



# ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 62.

KÜLÖNSZÁM I.

Óvári Tudományos Napok 2021

Mosonmagyaróvár  
2021



SZÉCHENYI  
EGYETEM  
UNIVERSITY OF GYŐR





# ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 62.

KÜLÖNSZÁM I.

2021

**SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY**  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár  
Hungary

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

Közleményei

**Volume 62. Különszám I.**  
**Mosonmagyaróvár**  
**2021**

**Editorial Board/Szerkesztőbizottság**

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Ördög Vince DSc
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Pinke Gyula DSc
Hegy Judit PhD	Reisinger Péter CSc
Kovács Attila József PhD	Salamon Lajos CSc
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt János MHAS
Manninger Sándor CSc	Szalka Éva PhD <i>Editor-in-chief</i>
Molnár Zoltán PhD	Varga László DSc
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós MHAS	Varga Zoltán PhD

**Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai:**

Anton István, Barótfi István, Béri Béla, Bodnár Ákos, Bozó László, Deák Zsuzsanna, Farkas Csaba, Gortva-Vajda Ágnes, Gulyás László, Hajós László, Halas Veronika, Herczeg Levente, Holló István, Izsó Tekla, Kalácska Gábor, Kári-Horváth Attila, Polgár J. Péter, Sembery Péter, Somfalvi-Tóth Katalin, Szabó Ferenc, Szabó Márta, Tempfli Károly, Toldi Gyula, Tózsér János,

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 62. Különszám I.

**Cover design/Borítóterv:** Andorka Zsolt © 2000  
Competitor-21 Kiadó Kft., Győr

**Address of editorial office/A szerkesztőség címe**  
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.



**ÁLLATTUDOMÁNYI ÉS TAKARMÁNYOZÁSI  
SZEKCIÓ**



**FOLYAMATOS ADATGYŰJTÉS DIGITÁLIS SENZOROKKAL EGY  
EXTENZÍVEN TARTOTT CHAROLAIS ÁLLOMÁNYBAN A LEGELTETÉSI  
SZEZONBAN**

**(előzetes eredmények)**

MÁRTON ALIZ – BALOGH PETRA – BABAY-TÖRÖK BARBARA –  
BISZKUP MIKLÓS – PAJOR GÁBOR

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A legtöbb agrárágazathoz hasonlóan a húsmarhatartásban is problémát jelent az élő munkaerő hiánya. Eltűnnek a nagy gyakorlati tapasztalattal rendelkező pásztorok az állatok mellől. A húsmarhák villanypásztorral körülhatárolt területeken, napokig emberi felügyelet nélkül legelnek, ennek következményeként, az állattartóknak kevés információ áll rendelkezésükre az állatok egészségi állapotáról, ivarzásáról, legelési szokásairól, a tehének borjúnevelő képességéről. Ha kevés az ismeretünk az állatokról, többek között nem tudjuk, hogy mikor, milyen az állatok egészségi állapota, megfelelő-e a tápanyagellátásuk van-e valamilyen speciális beavatkozásra szükség. Ezen ismeretek hiányában olyan állatjóléti, egészségügyi problémák alakulhatnak ki, léphetnek fel, melyek állatorvosi ellátást igénylenek vagy akár az állat elhullásához is vezethetnek. Vizsgálataink során arra keressük a választ, hogy a tejlő tehenészetekben már évtizedek óta használt érzékelők (pedométer, nyaki transzponder, bendő bólusz), miként honosíthatók meg a húsmarha ágazatban, valamint a különböző testtájakon elhelyezett szenzorok közül melyek azok, amelyek a legtöbb és legmegbízhatóbb információt szolgáltatják a gazdáknak. A 2021. legeltetési idény kezdetén 120, extenzív körülmények között tartott charolais tehenet és szaporulatát, valamint három tenyészbikát szereltünk fel nem invazív módon felhelyezhető szenzorokkal folyamatos adatgyűjtés céljából. A vizsgálat jelen pillanatban is tart, ugyanakkor közel egy éves adatgyűjtés és

megfigyelések alapján úgy látjuk, hogy a szenzorok legeltetett körülmények között tartott állatokon is képesek jelezni az egészségügyi problémákat (kérődzés változása, leállása, lázas állapotot stb.), az ivarzásokat, de az további elemzéseket igényel, hogy az így kapott eredmények mennyire megbízhatóak. A jelenleg istállózott körülmények között tartott tejelő tehenekre kalibrált szenzorok, valamint a legeltetési körülmények (legelőváltás, extrém időjárási körülmények) miatt az eszközök további fejlesztésére van szükség.

**Kulcsszavak:** állattenyésztés, húsmarhatartás, legeltetés, szenzorok, big data

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2021. június 1-én Magyarországon a mezőgazdasági terület nagysága 5 millió 47 ezer hektár volt, ennek mintegy 15%-a, azaz 754 ezer hektár gyepterület ( $URL_1$ ). Ezen belül kiemelt fontosságúak a Natura 2000 gyepek, melyek a szabályozás szerint csak kaszálással és legeltetéssel hasznosíthatók ( $URL_2$ ), így az extenzív húsmarhatartás szempontjából értékes legelőterületeket jelentenek. A hagyományos állattartó rendszerekben a pásztor megnevezés nemcsak egy foglalkozást, hanem egy életformát is jelentett, ahol a pásztordinasztiák évszázados tudást adtak át generációról generációra az állattartás, takarmányozás, növényismert, legelőhasználat területén (Molnár, 2011; Kis et al. 2016). Napjainkban, talán a Hortobágy és az Alföld régióját kivéve, ez a hivatás eltűnőben van, a pásztorok és kutyáik szerepét a villanypásztor veszi át, ami csupán a legelőterületek lehatárolását teszi lehetővé, de nem ad információt a területről és a legelő állatokról. Ahhoz azonban, hogy a gazdálkodók termelése sikeres, az állatok jólléte biztosított legyen, ki kell tudnunk elégíteni az állatok élettani igényeit, figyelembe véve legelési szokásaikat, a legelő állapotát, valamint az egyéb környezeti tényezőket egyaránt. A digitalizációra épülő precíziós állattenyésztés (Precision Livestock Farming, **PLF**) eszközei - melyek az egyes egyedekről gyűjtenek folyamatosan digitális adatokat, azokat adatbázisban tárolják és szoftvereik segítségével átalakítanak és elérhetővé tesznek - segíthetnek minket ebben. Általuk olyan folyamatos, naprakész információk gyűjthetők az állatok táplálkozási, szaporodásbiológiai és egyéb egészségügyi paramétereiről, melyek lehetővé teszik a takarmányozás optimalizálását, az állattenyésztési feladatok tekintetében az időben történő beavatkozást, ezáltal az állat jóllétének és a termelés színvonalának a fokozását, csökkentve az egységnyi előállított élelmiszerre eső környezeti terhelést (Berckmans, 2014, 2017). Bár az intenzív állattenyésztési



ágazatokban (nagyüzemi tejelő szarvasmarha, baromfityenyésztés, sertésenyésztés stb.) már jelen van a digitális technológia (Mezőgazdaság 4.0), a digitális forradalom ugyanakkor jelen pillanatban is zajlik (*Szőke és Kovács, 2021*), melynek következő fázisában (Mezőgazdaság 5.0) a robotika és a mesterséges intelligencia integráltan jelenhet meg. Ebben az elkövetkező rendszerben az eszközök egymással kommunikálva még nagyobb hatékonysággal működhetnek majd. A precíziós megoldások bevezetése a fenntarthatóbb, az ökológiai, valamint az állatjólétet elsődlegesen szem előtt tartó tartásmódokban mindeddig kevésbé kiaknázott terület, de egyre több kutatócsoport foglalkozik a témával. *Williams et al. (2020)* rádiófrekvenciás (RFID) szenzorok pontosságát vizsgálta a legelő szarvasmarhák vízfelvitelének monitorozásakor és megállapították, hogy a vizsgált szenzorok megbízhatóan alkalmazhatók az állatok ivásra fordított idejének és a vízvások gyakoriságának a detektálására. Belga kutatók (*Andriamandroso et al, 2016*) összefoglaló munkájában a tehének takarmányfelvitelének vizsgálatára alkalmazható (akusztikus, mechanikus és eletromiográfias) szenzorok összehasonlításakor arra a következtetésre jutottak, hogy a tudományos kutatások során, ellenőrzött körülmények között használt eszközök gyakorlatban történő alkalmazása megköveteli a rendszerektől az eltérő helyzetekhez való alkalmazkodást ezért további fejlesztések és kalibrálások szükségesek. Ausztráliában multiszenzoros megfigyelések eredményeként a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy szenzorok és szenzorhálózatok, valamint információs és kommunikációs technológiák, valós időben, nagy térbeli és időbeli frekvenciával képesek adatokat szolgáltatni állatokról, legelőkről és a környezetről. Ez bővíti ismereteinket a komplex legeltetési rendszerek kölcsönhatásairól, és jelentős lehetőségeket kínál az extenzív marhahústermelés termelékenységének, jövedelmezőségének, állatjóllétének és környezetgazdálkodásának javítására (*González et al. 2014*).

A PLF alkalmazásának elterjedéséhez, a technológiai fejlődésen túl, hozzájárul a mezőgazdaságban egyre súlyosabban jelentkező munkaerőhiány, amit fokoz az ágazatban dolgozók átlagéletkorának a növekedése is (*Biró et al. 2012*).

Munkánk során célunk az állatokon elhelyezett és tejelő szarvasmarha állományokban már régóta alkalmazott szenzorok tesztelése legelőre alapozott tartás esetén. Vizsgáljuk, hogy az érzékelőkből nyert információk feldolgozásával milyen előrelépések, előnyök érhetők el a takarmányozás optimalizálása, a tartástechnológia gyakorlati fejlesztése és ezáltal az állatjóllét további fokozása, valamint a környezeti terhelés csökkentése

érdekében. Az állatok fülében elhelyezett GPS mérő adatainak feldolgozásával szeretnénk képet kapni a tehenek legelőhasználatáról, illetve az átlagos borjú-tehén távolságról, ami a tehenek borjúnevelő képességéről adhat információt és segítheti a gazdákat a tenyésztési, selejtezési döntésekben.

A szenzorokból digitális formában érkező nagy mennyiségű információ óriási adatbázist eredményez. Ezen adatok matematikai-statisztikai módszerekkel történő elemzése olyan rejtett összefüggések felfedését teszi lehetővé, melyekkel hozzájárulhatunk az ökológiai, környezetvédelmi, állattajelléti célok és a termelési paraméterek fokozásához.

