állattenyésztési rendszerek, amelyek gyakorlatilag földterület nélkül üzemelnek, mert a baromfi-

húsnak mintegy 70, a tojáshoz 60, a sertésnek 55%-át állítják elő, a húsmarha kis hányadot képvisel. Legújabbban érdemben nő a tejtermelő tehenészetek száma is, különösen egyes arab országokban. A 10. táblázatban összesítettem az adatokat, feltüntetve azokat a régiókat, amelyek a különböző kategóriákba esnek. A 11. táblázatban állítottam össze a közeljövőre – 20 éves távlatban – vonatkozó prognózisokat, amelyek azt mutatják, hogy az állattenyésztési nagyrendszerek potenciális lehetőségei valószínűleg hogyan alakulnak a jelenlegi klímaváltozási folyamatok hatásaira.

10. táblázat

Állattartási nagyrendszerek

Alaptípus (1)	Terület, milliárd ha (2)	Elhelyezkedés (3)	Megközelítő részesedés a világtermelésből (4)
Extenzív legeltetési rendszer (5)	3	Afrika, Ázsia, Ausztrália, részben Európa és Amerika egyes részei	Húsmarha 20% (10) Kiskérődzők 30% (11)
Vegyes növény- és takarmánytermesztő állattenyésztési rendszerek (6) - természetes csapadékra alapozott (7) - öntözött területek (8)	2,5	Európa, India, Dél-Amerika keleti része, Amerika, Afrika középső része, USA-Kanada határvidéke Közép-Európa kis része, D-K Ázsia, USA és Közép-Amerika egy része	Tej 90% (12) Húsmarha+juh 70% (13) Sertés és baromfi 25% (14) Tojás 40% (15)
Zömében zárt, koncentrált intenzív rendszerek, érdemi földterületek nélkül (9)		USA déli és középső területe, Dél-Amerika, Európa, Kelet-Ázsia, Közel-Kelet	Baromfihús 70% (16) Tojás 60% (17) Sertéshús 55% (18) Húsmarha 6% (19)

Nardone és mtsai (2010)

Table 10. Animal production systems

types (1); area billion ha (2); location (3); share from world total production (4); extensive pastoral (5); mixed crop, feed animal prod. systems (6); based on natural precipitation (7); irrigated areas (8); confined systems, without land (9); beef (10); small ruminants (11); milk (12); beef + sheep (13) pig +poultry (14); eggs (15); broiler (16); eggs (17); pork (18); beef (19)

A prognózisok azt jelzik, hogy az extenzív legeltetésre alapozott területeken – figyelembe véve a már jelenleg is jól érzékelhető folyamatokat – a húsmarhák és kérődzők által termelt hús mennyisége mintegy 50%-kal fog csökkenni, döntően az elsivatagosodás, a túllegeltetés és a csökkenő éves csapadékmennyiség következtében. Ez érinteni fogja Afrika, Ausztrália, India, Közép-Amerika, Dél-Ázsia és Kína egyes részeit. A vegyes növénytermesztő állattenyésztő rendszereket alkalmazó régiók közül a természetes csapadékra alapozott területeken nehezen előre jelezhetőek az állattenyésztésre gyakorolt hatások, ezek az egyes érintett

11. táblázat

Az állattenyésztési nagyrendszerek potenciális lehetőségei a klímaváltozás tükrében

Rendszertípus (1)	Biomassza termelés várható változása (2)	Várható esélyek (3)
Extenzív legeltetési rendszerek (4)	-50%	Afrika, Ausztrália, Közép-Amerika, Dél-Ázsia, Kína egyes részei a leginkább veszélyeztetettek (10)
- Természetes csapadékra alapozott rendszerek (5)	- > +	Nehezen előre jelezhető regionálisan is változó negatív és pozitív hatások is lehetnek (11)
- Öntözött területek (6) „Átfolyó vízkészletek (7)	+ + +	Ahol átfolyó vízkészletekkel gazdálkodnak, nagyon kedvező prognózisok adhatók (12)
„Talajvíz hasznosítás (8)	+	Talajvíz hasznosítás már nehezedő feltételeket jelentenek (13)
Intenzív zárt specializált tartási rendszerek (9)		További előretörésük várható, elsősorban abrakfogyasztók, de kérődzők esetében is (14)