Fontosnak tartjuk az eszközök használata során gyűjtött gyakorlati tapasztalatok megosztását a szenzorokat gyártó cégekkel a további fejlesztések érdekében.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink helyszínét a Zala megyei Várvölgy településen működő Gazdatrend Kft. biztosítja. A gazdaság fő profilja legelőre alapozott, charolais húsmarhatartás és bikahízalás, emellett bivalytenyésztéssel és vadgazdálkodással is foglalkoznak. Az állatok legeltetésére 180 ha Natura 2000 besorolású legelőterület áll rendelkezésre. A vizsgálatok helyszínének a kiválasztásánál több szempontot vettünk figyelembe. A gazdálkodás gyakorlati körülmények között (**on-farm** kutatás, *URL<sub>3</sub>*), Natura 2000-s területen történjen, a gazdálkodó is kellően motivált legyen a kutatásban és elegendő létszámú állatállomány álljon rendelkezésre a megfigyelésekhez, azok eredményeinek matematikai-statisztikai kiértékeléséhez. A gazdaságban három tenyészbikát, 120 eltérő laktációs számú, tavaszi időszakban ellő tehenet és azok 2021-ben született szaporulatát, azaz mintegy 80 borjút szereltünk fel, non-invazív módszerrel felhelyezhető szenzorokkal. Az állatok megfigyelésére alkalmazott érzékelőket az intenzív tejhasznú szarvasmarha állományokban már régóta használják, de nincsenek tapasztalatok afelől, hogyan működnek olyan extenzív körülmények között, amikor a teljes legeltetési időnyben a legelőn tartózkodnak az állatok.

A szenzorok kiválasztásánál 30 céget kerestünk meg, melyek IoT (Internet of Things) szarvasmarha szenzoros eszközöket fogalmaznak, ezek közül az 1. táblázatban szereplők jeleztek vissza. Kérdőívet küldtünk ki a gyártóknak, melyben bekértük az általuk forgalmazott eszköz paramétereit és piaci árát, valamint 6 gyártóval online meeting

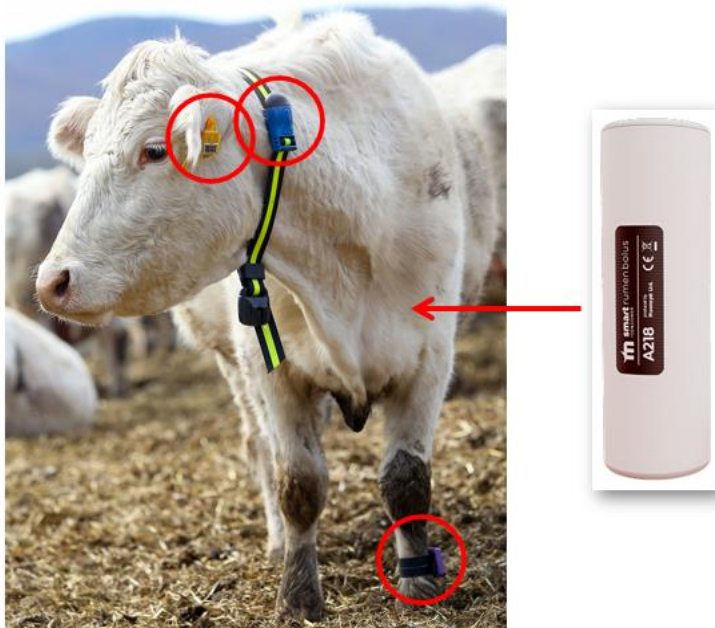
formájában egyeztettünk. A kiválasztásnál fontos szempont volt a termék ára mellett, az is, hogy hosszú ideig megoldott legyen az áramellátása, legalább egy napig tárolni tudja az adatokat, különböző testtájakra tudjuk felhelyezni, minél szélesebb körű legyen az adatgyűjtés és végül a gyártó cégek együttműködőek és nyitottak legyenek a fejlesztési javaslatokra. A szenzorok által küldött adatokat két db fix és egy mobil (akkumulátorról működtetett) hosszú hatótávolságú (Long Range – LoRa) vevőegység továbbítja a telepi számítógép irányába.

1. táblázat: A vizsgálat indulásakor áttekintett szarvasmarhára szerelhető IoT szenzorok és a gyártó/forgalmazó cégek (2021)

Table 1.: Bovine IoT sensors reviewed at the start of the study and manufacturers/distributors (2021)

Gyártó/Forgalmazó	Szenzor típus	Felszerelés helye	Mért paraméter
<b>Smaxtec</b>	Smaxtec Basic Bolus	bendő	hőmérséklet, aktivitás
<b>Moonsyst</b>	Smart Rumen Bolus	bendő	hőmérséklet, aktivitás
<b>ENGS Systems</b>	Track a))) cow	láb	aktivitás, külső hőmérsékletet, fekvés, fekvési pozíció, táplálkozás
<b>Allflex Livestock Intelligence</b>	Allflex sensor	nyak (tehén), fül (borjú)	aktivitás, mikrofon
<b>IceRobotics Ltd.</b>	IceQube	láb	aktivitás, állás, fekvés, helyzetváltás
<b>DeLaval</b>	Alpro	nyak	aktivitás, takarmányfogyasztás
<b>Baumatic</b>	Heet Seeker	láb,nyak	aktivitás
<b>Dairymaster</b>	Moomonitor	nyak	aktivitás, kérődzés, táplálkozás
<b>Göttsberger</b>	SmartBlow	fül	aktivitás, kérődzés
<b>CowManager/Holstein Genetika</b>	CowManager Sensor	nyak	aktivitás, hőmérséklet, kérődzés, táplálkozás
<b>Zane</b>	GPS	fül	helymeghatározás
<b>Nedap</b>	Laktivátor	láb, nyak	aktivitás, táplálkozás
<b>Afimilk</b>	AfiCollar, AfiAct II	nyak, láb	kérődzés, táplálkozás, aktivitás,
<b>Zane</b>	GPS	fül	helymeghatározás
<b>Smarter Technologies</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>IoT Factory</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>Moovement</b>	GPS	fül	helymeghatározás
<b>Gps-Collars</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>Agersens</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>Nofence</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>Digitanimal</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>1XGPS</b>	GPS	nyak	helymeghatározás
<b>FollowIT</b>	GPS	nyak	helymeghatározás

A fentiek tükrében a tehenek felszerelése egy fülre felhelyezett GPS jeladóból (Moovement), egy nyakra csatolható transzponderből (Allflex Livestock Intelligence™ MSD Animal Health, Heetime® Pro+), egy bendő bóluszból (Moonsyst - Smart Rumen Monitoring System) és egy lábra felhelyezett aktivitásmérőből, pedométerből (Track a))) Cow - ENGS Systems) állt (1. ábra).



1. ábra: A teheneknél alkalmazott szenzorok (GPS fülre helyezhető jeladó, nyaki transzponder, bendő bólusz, pedométer) Fotó: Biskup Miklós, (ÖMKi)

Figure 1.: Sensors used on cows (GPS transmitter in ear, neck transponder, rumen bolus, pedometer) Photo: Miklós Biskup, (ÖMKi)

A borjak egy fülre felhelyezhető GPS jeladót (Moovement), egy fül transzpondert (Allflex Livestock Intelligence™ MSD Animal Health), ami tehenek nyaki transzponderének megfelelő adatszolgáltatást nyújt és egy borjak számára kifejlesztett, kis méretű pedométert kaptak (ENGS - Systems) (2. ábra).



2. ábra: A borjakon alkalmazott szenzorok (GPS jeladó, fül transzponder, pedométer)

Fotó: Biszkup Miklós (ÖMKi)

Figure 2.: Sensors used on calves (GPS transmitter, ear transponder, pedometer)

Photo: Biszkup Miklós, (ÖMKi)

A bendő bólusz 15 percenként küld adatot a bendőbeli hőmérsékletről és óránként az aktivitásról. A pedométer adatai óránként, a nyaki transzponder és a GPS jeladó adatai viszont kétóránként érkeznek.

A vizsgálatok on-farm körülmények között zajlanak, ami annyit jelent, hogy a gazdákkal közösen kialakított célokat fogalmaztunk meg, melyekhez gyakorlati körülmények között végzünk kísérleteket. A kutatásunk összetett és számos részterületre terjed ki. Figyelemmel kísérjük a tehenek kondícióváltozását, a borjak súlygyarapodását, meghatározott időközönként történő kondíciópontozással és mérlegelésekkel, valamint a legelőn, stresszmentes körülmények között, egy Androidos mobiltelefonhoz csatlakoztatható 3D kamera (Agroninja beefie™) és a hozzá tartozó szoftver (Agroninja HUB) segítségével igyekszünk további információkat gyűjteni az állatok testsúlyáról, súlygyarapodásáról (pontosság 80-90%). A súlymérésekkel egy időben a növekedési erély követhetősége érdekében megkezdtük a bal elülső lábközépcsont, azaz a szárkörméret mérését, amit további értékmérő paraméterek felvételezésével tervezünk kiegészíteni, úgymint övméret, ferde testhossz, ultrahangos faggyú vastagság mérés.

A megfigyelt állatokon elhelyezett GPS füljelzőkből nyert adatok térképi megjelenítése jelenleg is folyamatban van. Továbbá megtörtént a gazdaságban jelenleg etetett abrak és tömegtakarmányok beltartalmi értékeinek meghatározása a MATE Georgikon Campus, Bioinnovációs Központ Takarmányanalitikai Laboratóriumában.

A hároméves kutatásunk egy hétlépcsős folyamatban került megtervezésre (3. ábra). Jelenleg a megfigyelés és adatgyűjtés fázisában vagyunk, melyet megelőzött a kutatási helyszín, a piaci forgalomban lévő szenzorok kiválasztása, az állatok felszerelése, a megfigyelni kívánt állatok adatainak regisztrálása a szenzorokhoz tartozó szoftverekben.

Kutatás időtartama: 3 év						
Nagy létszámú állatcsoport (200 egyed)						Jelenleg
Kutatási helyszín kiválasztása	Megfelelő szenzorok és az adatvevő egységek kiválasztása	Adatvevő egységek kialakítása a gazdaságban	Szenzorok felszerelése az állatokra	Felszerelt állatok adatainak regisztrálása a különböző szenzorok szoftvereiben	Megfigyelés, adatgyűjtés	Elemzés, következtetés, javaslat

3. ábra: A kutatás tervezett folyamata

Figure 3.: The planned process of research

A szenzorok szoftverei által jelzett problémákat minden esetben ellenőrizzük az állatok kikeresésével, legelőn történő személyes megfigyeléssel.