Silanikove (2000), Frank és mtsai (2003), West (2003),

Nienaber és Hahn (2007), Nardone és mtsai (2010) és mások adatai felhasználásával Horn (2013))

Table 11. Potential outlook for various animal production systems due to climate change

systems (1); biomass production change (2); expected impacts (3); extensive pastoral systems (4); natural precipitation (5); irrigated areas (6); surface water utilizing areas (7); ground water using areas (8); intensive, closed systems (9); most affected areas severe negative effects (10); forecasts are variable (11); very favourable future position (12); diminishing water availability (13); further expansions are expected in most animal production sectors (14)

régiókban lehetnek pozitívak és negatívak, de inkább enyhe negatív tendenciák valószínűek, a szélsőségesebbé váló klímahatások által megnövekedő termésingadozások miatt. Ezen a kategórián belül az öntözhető területek két nagy csoportra oszthatók a kilátásokat tekintve. Ahol az öntözés talajvízre alapozott, – amelyek egy része nem vagy lassan megújuló – itt nehezedő feltételekkel kell majd számolni, a mainál hatékonyabb öntözési módokra kell átállni vagy az öntözést adott régióban teljesen meg is kell szüntetni.

Az öntözéses vagy azzá tehető területek, régiók fontossága és gazdasági súlya erősen növekszik majd, különösen azoké, ahol megújuló és jelentős átfolyó vízkészletek vannak és ilyen hazánk is. Magyarország egész vízgazdálkodását is alapvetően újra kellene gondolni.

Az intenzív jól ellenőrizhető tartási feltételeket kínáló zömében zárt állattartási rendszerek további előretörése várható, mert komplex hatékonyságuk jobb, mint más rendszereké, egységnyi termékre vetített környezetterhelő hatásaik csekélyebbek az extenzívebb rendszerekhez viszonyítva. Nagyobb állategészségügyi

és extrém klímahatások elleni védelmet biztosítanak, mint más rendszerek. Többségükben jobb és egészségesebb munkakörülményeket teremtenek a kvalifikált munkaerőnek. Utóbbi tartásrendszer-típusokhoz nagy hatékonysággal csatlakoztathatók azok a trágya- és melléktermék hasznosító fermentációs egységek, amelyekkel bioenergia termelhető tovább csökkentve a környezetterhelő hatásokat is.

Természetesen azokat az ökológiai, geográfiai régiókat, ahol legeltetésre alkalmas területek vannak, azokat továbbra is célszerű és szükségszerű megfelelő fajú, fajtájú állatokkal arra alkalmas tartásrendszerek alkalmazásával hasznosítani. A legelőre alapozott húsmarha tartásra a jövőben jelentős szerep vár, ami nemcsak az emberiség minőségi fehérjeellátása szempontjából fontos, hanem segít a környezet kulturált állapotban tartásához, a biodiverzitás (állati és növényi) fenntartásának is egyik záloga.

IRODALOMJEGYZÉK

- Allievi, F. - Vinnari, M. - Luukkanen, J. (2005): Meat consumption and production analysis of efficiency, sufficiency and consistency of global trends. *J. Cleaner Prod.*, 92. 142-151.
- Capper, J. L. - Cady, R. Al - Bauman, D. E. (2009): The environmental impact of dairy production 1944. compared with 2007. *J. Anim. Sci.*, 87. 2160-2167.
- Davis, S. R. - Spelman, R. J. - Littlejohn, M. D. (2017): Breeding heat tolerant dairy cattle: the case for introgression of the "slick" prolactin receptor variant in to *Bos Taurus* dairy breeds. *J. Anim. Sci.*, 95. 1788-1800.
- De Vries, M. - Middelaar, G. E. - Boer, I. J. M. (2015): Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle le assessments. *Livestock Sci.*, 178. 279-288.
- Dominguez-Rodrigo, M. - Pickering, T. R. - Diaz Martin, F. - Mabulla, Al - Mauba, C. - Tranco, G. - Ariazza, C. (2012): Earliest porotic hyperostosis on a 1,5 million – year old Hominin, Olduvai Gorge, Tanzania. *Plos ONE*. 7. e 46414. cit.: Hocquette, J.F. (2016)
- Donoghue, K. A. - Bird-Gardiner, T. - Arthur, P. F. - Herd, R. M. - Hegarty, R. F. (2016): Genetic and phenotypic variance and covariance components for methane emission and post weaning traits in Angus cattle. *J. Anim. Sci.* 94. 1438-1445.
- FAO (2017): FAO Corp. Doc. Rep. World Agriculture: Towards 2015/2030. <http://fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e056.htm>
- Flachowsky, G. (2002): Efficiency of energy and nutrient use in the production of edible protein of animal origin. *J. Appl. Anim. Res.*, 22. 1-24.
- Frank, K. L., Mader, T. L., Harrington, J. A., Hahn, G. L., Davis, M. S., Nienader, J. A. (2000): Predicted global change effects on livestock performance based on empirical algorithms. *Univ. Nebraska, Lincoln*
- Gerssen-Gondelach, S. J., Lauverijssen, R. B. G., Havlik, P., Herrero, M., Valin, H., Fajj, A. P.C., Wicke, B. (2017): Intensification path ways for dairy and beef cattle production Systems. Impacts on GHS emissions, land occupation and land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 240. 135-147.
- Hocquette, J. F. (2016): Is in vitro meat solution for the future? *Meat Science*, 120. 167-176.
- Horn, P. (2013): A tej és marhahústermelés versenyhelyezete a világ állattenyésztésében. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 62. 308-323.
- Horn, P. (2013): Korunk fő fejlődési tendenciái az élelmiszertermelésben, különös tekintettel az állattenyésztésre. *Gazdálkodás*, 57. 516-531.
- Horn, P. (2015): Milyen jövő vár az állattenyésztésre? *Magyar Mezőgazdaság*, 70. 1. 28-31.