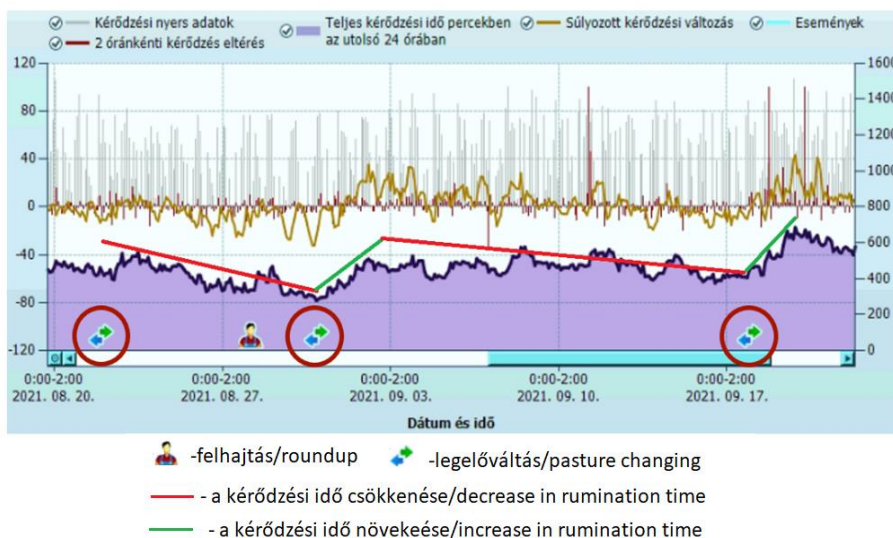
## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az érzékelők által gyűjtött nyers adatokból a szenzorokhoz tartozó szoftverek különböző algoritmusokkal (melyek a gyártók üzleti titkát képezik) származtatott adatokat szolgáltatnak. Az algoritmusok az eszközök felszerelését követő első 7-10 napban „ismerik meg” az állat viselkedését, az ez idő alatt gyűjtött alapadatokból, amit a későbbiekben folyamatosan tovább hangolnak. A normál állapottól való eltérés esetén a szoftverek riasztást küldenek. A normál állapot egyrészt megfelel az állat adott napszakra jellemző viselkedési mintázatának, másrészt a mérést megelőző 1-4 óra mintázatától való eltérésnek. A pontos algoritmus a gyártók üzleti titkát képezik.

### Nyaki- és fül transzponder (Allflex Livestock Intelligence™ MSD Animal Health)

A transzponderek információt adnak a kérődzésről, az ivarzások gyakoriságáról, vetelés veszélyéről, hőstresszről és a normál állapottól való jelentős (a jelentőség mértéke gyártó szerint eltérő és algoritmus a gyártók üzleti titkát képezi) eltérés esetén vészhelyzeti

jelentéseket küld a rendszer. Különböző befolyásoló események pl. a legelőváltás hatása is nyomon követhető az adatokon (4. ábra). Az új legelőszakasz megnyitásakor ugyanis a rendelkezésre álló nagyobb mennyiségű takarmány hatására megemelkedik az állatok percekben kifejezett napi kérődzése, ezzel szemben a kérődzésszám visszaesése jelzi a legelőváltás szükségességét, a legelő állatteltartó képességének csökkenését.



4. ábra: A legelőváltások hatása a kérődzésre egy tehén példáján keresztül a nyaki transzponder adatai alapján

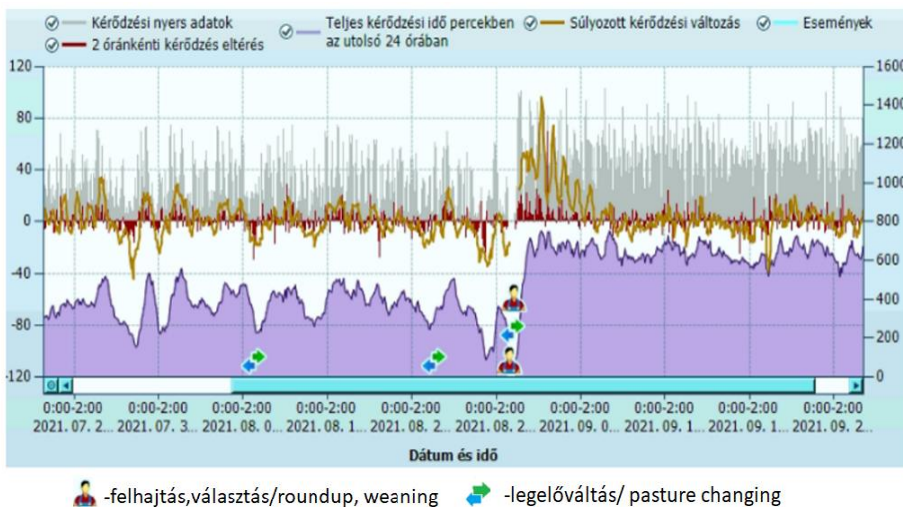
Figure 4.: The effect of pasture changes on rumination through the example of a cow based on neck tags data

Jellemző képet mutat a grafikon a borjak legelőről történő felhajtása és leválasztása esetén is. A tehenektől való elválasztást követően a borjak istállóba kerülnek, ahol tej és legelőfü helyett a továbbiakban abrak és széna alapú a takarmányozásuk, amit jól mutat a kérődzéssel töltött idő megemelkedése (5. ábra). Ugyanez az esemény a teheneknél egy depresszív, stresszes állapotot eredményez, ami drasztikus kérődzésvisszaeséssel társul. A szenoradatok alapján 3-4 nap szükséges az állapot rendeződéséhez, hogy a tehenek kérődzése visszatérjen a normál értékre.

A fenti esetek mellett a kérődzés visszaesése súlyos, emberi beavatkozást igénylő problémákra is utalhat, pl. bendőműködés leállása, szűrős tárgy bekerülése az



emésztőtraktusba, amire extenzív körülmények között, villanypásztoros legeltetés esetén másképp nem derülne fény és nagy valószínűséggel az állat elhullásához vezetne. A szenzorok felszerelését követően (2021.04.10.) három esetben is sikerült időben jelezni a kutatásban részt vevő gazdaságnak a problémát, így az állatok kezelésben részesültek, illetve egy egyed súlyosabb sérülés (bendő átfürödés) miatt vágóhídra került, de nem volt szükség legelön elhullott állati tetem megsemmisítésére.



5. ábra: A borjak leválasztásának hatása a kérődzésre egy borjú példáján keresztül a fültranszponder adatai alapján

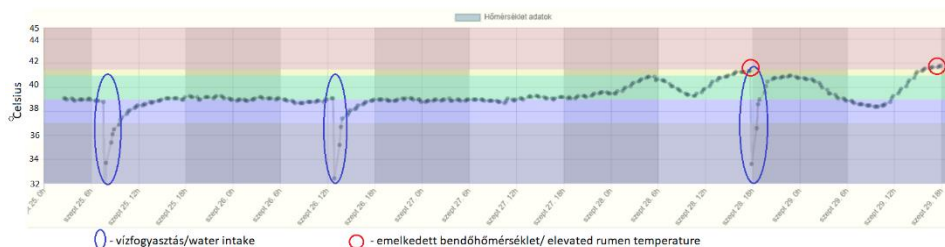
Figure 5.: Effect of weaning on rumination through the example of a calf based on ear tag data

### Bendő bólsusz (Moonsyst - Smart Rumen Monitoring System)

A bendő bólsusz jelzi a bendőbeli hőmérsékletet, a vízivások gyakoriságát (6. ábra), elmaradását, az állatok aktivitásában történt változásokat, ugyanakkor az általunk, a vizsgálatban használt bendő bólsusz pH mérésre nem alkalmas.

A bólsusz által jelzett problémák esetében azt tapasztaltuk, hogy a legtöbb lázas állapot nem társul egyéb betegségre utaló tünettől és leginkább nagyobb és durvább rosttartalmú, savanyúfüvekben gazdag (pl. *Carex hirta* L., borzas sás) legelőszakaszon alakultak ki ilyen esetek. Mivel a bólsusz a bendőbeli hőmérsékletet méri, ami akár 2°C-t is eltérhet a rektálisan mért hőmérséklettől (Dale et al, 1954), így valószínűsíthető, hogy intenzívebb

bendőfermetáció okozhatja a bólsz által regisztrált hőemelkedéseket A továbbiakban tervezzük a jelenség részletesebb vizsgálatát.



6. ábra: A bendő bólsz által jelzett vízivások és emelkedett bendőbeli hőmérséklet

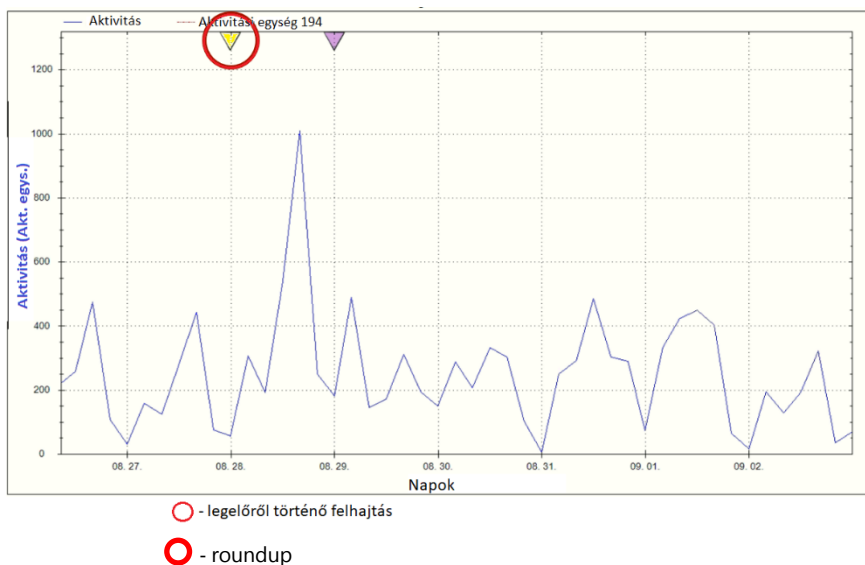
Figure 6.: Water intake and elevated rumen temperature detected by rumen bolus

A vízivások elmaradásának jelzését összevetve a meteorológiai adatokkal megfigyelhető, hogy esőt követően, párás időben a tehenek ritkábban keresik fel az itatókat. A vízigényüket az időszakosan képződő tócsákból és az elfogyasztott fű vegetációs víztartalmából fedezik. Mivel azonban az alkalmazott érzékelők alapján véve tejlő állományokra lettek kifejlesztve, ahol az állatok a magas szárazanyag tartalmú takarmányokkal vagy kis tócsákból nem képesek vízigényüket fedezni, így a hosszabb vízfelvétel nélküli időszakokban riasztásokat adnak. Megjegyezzük, hogy a bendő hőmérséklet több fokal csökkenéséhez több liter, a langyosnál hűvösebb vizet kell az állatoknak fogyasztaniuk. Ilyenkor szükségesnek tartjuk a vészhelyzeti riasztások ellenőrzését az állatok egyedszintű kikeresésével és megfigyelésével. E gyakorlati tapasztalatok hozzájárulnak a szenzorok további fejlesztéséhez, adaptációjához.

#### **Pedométer (Track a))) Cow - ENGS Systems)**

A pedométerekből nyert információk segítségével az ivarzásmegfigyelés mellett különböző betegségek is felderíthetők, pl. sántaság, elfekvés. A szoftver képes jelezni a fekvési arányt, a fekvéssel töltött időt, az átlagos aktivitást és a fekvési pozícióváltást. Egy legelőről történő felhajtás például jelentős aktivitásnövekedést eredményez az állatoknál, melyet szükséges felvezetni a szoftverbe, annak érdekében, hogy ne küldjön a rendszer tömeges vészjelzést, vagy ivarzási riasztást. Ugyanakkor a fekvési arányban történő növekedés egészségügyi problémára vagy akár ellésre is utalhat. Az ivarzások elmaradása jó esetben termékenyülést jelentett. Ennek egyedenkénti pontos

meghatározása a 2022. évi ellések idejéből lehetséges, ami egyben segíti a detektált ivarzások visszaellenőrzését is.

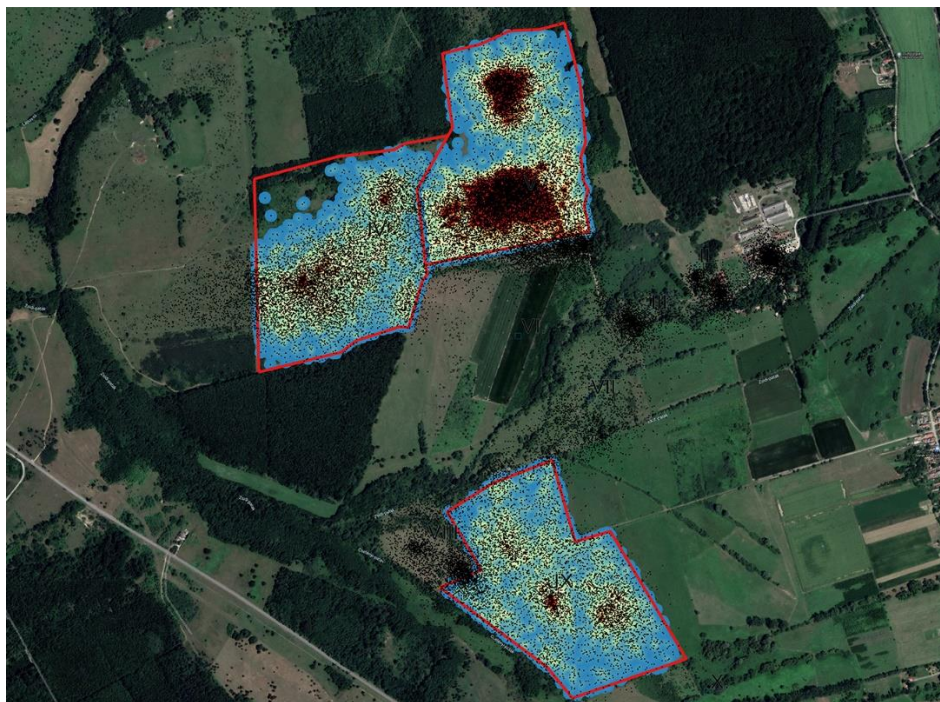


7. ábra: Felhajtás következtében kialakult aktivitásnövekedés a pedométer adatai alapján

Figure 7.: Increased activity caused by roundup based on pedometer data

### GPS (Movement) jeladók és a legelő

A megfigyelt állatokra szerelt napelemes GPS jeladókból érkező nagy mennyiségű adat feldolgozása jelenleg is folyamatban van. Kutatási szempontból értékes információ nyerhető a tehén és borja közötti átlagos távolságról, ami a tehén borjúnevelő képességének egyik indikátora lehet és támogatja a gazdálkodókat az objektív döntéshozatalban a selejtezéssekkel kapcsolatban. Továbbá az adatok hőtéreképek formájában történő megjelenítésével (8. ábra) képet kaphatunk a gulya legelőhasználatáról, az állatok által kedvelt területekről. Mindez kiegészül a legelőterületek botanikai felvételezésével, fűhozamának becslésével, állattartó képességének meghatározásával.



8. ábra: Az állatok legelőhasználata GPS adatok alapján, 2021

(a sötétebb - vörös területek a frekvenciált helyek - térbeli felbontás 1m)

Figure 8: Pasture use of animals based on GPS data, 2021 (darker - red areas are frequented - spatial resolution 1m)

A hőterképek segítik a következő évi legeltetési terv elkészítését, a nagyobb legelőszakaszok további kisebb szakaszokra való bontásának, valamint a gyepeken alkalmazható agrotechnikai kezelések (pl. tisztító kaszálások, cserjementesítés) módjának, idejének a tervezését.

#### ADATGYŰJTÉS, ADATFELDOLGOZÁS

A felsorolt szenzorok adatait két fix és egy napelemes mobil vevőegység gyűjti és továbbítja internetes kapcsolat segítségével a szerverek irányába. A kapott származtatott adatokból a gazdálkodó munkáját napi jelentésekkel segítjük, amiben tájékoztatjuk az előző 24 órában történt eseményekről, valamint jelezzük, ha valamely állatnál olyan problémát észlelünk, ami emberi beavatkozás szükségességét feltételezi. Mindez azt is

jelenti, hogy bár a precíziós állattenyésztés hozzájárul a munkaerőhiány csökkentéséhez a folyamatos, naprakész adatok szolgáltatásával, ugyanakkor szükség van képzett szakember alkalmazására a számítógépes szoftverek adatainak értelmezéséhez, ami megalapozza a hatékony napi és távlati munkaszervezést és telepi irányítást.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A digitalizációra épülő precíziós állattenyésztés (PLF) az extenzív, legelőre alapozott húsmarhatartás területén is nagy előrelépést jelenthet a képzett állatgondozói munkaerőhiány leküzdésére, az állattartásból eredő, egységnyi előállított termékre eső károsanyagkibocsátás csökkentésére, az állatjólét fokozására, valamint a gyepterületek jobb kihasználása és védelme tekintetében. Az állatokon alkalmazott szenzorok jelzik azokat az egyedszintű problémákat, melyek egyébként nem kerülnének felszínre és esetleg az állat elhullásához vezetnek. A kutatás ideje alatt a legelőn történő személyes megfigyelések segítik a szoftverek által adott riasztások értelmezését, magyarázatát. Jó kapcsolatokat ápolunk a szenzorokat gyártó cégekkel, melyek nyitottak a gyakorlati tapasztalatainkon alapuló fejlesztési javaslataink iránt, így a tejlő tehenészetekben már régóta alkalmazott érzékelők továbbfejlesztve alkalmasak lehetnek az extenzív húsmarhaállományok megfigyelésére. A húsmarhafajták genetikai potenciáljának kihasználása extenzív tartásmód esetén is modern technológiai alapokat kíván, a szenzorok segítségével a nagyértékű tenyészállatok esetében is korán felderíthetők az egészségügyi problémák és egyedszintű beavatkozásokra van lehetőség. A PLF segítségével még inkább szem előtt tarthatók az ökológiai, természetvédelmi szempontok az állatok jólétének fokozása, a hatékonyabb termelés és a gyepek védelme érdekében.

## CONTINUOUS DATA COLLECTION WITH DIGITAL SENSORS IN AN EXTENSIVE CHAROLAIS FLOCK DURING THE GRAZING SEASON

(preliminary results)

MÁRTON, ALIZ<sup>1</sup> – BALOGH, PETRA<sup>1</sup> – BABAY-TÖRÖK, BARBARA<sup>1</sup> –  
BISZKUP, MIKLÓS<sup>1</sup> – PAJOR, GÁBOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hungarian Research Institute of Organic Agriculture, Budapest, Hungary

### ABSTRACT

As in most agricultural sectors the shortage of labour is a problem in beef cattle farming too. Herders with great practical experiences are disappear from the side of the animals. Beef cattle graze in areas bordered by electric fence for days without human supervision, as a result of livestock keepers have a few information about the health status of the animals, their estrous, grazing habits and the ability of cows to raise calves. In default of information about animals, we do not know what the state of health of the animals is, whether they have an adequate supply of nutrients, or any special intervention is needed. In the absence of this knowledge, animal welfare and health problems may develop, which can lead to veterinary treatment or even the death of the animal.

In our research, we are looking for the answer to how the sensors (pedometer, neck transponder, rumen bolus) that have been used in dairy farms for decades can be adapted in the beef sector. As well as which of the sensors located in different parts of the body are the ones that provide the most reliable information to the farmer. At the beginning of the 2021 grazing season, 120 extensively maintained Charolais cows, their breeds and three breeding bulls were equipped with non-invasive sensors for continuous data collection. The study is ongoing now, however, based on nearly a year of data collection and observations, we can see that sensors are able to indicate the health problems (rumination stoppage, febrile state, etc.) and estruses in animals kept under grazing conditions, but further analysis is needed. Due to the calibrated sensors for dairy cows currently in the barn, as well as the differences in grazing conditions (grazing change, extreme weather conditions), further development of the devices is required.

**Keywords:** animal husbandry, beef cattle, pasturage, sensors, big data

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatások megvalósítását a Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat (MNVH) támogatja:  
[www.videkihalozat.eu](http://www.videkihalozat.eu)

## IRODALOMJEGYZÉK

*Andriamandroso, A.L., Bindelle, J., Mercatoris, B., & Lebeau, F.* (2016). A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behaviour when grazing. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environment*, 20.

*Berckmans, D.* (2014): Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Rev. Sci. Tech*, 33(1), 189-196.

*Berckmans, D.* (2017): General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 6-11.

*Biró, S., Hamza, E., Molnár, A., Rácz, K., Székely, E., Tóth, K., ... & Varga, E.* (2012): A mezőgazdasági foglalkoztatás bővítésének lehetőségei vidéki térségeinkben/ Opportunities to increase employment in agriculture in the rural areas of Hungary. <http://repo.aki.gov.hu/3644/>

*Dale, H.E., Stewart, R.E., Brody, S.*, (1954): Rumen temperature. 1. Temperature gradients during feeding and fasting. *Cornell Vet.* 44, 368–374.

*González A.L., Bishop\_Hurley G., Henry D., Charmley E.* (2014): Wireless sensor networks to study, monitor and manage cattle in grazing systems. *Animal Production Science* 54, 1687-1693.

*Kis, J., Barta, S., Elekes, L., Engi, L., Fegyver, T., Kecskeméti, J., ... & Szabó, J.* (2016): A pásztorok tudásának és világnézetének szerepe a biodiverzitás és az ökoszisztéma-szolgáltatások fenntartásában. *Természetvédelmi Közlemények*, 22, 96-111.

*Molnár, Zsolt* (2011): Hortobágyi pásztorok hagyományos ökológiai tudása a legeltetésről, kaszálásról és ennek természetvédelmi vonatkozásai. *Természetvédelmi Közlemények*, 17. pp. 12-30. ISSN 1216-4585

*Szőke, V., & Kovács, L.* (2021): A mezőgazdaság 4.0 technológiáinak munkaerőpiaci hatásai. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal of Agricultural Economics*, 65(80-2021-456), 64-85.

*Williams L.R., Moore S.T., Bishop-Hurley G.J., Dave L. Swain D.L.* (2020): A sensor-based solution to monitor grazing cattle drinking behaviour and water intake, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 168, 105141, ISSN 0168-1699.