- Horn, P. (2016): Globális tendenciák érvényesülnek. Magyar Mezőgazdaság., 71. 26. 35-38.
- Hristov, A. N. (2012): Historic pre European settlement, and present day contribution of wild ruminants to enteric methane emissions in the United States. J. Anim. Sci., 90. 1371-1375.
- Lamboll, R., Stathers, T., Morton, J. (2017): Climate Change and Agricultural Systems. Ch. 13. 441-490. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-12-802070-8.00013-x>
- Mottet, A., de Hann, C., Falcucci, A., Tempio, G., Gerber, P. (2016): Livestock in our plates or eating at our table? Contribution to the feed/food debate. Global Food Security. megj. alatt. cit. Mottet és Tempio (2016)
- Mottet, A., Tempio, G. (2016): Global poultry production current state and future outlook and challenges. Proc. XXV. Worlds Poultry Congr. Inv. Lecture Papers, 271-277. Beijing
- Murphy, S.P., Allen, L. H. (2003): Nutritional importance of animal source foods. J. Nutrition, 133. 3932-3935.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., Bernabucci, U. (2010): Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Sci., 130. 57-69.
- Nienaber, J. A., Hahn, G. L. (2007): Livestock production systems management responses to thermal challenges. Int. J. Biometeorol, 52. 149-157.
- Popp J., Oláh, J., Szederák, J., Harangi-Rákó, M. (2017): A marhahús előállítás nemzetközi és hazai piaci kilátásai. Állattenyésztés és Takarmányozás.
- Ridley, M. (2012): A józan optimista. A jólét evolúciója. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Ruby, M. (2012): Vegetarianism. A blossoming field of study. Appetite, 58. 141-150.
- Sans, P. - Combris, P. (2015): World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961-2011). Meat Sci., 109. 106 -111.
- Silikanowe, N. (2000): Effects of heat stress on welfare of extensively managed ruminants. Livestock Sci., 67. 1-18
- Speth, J. D. (1989): Early hominid hunting and scavenging. The role of meat as an energy source. J. Human Evol, 18. 329 - 343.
- Steffler, J. - Mihalecz, A. - Horn, P. (2017): Még nem publikált adatok
- Tubiello, F. N. - Salvatore, M. - Rossi, S. - Ferrere, A. - Fitton, N. - Smith, P. (2013): The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. Environ. Res. Lett. 8. 1-11.
- West, J. W. (2003): Effects of heat stress on production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86., 2131-2144.

Érkezett: 2017. október

A szerzők címe: Horn P.

Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar,

Állattenyésztés-technológia és Menedzsment Tanszék

Author's address: Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental

Sciences, Department of Animal Husbandry and Management

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

horn.peter@ke.hu

Steffler J.

Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar,

Állattenyésztés-technológia és Menedzsment Tanszék

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental

Sciences, Department of Animal Husbandry and Management

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

stefler.jozsef@ke.hu