Internetes hivatkozás

*URL<sub>1</sub>*: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/vet/20210601/index.html>

*URL<sub>2</sub>*: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700269.kor>

*URL<sub>3</sub>*: <https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/onfarm>

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Dr. Pajor Gábor

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

1033 Budapest, Miklós tér 1.

e-mail: [gabor.pajor@biokutatas.hu](mailto:gabor.pajor@biokutatas.hu)

Dr. Márton Aliz

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

1033 Budapest, Miklós tér 1.

e-mail: [aliz.marton@biokutatas.hu](mailto:aliz.marton@biokutatas.hu)

Balogh Petra

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

1033 Budapest, Miklós tér 1.

e-mail: [petra.balogh@biokutatas.hu](mailto:petra.balogh@biokutatas.hu)

Babay-Török Barbara

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

1033 Budapest, Miklós tér 1.

e-mail: [barbara.torok@biokutatas.hu](mailto:barbara.torok@biokutatas.hu)

Biszkup Miklós

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

1033 Budapest, Miklós tér 1.

e-mail: [miklos.biszkup@biokutatas.hu](mailto:miklos.biszkup@biokutatas.hu)





**THE CHARACTERISTIC OF FOSTERAGE IN A HUNGARIAN GREY  
CATTLE (*BOS PRIMIGENIUS TAURUS HUNGARICUS*) STOCK**

ÁDÁM LENNER<sup>1</sup> – EVELIN TÖRÖK<sup>1</sup> – ISTVÁN KOMLÓSI<sup>2</sup>

<sup>2</sup>University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental  
Management, Department of Animal Husbandry, Debrecen

<sup>1</sup>The University of Debrecen, Doctoral School of Animal Science

**SUMMARY**

The concept of fosterage appears in different ways at different organisational levels. The literature mainly describes artificial fostering methods for dairy cattle. For beef cattle, it is only partly used. The aim of our study was to investigate the development, rate, and efficiency of natural fostering in a Hungarian Grey cattle herd of nearly 200 dams at the Szamárhádi farm of the Tiszatáj Public Foundation in Hungary. The observation period lasted from 2018 to 2020. During the three years, there were a total of 335 calvings, 79 offspring died, sucklings was recorded in 1173 cases, 16 dams and the consequent development of foster-mothering were described. Our research seeks to reveal whether it makes sense to maintain the foster dam's nursing activity or whether drying off is necessary in the case of natural fostering. The results show that a quarter of dams fostered offspring after losing their calves. The age of the fostered calves were between one day and one month, with their 205 day-adjusted weights 11-29% above the average of the non - fostered ones. The calves of the foster dams also died in one of the following years, which may justify the culling of these individuals. The age of the dams and the number of their calvings varied. In the future, we should also monitor the offspring care of the fostered heifers and the social behaviour of the fostered offspring.

**Keywords:** behaviour, attachment, Hungarian Grey cattle, offspring care, foster cow, fostered offspring

## INTRODUCTION AND LITERATURE REVIEW

A defining characteristic of all mammals, including cattle, is that one of the largest energy investments females make in their offspring is through gestation (Royle *et al.*, 2014) and lactation (Waden and Schneider, 1992). The daily energy surplus can then be several times the usual (Gittleman and Thompson, 1988), regardless of whether we are talking about a foster dam or a biological mother.

It is possible to determine how the maternal environment affects the offspring—transferring offspring to another dam shortly after birth is a method to detect maternal effects after birth (Goodenough *et al.*, 2010). Several cross-breeding experiments have been used to explain the extent of inherited and learned maternal instincts (Mateo and Holmes, 2004). Their experiences with their own mothers can influence the way they treat their offspring. However, early maternal experiences do not modify all behaviours, and they do not affect non-social behaviours. In one study, *Microtus pennsylvanicus* and *M. ochrogaster* vole offspring were exchanged. The two species show fundamentally different maternal instincts when caring for their young. Offspring that received more maternal care also showed more maternal care when nursing their young. (Mcguidre, 1988).

Another experiment came to a similar conclusion. Offspring from poorly caring mothers were replaced with ones from mothers offering good maternal care. The offspring of good mothers were crossed with mothers who provided poor maternal care. As adults, pups raised by good mothers handled stress well and females were good mothers. Pups reared by the other group were more aggressive as adults, and females were poor mothers (Francis *et al.*, 1999). The reason behind this is the development of the individual organism. The cardiovascular, locomotor and central nervous systems of mammals develop during care. It is a critical time. The lactation period of mammals is therefore susceptible to environmental factors, including the role of the mother. As a result, different aspects of maternal behaviour and physiology can influence offspring in ways that have lasting effects on adulthood. Several recent animal studies have shown that maternal influences may partially encode adult activities, with important implications for health and locomotor performance (Cadney *et al.*, 2021). During early development, the olfactory epithelium of animals is more sensitive to maternal odour, thereby increasing the importance of odour later in development and also strengthening the offspring-mother

bond (*Leon et al.*, 1987; *Leon et al.*, 1988; *Leon*, 1983; *Sullivan et al.*, 1986; *Sullivan and Leon*, 1986). The offspring reared by a dam can recognize the smell of their mother, and those reared by a foster cow can recognize the smell of their foster parent.

The literature mainly describes fostering methods for dairy cattle. It is also partly practiced with beef cattle, but this possibility occurs when the dam has a dead offspring and the mother of the other offspring dies. Attachment is the next step, provided the two calves are close in age. It is also common to use dairy cattle to foster several beef cattle offspring so that one dam can raise several calves. Considering the time invested and the cost of milk powder, it was and is worthwhile to foster (*Everitt et al.*, 1968), not to mention the positive evolution of weaning weight (*Everitt et al.*, 1969).

In one experiment, the dam's offspring were removed two minutes after calving, and then four pre-selected calves were introduced to the dam and smeared with her amniotic fluid - a fast, close bond developed between the dam and the alien offspring. The offspring grew at a steady rate and did not suckle other dams (*Hudson*, 1977). Transferring odour with amniotic fluid and smearing the offspring with horn oil for fostering purposes has been used successfully by many (*Crowley and Darby*, 1971; *Le Neindre and Garel*, 1979; cit *Kent*, 1984), and some have even covered calves with cloth bags and introduced them to an unknown dam by swapping the bags. However, washing the limbs, heads and tails was also considered appropriate in this case (*Herd*, 1988). Fostering is easy for some dams, whereas in the case of others, it is difficult, and some dams are unwilling to show the behavioural attributes of fostering. In any case, fostering is more successful if we pair the dam with the alien offspring immediately after calving. The development of a fostering role is independent of breed, and there is minimal difference in the dam's acceptance during lactation. However, the number of sucklings decreases in the later phase of lactation (*Loberg and Lidfors*, 2001).

It is common practice in dairy cattle farming to separate the offspring from the dam at birth. Nowadays, there are animal welfare concerns associated with the above as it can harm the maternal instincts and social behaviour of heifers in their later life. Different methods are used to maintain both offspring care and milk production among dams. One such method is where the dam and her offspring have continuous, brief, occasional contact (15 minutes, 30 minutes/per occasion) for half a day (day only, night only). It is also common practice for a dam to feed 2-4 offspring so that the other dams only need to

be milked (*Johnsen, et al., 2016*). For the latter system, foster parent willingness in dams is an important parameter.

There was a difference between the offspring reared on Swedish red cattle milk replacer and mothered calves. The offspring that suckled the dams rested more and ate less fodder and hay; their attachment to the dams was strong, as the mothers also licked the offspring while feeding them (*Fröberg and Lidfors, 2009*). This beneficial effect was present even when the offspring could not suckle, but contact was made (*Johnsen, et al., 2015*). In addition to developing social skills, the suckling also resulted in more significant weight gain, up to 0.5 kg more per day than in calves raised on milk powder. It should be noted that suckling calves also had a better health status, and it was sufficient to suckle their mothers or foster dams until only 6-8 weeks of age (*Grondahl, et al., 2007*). This positive effect can be felt even if the dam and her offspring only meet for a very short time. The above methods can also be combined. After weaning at 6-8 weeks of age, the offspring were grouped, four calves were placed under one dam and fostered (*Ellingsen et al., 2015; Johnsen et al., 2016*). Positive social behaviour and weight gain can be achieved by meeting for as little as 15 minutes twice a day; although health problems (diarrhoea) may occur, the satisfaction of the suckling reflex is fulfilled, unlike in artificially fed calves (*Roth et al., 2009*). The occasional meeting for 15 to 30 minutes is a common practice in the tropics (*Margerison, et al., 2002; Das et al, 2001; Fröberg et al., 2007*). Although half-day systems, where the offspring spend 12 hours with their mother, are beneficial, they are very labour-intensive without automation. These data suggest that immediate weaning is not necessarily justified and that fostering may have a vital effect mainly on the subsequent social and maternal behaviour of heifers. In the case of bull calves, weight gain is better during suckling compared to artificial feeding. The authors of the present article could not find any literature on natural fostering processes in cattle. However, we can see that the dams can accept foreign calves artificially, under human influence. No study has addressed whether it is a learned or inherited behaviour when dams show willingness to foster without external influence. The aim of our study was to investigate the development, rate, and efficiency of natural fostering in a Hungarian Grey cattle herd of nearly 200 cows.

## MATERIALS AND METHODS

The site of the research was the Szamárhádi farm, owned by the Tiszatáj Public Foundation in Hungary. Calving habits of nearly 200 dams in the herd was recorded between 2018 and 2020.

In 2018, between 8 January and 18 June, 76% of the 196 dams calved. One hundred thirty-seven sucklings were recorded over 35 days. 24% of dams calving live offspring needed help to establish an initial bond with their calves because of attachment problems. Problems include inactivity of the offspring, later activation of the suckling reflex, or painful touching of the overly tight, sensitive udder. In the latter case, the calf was able to stand up and was guarded by its dam, but she kicked its calf during suckling. There were 7 miscarriages and 19 other offspring deaths. As a result, 26 cows had the opportunity to foster alien offspring. Of the 26 cows, 23 %, i.e., 6 dams fostered offspring (*Table 1*).

In 2019, between 2 January and 15 July, 64% of the 169 dams calved. 433 sucklings were recorded over 48 days. 33% of dams that calved alive offspring needed help to establish an initial attachment with them. The problems were the same as in 2018. There were 4 miscarriages and 22 other cases of offspring mortality. As a result, 26 cows had the opportunity to foster alien offspring. Of the 26 cows, 15%, i.e., 4 cows fostered offspring (*Table 1*).

In 2020, between 7 December 2019 and 4 June 2020, 47% of 172 cows calved. 603 sucklings were recorded over 65 days. 25% of dams that calved alive offspring needed help to establish an initial attachment with them. The problems were the same as in 2018 and 2019. The lack of human intervention would have resulted in higher calf mortality. There were 4 miscarriages and 23 other cases of offspring mortality. As a result, 27 cows had the opportunity to foster alien offspring. Of the 27 cows, 22%, i.e., 6 dams fostered offspring (*Table 1*).

During the three years, a total of 335 calvings occurred, 79 offspring died, 1173 cases of sucklings were recorded, 16 dams and the consequent development of foster-mothering were described.

*Table 1.* Presentation of data specific to the investigation period

<b>Year</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Investigation period</b>	<b>08 01-18 06</b>	<b>02 01-15 07</b>	<b>07 12 2019-04 06 2020</b>
<b>Number of investigated days</b>	<b>35</b>	<b>48</b>	<b>65</b>
<b>Sucklings</b>	<b>137</b>	<b>433</b>	<b>603</b>
<b>Number of dams calved</b>	<b>149</b>	<b>108</b>	<b>80</b>
<b>Number of miscarriages</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Other offspring mortality</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>23</b>

Considerably more interactions and dam-calf pairs were observed, as we did not know in advance which offspring would die and, as a result, which dam would start fostering. Cows that lost their calves on the observed day were observed several times for a minimum of one hour.

Behavioural elements of both dam and offspring were recorded during the fostering process. Behaviours included vocalisation, sniffing, licking and suckling. The time of death of the foster dam's offspring was accurately recorded, as well as the time of the first interaction with the fostered offspring. Several times during the observation periods, sucklings for the dam and the alien offspring were recorded. Attention was also paid to the fact that the offspring suckled both their mother and the foster dam, and the foster dam did not feed any other offspring. The age and number of calves of the dairy cows were extracted from the existing database (Riska programme, ENAR). We also recorded their later calvings and foster care successes. The collection and processing of data were carried out using Microsoft Excel.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The proportion of foster dams and the way they started to foster were explored during the three years. Over the three years, the number of observation days was increased in the calving season each year, which resulted in an increase in the number of suckling occasions recorded. The number of observation days almost doubled between the first and the third year, while the number of sucklings recorded quadrupled. Fewer observation days are sufficient to reveal the number of foster dams, as nearly the same number of

foster dams were recorded in all three years. If a foster dam is attached to alien offspring, she will not nurse another calf until weaning. It was possible to collect as much data as possible on foster dams, considering the ENAR registration system. The age of the dams and the number of their calvings varied (*Table 2*). The oldest was 16, and the youngest was 7. The oldest dam had the highest number of calvings(9), but it can be seen that the dam was also fostering after her first calving (2018/B). Two of the foster cows died in the following years. The animal with No. 2018/D was subject to emergency slaughter on 27.03.2021 due to a leg fracture. Another one with No. 2019/H died during the calving season of the year following the observation, due to prolapsus vaginae graviditatis during calving. The remaining 14 dams are still alive.

Foster dams were followed up in the years after they became foster parents. Of the sixteen foster dams, 7 calved offspring by 2021, in different years. One of these calvings was successful; in the other 6 cases, the offspring died again, but the dams showed no willingness to foster alien offspring the next time (*Table 2*). For this reason, it is worth culling such dams.

The process of fostering is characterised by the dam's maternal instinct to try to find a foreign offspring after the loss of her offspring. In five cases, we were able to observe the process of the foster cow's adoption. The foster dams did not approach other alien offspring, consistently following only the chosen one. The other 79 dams that lost their offspring showed no intention to foster. At the time of recording the first suckling contact between the fostered offspring and the dam, the age of the offspring varied between 1 day and 1 month (*Table 2*). The onset of attachment is certainly earlier, as suckling is the strongest level of contact. If we observe the time of mortality of the foster dam's offspring and compare it to her interaction with the first alien offspring, we find that in 9 cases of the three years, the fostering occurred within a week of the offspring's death. In one case, the fact of fostering was recorded a month later. It does not imply that fostering took place at that time, only that no attachment between the foster dam and the calf was described before that time. During the fostering period, the dams were given a choice of several offspring of similar age, but they consistently followed one offspring. They would sniff, make nasal sounds towards the offspring, and if it stopped, they would lick it. The mother of the offspring watched the fostering process and did not interfere. These reasons are worth examining later. A relatedness or similar odour may be assumed to motivate the dam to foster, as similar experiments in other mammals have already demonstrated this

(König, 1994; Boulet *et al.*, 2009; Todrank and Heth, 2003; Tzur *et al.*, 2009). In one case, no calving was recorded, but the dam fostered and nursed the offspring until it was weaned. It is thought that a fox or a golden jackal may have taken her newborn offspring.

Moreover, in another case, where the dam's offspring died later, the mother did not suckle it. Instead, she fostered another offspring while her offspring stole milk from other nursing cows. In the case of the dam, the first contact with the alien calf was recorded almost a month after the death of her own calf. She was in the lactation phase, so it can be assumed that contact was established earlier but was not recorded during our observations, or she may have been nursing other offspring as her milk must have dried up by this time, but no other contact was described during the observations (*Table 2*). The only time out of the 16 fostering occasions that the cow miscarried in 2018 and 2019 occurred just once, and she fostered foreign calves in both years. Thus, it can be said that out of the 16 fostering cases of 15 foster dams were partially followed up.

In 2018, the average of the corrected 205-days weight for the 91 weaned calves 136 kg (133 kg for heifers, 140 kg for bulls). In 2019, the average of the corrected 205-days weight for the 72 weaned calves was 143 kg (139 kg for heifers, 147 kg for bulls). In 2020, the average of the corrected 205-days weight for the 50 weaned calves was 166 kg (165 kg for heifers, 169 kg for bulls). The fostered calves had a 11-29% higher weaning weight than their gender average contemporaries. The exception was one offspring in 2018, which weighed below average for health reasons. It suckled its mother until weaning (*Table 2*). The calf rearing ability of the cows prone to fostering was also successful in the following years (2019; 2020). There were six calvings in the following two years, 5 dams nursed above average offspring, while one calf had a below-average weaning weight. Of the dams that lost their calves during the three years studied (2018-2020) and did not foster, 45% calved and successfully reared calves in the following calving season. 13% gave birth to offspring, but the calves died again, and 42% did not calve.

In 2021, none of the dams calved, which allowed their offspring to be fostered in previous years.

Overall, fewer observation days (30-40 days) are enough to reveal the proportion of foster dams within a calving season. The foster dams suckle and nurse their calves until weaning. As supported by previous literature, the calves that suckled two mothers had a higher-than-average weaning (Everitt *et al.*, 1969). If a foster dam lost its calf again in the



next calving season, it might not have become a foster dam again. The foster cows also differed in the number of calves and their age (*Table 2*).

*Table 2.*Data on foster dams and the process of fostering

2018							
Date of calving	Death of offspring	First suckling date of fostered calf	Age of calf (days)	Gender	Weaning weight (kg)	Calving in 2019	Calving in 2020
28.01.2018	22.12.2019	07.02.2018	28	male	156	yes, the calf is alive	-
29.01.2018	05.02.2018	05.02.2018	12	male	208	-	yes, the calf died
04.02.2018	04.02.2018	05.02.2018	1	male	180	-	yes, the calf died
?	?	18.03.2018	22	female	166	yes, calf died	-
06.04.2018	06.04.2018	06.04.2018	1	female	131	yes, calf died	-
15.04.2018	17.04.2018	14.05.2018	10	female	181	-	yes, the calf died
2019							
01.01.2019	01.01.2019	21.01.2019	31	male	183		-
18.01.2019	19.01.2019	19.01.2019	2	female	156		yes, the calf died
14.02.2019	14.02.2019	14.02.2019	4	female	153		-
06.04.2019	06.04.2019	17.04.2019	19	male	180		-
2020							
16.12.2019	18.12.2019	07.01.2020	21	female	165		
16.12.2019	20.12.2019	02.01.2020	20	male	215		
18.12.2019	24.12.2019	27.12.2019	17	female	219		
26.12.2019	26.12.2019	31.12.2019	8	female	176		
07.01.2020	12.01.2020	14.01.2020	15	female	188		
16.01.2020	16.01.2020	18.01.2020	4	female	190		

## CONCLUSION

No sources on the natural ability of cattle to foster have been found in the online literature databases, which would have been a basis for comparison. The researchers have primarily studied artificial, human-assisted fostering, especially in dairy herds. Our research followed three calving seasons (2018-2020) to analyze what percentage of dams that calved but lost their calves could naturally foster a foreign calf without human intervention. In the three calving periods, we observed 1173 observations to ensure that the relationship between the foster cow and the foreign calf and the relationship between the mother and her own calf was maintained. It can be stated that, the foster cows consistently nursed one alien offspring until weaning. Nearly a quarter of the dams that lost their calves fostered calves each year. The age and calving order of the foster dams varied, so it cannot be concluded that the older dams have a stronger tendency to foster. In observing the natural calving process, we have found that if a dam fosters in one year, she does not foster again in the next calving season, even if she loses her calf again. It raises questions about the heritability of the tendency to foster. One dam was an exception, as she fostered in successive calving seasons after losing her calf. In several cases, the dams that lost its offspring were nursing the alien calf within a few days, but some dams only a month later. The dam that lost her calf showed a different calving

success rate in the following calving season. This fact does not justify the immediate culling of a dam that has lost its calf. The calves that suckled two dams all along had a 11-29% more than the average corrected weight of 205 days, so there was no justification for drying the dams. In the future, it would be advisable to monitor the process of milking, the behaviour of non-fostering cows, the offspring care of the foster heifers and the social behaviour of the fostered offspring in more detail. Furthermore, it is worth investigating whether the natural fostering behaviour is inherited or learned and whether it varies from breed to breed regarding the different conditions under which animals are kept.

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

Authors would like to thank the workers of Tiszatáj Foundation for permitting me to make the observations on the Szamárhát Farm in Kesznyéten, Hungary. The publication is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

### **A DAJKASÁG JELLEMZŐJE EGY MAGYAR SZÜRKE MARHA (*BOS PRIMIGENIUS TAURUS HUNGARICUS*) ÁLLOMÁNYBAN**

LENNER ÁDÁM<sup>1</sup> – TÖRÖK EVELIN<sup>1</sup> – KOMLÓSI ISTVÁN<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Agrár- és Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,

Állattenyésztési Tanszék, Debrecen

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Állattudományi Doktori Iskola

#### **ÖSSZEFOGLALÁS**

A dajkaság fogalma különböző szervezeti szinteken, eltérő módon jelenik meg. Az online szakirodalomban elsősorban tejelő szarvasmarháknál alkalmazott mesterséges dajkásítási módszerekről lehet olvasni. Húsmarhánál ez csak részben gyakorlat. Vizsgálatunk célja az volt, hogy a Tiszatáj Közalapítvány Szamárháti tanyáján egy közel 200 anyaállatból álló szürke szarvasmarha állományban a természetes dajkásítás kialakulását, mértékét és hatékonyságát kiderítsük. A megfigyelési időszak 2018 és 2020

közé esett. A 3 év alatt összesen 335 ellés történt, 79 ivadék hullott el, 1173 alkalommal került feljegyzésre ivadékgondozási eset, 16 dajkatehenet írtunk le és ennek folyamányaként a dajkásítás kialakulását. Kutatásunkkal azt igyekeztük feltárni, hogy van-e értelme a dajkát ivadékgondozási folyamatban tartani, vagy a szárazra állítása szükséges. Az eredmények azt mutatják, hogy a szürke marha tehének negyede dajkásított ivadéka elvesztése után. A dajkásított borjak kora jellemzően 1 nap és 1 hónap közé esett, 205 napra korrigált súlyuk az átlagot 11-29%-kal is meghaladta. A dajkatehenek borjai a következő évek valamelyikében is elhullottak, ami indokolhatja ezen egyedek kiselejtezését. A dajkatehenek kora, elléseik száma eltért egymástól. A jövőben figyelemmel kellene kísérni a dajkásított üszők szociális viselkedését és borjúnevelési viselkedését.

**Keywords:** viselkedés, kötődés, magyar szürkemarha, utódgondozás, dajkatehén, dajkásított ivadék

## REFERENCES

- Boulet, M. – Charpentier, M.J. – Drea, C.M.* (2009): Decoding an olfactory mechanism of kin recognition and inbreeding avoidance in a primate. *BMC Evol Biol* 9:281
- Das, S.M. – Redbo, I. – Wiktorsson, H.* (2001): Behaviour of Zebu and crossbred cows unrestricted suckling groups. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, 263–270.
- Cadney, M. D. - Schwartz, N. E. – McNamara, M. P. - Schmill, M. P. – Castro, A.A. - Hillis, D. A. - Garland Jr., T.* (2021): Cross-fostering selectively bred High Runner mice affects adult body mass but not voluntary exercise, *Physiology & Behavior* 241, 113569
- Crowley, J.P. - Darby, T.E.* (1971): A method of fostering calves for multiple suckling systems. *Amin. Prod.*, 13:382
- Ellingsen, K. – Johnsen, J.F. – Schjøll, A. – Grøndahl, A.M. – Mejdell, C.M.* (2015): Kalvestelli norsk og svensk økomelkproduksjon. Resultater fra en spørreundersøkelse. Norwegian Veterinary Institute, Oslo (Veterinærinstituttets rapportserie16-2015).
- Everitt, G.C. – Phillips, D.S.M. – Whiteman, D.P.* (1968): Suckling: effects on the calf and the cow. *Proc. Ruakura Farmers' Conf. Week*, 1968: 158.
- Everitt, G.C. – Evans, S.T. – Franks, M.* (1969): Genetic and environmental effects on beef production. *Proc. N.Z. Sot. Anim. Prod.*, 29: 147.

- Francis, D. – Diorio, J. – Liu, D. – Meaney, M. J.* (1999): Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat, *Science*, 5;286(5442):1155-8
- Fröberg, S. – Aspegren-Guldorff, A. – Olsson, I. – Marin, B. – Berg, C. – Hernandez, C. – Galina, C.S. – Lidfors, L. – Svennersten-Sjaunja, K.* (2007): Effect of restricted suckling on milk yield, milk composition and udder health in cows and behaviour and weight gain in calves, in dual-purpose cattle in the tropics. *Trop. Anim. Health Prod.* 39, 71–81.
- Fröberg, S. – Lidfors, L.* (2009): Behaviour of dairy calves suckling the dam in a barn with automatic milking or being fed milk substitute from an automatic feeder in a group pen, *Animal Behaviour Science*, 117, 150-158
- Gittleman, J. L. – Thompson, S. D.* (1988): Energy allocation in mammalian reproduction. *Integr. Comp. Biol.* 28, 863–875
- Grondahl, A. M. – Skancke, E. M. – Mejdell, C. M. – Jansen, J. H.* (2007): Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6-8 weeks of age: a case report, *Acta Veterinaria Scandinavica* 49, 16
- Herd, R. M.* (1988): A Technique for Cross – Mothering Beef Calves which does not affect Growth, *Animal Behaviour Science*, 19, 239-244
- Johnsen, J. F. – de Passille, A. M. – Mejdell, C. M. – Boe, K. E. – Grondahl, A. M. – Beaver, A. – Rushen, J. – Weary, D. M.* (2015): The Effect of nursing on the cow- calf bond, *Animal Behaviour Science*, 163:50-57
- Johnsen, J. F. – Zipp, K. A. – Kalber, T. – de Passillé, A. M. – Knierim, U. – Barth, K. Mejdell, C. M.* (2016): Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? – Current and future research, *Animal Behaviour Science*, 181, 1-11
- Kent, J. P.* (1984): A note on multiple fostering of calves onto nurse cows at a few days post – partum, *Animal Behaviour Science*, 12, 183-186
- König, B.* (1994): Fitness effects of communal rearing in house mice: the role of relatedness versus familiarity. *Anim Behav* 48:1449–1457
- Leon, M.* (1983): Chemical communication in mother-young interactions. In J. Vandenbergh (Ed.), *Pheromones and Mammalian Communication*, Academic, New York, 1983, pp. 39-77
- Leon, M. – Coopersmith, R. – Lee, S. – Sullivan, R. M. – Wilson, D. A. – Woo, C. C.* (1987): Neural and behavioral plasticity induced by early olfactory learning. In *Perinatal*

- development: a psychobiological perspective (ed. E. Krasnegor, E. Blass, M. Hofer & W. Smotherman), pp. 145-167. New York: Academic Press.
- Loberg, J. – Lidfors, L. (2001):* Effect of stage of lactation and breed on dairy cows' acceptance of foster calves, *Animal Behaviour Science*, 97-108
- Margerison, J. K. – Preston, T. R. – Phillips, C. J. C. (2002):* Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows' calves, *American Society of Animal Science*, 80:1663-1670
- Mateo, J. M. - Holmes, W. G. (2004):* Cross-fostering as a means to study kin recognition. *Animal Behaviour* 68:1451–1459.
- McGuire, B. (1988):* The effects of cross-fostering on parental behavior of meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Journal of Mammalogy* 69:332–341.
- Neindre le, P. - Garel, B. (1979):* Adoption d'un deuxième veau par des vaches plusieurs jours après la mise-bas. *Ann. Zootech.* 28, 231-234.
- Royle, N. J. – Smiseth, P. T. – Kölliker, M. (2014):* The Evolution of Parental Care, Oxford University Press. In: Oxford
- Roth, B. A. – Barth, K. – Gyax, L. – Hillmann, E. (2009):* Influence of artificial vs. mother – bonded rearing on suckling behaviour, health and weight gain in calves, *Animal Behaviour Science*, 119, 143-150
- Sullivan, R.M. – Hofer, M.A. – Brake, S.C. (1986):* Olfactory-guided orientation in neonatal rats is enhanced by a conditioned change in behavioral state, *Dev. Psychobiol.*, 19 (1986) 615-623.
- Sullivan, R.M. – Leon, M. (1986):* Early olfactory learning induces an enhanced olfactory bulb response in young rats, *Dev. Brain Res.*, 27 (1986) 278-282.
- Todrank, J. – Heth, G. (2003):* Odor–genes covariance and genetic relatedness assessments: rethinking odor-based “recognition” mechanisms in rodents. In: Slater PJB, Rosenblatt JS, Snowdon CT, Roper TJ (eds) *Advances in the Study of Behavior*, vol 32. Academic Press, pp 77–130
- Tzur, S. – Todrank, J. – Juergens, A. – Nevo, E. – Heth, G. (2009):* Odour–genes covariance within a natural population of subterranean *Spalax galili* blind mole rats. *Biol J Linn Soc* 96:483–490
- Wade, G.N. – Schneider, J.E. (1992)* Metabolic fuels and reproduction in female mammals. *Neurosci Biobehav Rev* 16:235–272

*Address of the authors:*

Lenner Ádám

Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

4032 Debrecen Böszörményi út 138

E-mail cím: [lenner.adam@agr.unideb.hu](mailto:lenner.adam@agr.unideb.hu)



## A HEREFORD FAJTA EREDETE, SZEREPE A FENNTARTHATÓ SZARVASMARHATENYÉSZTÉSBEN

MÁRTON JUDIT<sup>1</sup>- ANTON ISTVÁN<sup>2</sup>- MÁRTON ISTVÁN<sup>3</sup> - SZABÓ FERENC<sup>1</sup>

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- És Élelmiszertudományi Kar,  
Állattudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, ÁTHK, Herceghalom

<sup>3</sup> Magyar Hereford, Angus, Galloway Tenyésztők Egyesülete, Kaposvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány a hereford fajta eredetét mutatja be 1086-tól a 19. század végig. 1742-ben a nyugat-angliai Herefordshire megyében élő Benjamin Tomkins kezdte el az egyik legtermékenyebb fajta kialakítását, Silver nevű családalapító tehenével, a hatékony és nyereséges legelőhasznosítás, minőségi marhahús előállítás érdekében.

Az áttekintés kiemelt figyelmet fordít azon értékmérő tulajdonságokra, amelyek a fajta térhódítását, népszerűségét, keresztezési partnerként való használatát elősegítették az ipari forradalom kezdetétől napjainkig.

Az 1990-es években több mint 60 országban 250 millió hereford vérségű anyatehenet, 50 millió egyed körüli törzskönyvezett állományt tartottak nyilván. Népszerűségét jelezte, hogy a hereford populáció mérete meghaladta az összes húsmarha fajta együttes létszámát. Felhasználása a marhahús termelésében és a gazdaságban bekövetkezett változások miatt megtorpant, de 2013 óta ismét emelkedik a létszáma.

Az ágazat eredményességét nagymértékben meghatározzák egyes értékmérő tulajdonságok, teljesítménymutatók. A fenntartható gazdálkodás előtérbe kerülésével az elmúlt 10 évben takarmányhasznosítása, korán érése, alkalmazkodóképessége, marginális területeken történő tartásra való alkalmassága következtében a hereford fajta szerepe ismét felértékelődött.

**Kulcsszavak:** eredet, értékmérő tulajdonságok, fenntarthatóság, hereford, szarvasmarha, tenyésztés

## BEVEZETÉS

A hereford a világ egyik legelterjedtebbnek tekintett húsmarha fajtája. Hazánkba az 1972-évi, a szarvasmarha tenyésztés szakosítását elindító kormányprogram után, az import fajták közül elsőként került be. A fajta különösen az ágazat eredményességét nagymértékben meghatározó reprodukciós értékmérő tulajdonságokban, teljesítménymutatókban kiváló. Magyarországon a 2012. év után a fajta létszámában egy csökkenő tendencia következett. A környezeti feltételekhez való alkalmazkodás egyre fontosabbá válik a marhahús ellátási lánc minden szakaszában, ezért szükséges kihasználni a fajta kedvező környezeti alkalmazkodó tulajdonságait. Hosszabb távon Magyarországon is, az ágazat támogatási rendszerének változása, a fenntartható, költségérzékeny gazdálkodás miatt ismét perspektivikus húsmarha fajta lehet. Kialakulásáról, múltbéli tenyésztési gyakorlatáról rendelkezésre álló információk emiatt érdeklődésre tarthatnak számot nemcsak a húsmarha tenyésztők, hanem más állattenyésztő szakemberek körében is.

A fajta a takarmányt hatékonyan alakítja át kiváló minőségű fehérjeforrássá, magasabb omega-3 zsírsav szinttel az intenzíven tartott húsmarhákhoz képest. Fontos szerepet játszhat a szénmegkötésben a legelőbázisú tartás, mellyel csökkenthető a takarmány-, a műtrágya-, az üzemanyagöltség. Mindezek hozzájárulhatnak a talaj termékenységének fenntartásához, a CO<sub>2</sub> megkötéséhez, a húsmarha tenyésztés és tartás fenntarthatóságához (HCS, 2021)

A szaporasági tulajdonságok, a hasznos élettartam, a takarmányhasznosító képesség meghatározzák a jövedelmezőséget. A legelőre alapozott tartás révén az alacsonyabb abrakfogyasztás csökkenti az üvegházhatású gázok légkörbe történő kibocsátását, növelheti a talaj szerves szén-koncentrációját, elősegíti a fenntartható gazdálkodást.

A termelési módszerek az 1980-as években megváltoztak, a hangsúly a magas input- és outputra helyeződött, ez a változás magába foglalta a szántóföldről származó szemestakarmányok széles körű alkalmazását az egyre intenzívebbé váló marhahústermelésben. Előtérbe kerültek a nagyobb testű, később érő fajták, melyek visszaszorították a korábban érő herefordot.



Napjainkra azonban a marhahústermelők jelentős része ismét a költségtakarékosságra, és a fenntarthatóságra törekszik, ezért az olcsóbban tartható, a jobb takarmányhasznosító, korábban érő hereford fajta használata újra előtérbe került. A hagyományos hereford állományok létszáma az elmúlt tíz évben nemzetközi szinten évről évre folyamatosan növekszik. Az Egyesült Királyságban az árutermelő állományoknál évente több mint 185.000 hereford tenyészbika után született ivadékot tartanak nyilván, ez közel 90 százalékos növekedés az elmúlt évtizedben.

Ezzel párhuzamosan a fajta kialakításakor figyelembe vett, nemesítéssel fejlesztett értékmérő tulajdonságok szerepe ismét fontossá vált, felértékelődött.

### **A HEREFORD FAJTA EREDETE**

A hereford fajta kialakulásával kapcsolatban a megsemmisült dokumentumok, a nyilvántartások hiánya megnehezíti a pontos eredetének felderítését. A korabeli szerzők, tudósok, agrártörténészek, tenyésztők munkáinak elemzésével, az egyezések és ellentmondások áttekintésével a mai korszerű fajta megalapozásának kezdeti lépéseit igyekszünk bemutatni.

Az első, a fajtára utaló feljegyzés 1086-ból a Domesday Bookban található az oxmenek Ombersleyben (Worcestershire) walesi határnál történő megjelenéséről (*Williams, Martin*, 1992). Társadalmi helyzetüket tekintve a jobbágyok felett álltak, feladatuk a szántó csoportok koordinálása, az ökrök tartása volt.

A 15. századtól kezdve az igavonó ökrök kereskedelme, keresztezéssel történő előállításuk terjedt el. Az 1700-as évek végén a már nem igazott, feljavított 3-6 éves ökröket értékesítették nagyszúlyú vágóállatként. Ebben fontos szerepet játszott az állatok testmérete, temperamentuma, kezelhetősége, szervezeti szilárdsága (*Greene*, 2005).

A herefordshire-i általános szegénység, a kedvezőtlen éghajlati viszonyok között a megélhetést az almatermesztés és a legeltetési szarvasmarhatartás jelentette, jellemzően (84%) 10 hektár alatti kisgazdaságokban. A helyi és a környékbeli szarvasmarhák jól alkalmazkodtak a környezethez, kitűnően hasznosították a legelőt, gyorsan gyarapodtak, rendkívül gazdaságosan lehetett őket szinte kizárólag gyepre alapozottan tartani. Előnyös tulajdonságaik miatt rövid idő alatt a legkeresettebb árucikké váltak a mezőgazdasági vásárokon (*Greene*, 2005).

*Speed* (1627) angol történész-térképész állítása szerint: Herefordshiret az éghajlati viszonyok, a talaj adottságai a legideálisabb helyé teszik Nagy- Britanniában a szarvasmarhatartásra.

### ***A hereford fajta küllemi jegyeinek alakulása***

*Marshall* (1788) elsőként írta le az általa is nagyra becsült herefordshire-i szarvasmarhafajta küllemi jegyeit részletesen, a jellegzetes fehér fejet, marfoltot, lábvégeket, a kiemelkedően nagy testméreteket hangsúlyozva. Ezen tulajdonságok közül számos a mai korszerű fajtát is meghatározza, nevezetesen a vitális, egészséges megjelenés, kicsi fej, széles homlok, vékonyodó szétterülő fényes szarv, egyenes - izmolt hát; széles és izmos szügy; a mellkashoz feszesen illeszkedő váll, jól izmolt far, a széles comb telt izmai csánkig lehúzódnak, hordó formájú test (*Marshall*, 1788). A fajta precíz leírását a későbbi szerzők *Campbell*, *Lawrence*, *Youth* is teljes mértékben elfogadták. (*Macdonald; Sinclair*, 1909).

*Knight* (1790) a fehér fej megjelenését Lord Scudamore flandriai szarvasmarha importjával (1640-1670 között) kapcsolja össze. Véleménye szerint esetleges keresztezés következtében alakult ki a színváltozat, amely a fajta előnyös tulajdonságainak fejlődését elősegíthette.

A norfolki őshonos szarvasmarha kicsi, szívós, vérvörös, fehér vagy foltos pofával olyan, mint egy herefordi miniatűr fajta (*Marshall*, 1795).

*Garrard* (1800) színes nyomatokat, grafikákat készített a herefordshire-i szarvasmarhákról, jellemzően vörös szőrrel, fehér fejjel és lábvégekkel ábrázolta őket. Véleménye szerint a megjelenés és a teljesítmény nagyban függ a környezeti hatásoktól. A legjobb herefordshire-i szarvasmarha, mely megtestesíti a brit szarvasmarháknak a valódi szépségét (*Garrard*, 1800).

Számos fajtaleírás és az eredetet vizsgáló tanulmány készült az ipari forradalmat követően, melyeknek vannak közös és különböző pontjai, de a fajta népszerűségében, elismertségében, a széleskörű sikeres használatában egyetértenek.

Nagy testméretű, izmolt, mégis rendkívül finom csontú marha, széles mély mellkassal, egyenes háttal, kitűnő húsformákkal. A fehér fej, lábvégek és a vörös szín kitűnő jelzőszín a fajta tenyésztésénél. Jól kezelhető, nyugodt temperamentumú egyedek, rendkívüli

igavonó képességgel. Nagy húskihozatal, kiváló legelőkézség jellemzi a fajta egyedeit (*Bingley*, 1809).

A 19. század első felében a fajta színe vöröses barnától a galamb szürkéig széles skálán mozgott, kezdetben barna, vöröses barna szín jellemezte őket, fehér foltok nélkül. A korabeli írók a vörös színt inkább halványnak vagy sárgásnak írták le. Az elmúlt 50- 60 évben rögzült fehér feje-, nyaka és hasa valószínűsíthetően a montgomeriekkal történő keresztezés eredménye. A színváltozással a jelenlegi fajta minden hasznos értékmérő tulajdonságban felülmúlja a korábbiakat. Fényes finom szőrzete, vastagabb bőre is megkülönböztette más fajta egyedektől (*Youatt*, 1834).

A 19. század kezdetén a szarvasmarhafajtákat régióként gyakran őshonosként azonosították. Skócia lakói büszkék voltak országukra, gazdaságaikra és szarvasmarháikra, melyeknek megőrizték az őshonos jellegét, nem keresztezték őket. Kevesebb, de jobb minőségű tejet adó, jó igavonó, kiemelkedő növekedési eréllyel rendelkező középszarvú szarvasmarhák. Cornwall, Devonshire, Sussex, Norfolk, Lincolnshire megyék mindegyike saját megkülönböztetett fajtával rendelkezett, melyek emberi beavatkozás nélkül a regionális gazdaság és környezeti hatások következtében változtak (talaj, éghajlat, időjárás) (*Youatt*, 1834).

A herefordot bőrének narancsszínű árnyalata egyértelműen megkülönbözteti a devontól és a pembroke marhától, a közepes szarv elválasztja a hosszúszarvú típusoktól. A fajta a herefordshire-i szarvasmarhafélékből alakult ki, nem más távolabbi fajtákkal történő keresztezéssel. Benjamin Tomkins a fajta alapítója, a fajta tökéletesítője, a modern hereford kialakítója (*Low*, 1845).

*Welles* (1848) Lord Scudamore flandriai importjából származó fehér bikához köti a skóciai fajta örökletes fehér fejének megjelenését, mint a walesi marha és a flamand marha keresztezésének kombinációját. Álláspontja alapján ezen ivadékok használata a Huntington gulyában rögzítette a hereford fajtára jellemző küllemi jelző tulajdonságokat.

Az ősi herefordokat valószínűleg barna vagy vöröses barna szín jellemezte, csak az elmúlt nyolcvan-kilencven évben terjedt el a fehér fej (*Rowlandson*, 1853). A jelzőszínnek az eredetére több magyarázatot is ad *Rowlandson*. P. Tully tenyésztő információja alapján a fehér jelző szín bevezetése egy véletlennek köszönhető Huntingdonban Holmerben a múlt század közepén (1750) egy gazda kedvenc hereford tehene fehér fejű bikaborjút ellett, ami addig még nem történt. A fehér jelzőszínű egyedeket tenyészvikaként tartották és az ivadékaikat tenyésztésbe állították.

A korai történelmi források alapján nyilvánvaló, hogy a hereford a devonnal közösen ugyanahhoz a közepes szarvú őshonos fajtához tartoznak. A fajta egységes megjelenése, karaktere a közelmúltban alakult ki. A herefordot úgy tudjuk pontosan leírni, hogy a devonnak a testméretét 25%-kal megnöveljük, arányosabb csontot és szarvat, egy kicsivel rövidebb lábszárat, hosszabb testet, arányosan több izomzatot adunk, akkor a szín kivételével kapunk egy herefordshire-i szarvasmarhát (*Smith, 1858*).

*Welles (1875)* a fajtára jellemző egyedi mintázatot: fehér fej-, marfolt-, farokbojt- és lábvégek színét az elmúlt 30 év kiváló tudatos tenyésztői munkájának tulajdonította. Több tenyésztőre is hivatkozik a színnel kapcsolatban (*Clarke, Haywal, Huntington, Tomkins, Tully, Westcar*). A fehér, foltos fejű Lord Scudamore szarvasmarha beviteléhez kötötte, melyet a flamand festők korai munkáin szereplő egyedek bizonyíthatnak.

A herefordot, a devonhoz vagy a highlandhez hasonlóan a megyéjük őshonos szarvasmarháinak tekintették, amelyeket Herefordshirehez fűződő kapcsolatuk alapján határoztak meg (*Boughton, 1885*).

*Dawkins (1878)* véleménye alapján a római korban a régióban csak a kistestű háziasított *Bos taurus longifrons* törzs skót és walesi őshonos szarvasmarhák fordultak elő. A nagytestű fehér, vörös fülű chillingham marha az angol hódítások idején kerülhetett be az Elba régióból és terjedhetett el az ország keleti felében, szinte teljesen kiszorítva ezzel az őshonos sötét színű walesi marhákat. A fehér fejű *Bos primigenius* (őstulok) állományból eredeztethető, mint a Lord Scudmore által évszázadokkal később importált flamand nagytestű szarvasmarha is. A vörös színváltozatot a walesi őshonos fajta egy pigment mutációjának tekintette. Lord Scudamore 17. századi flandriai importja erősen kiemelte a fehér fejet, de nem tette általánossá, mert a 18. század végén és a 19. század elején található fedett sötétvörös vagy barna színű herefordi szarvasmarhák, amely az eredeti színváltozat dominanciájára utalhat (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

*Chesterfield (1849)* szerint nem Lord Scudamore importja befolyásolta a jellegzetes szín kialakulását. Úgy vélte, hogy az Ukrajnából hajtott herefordi, leichesteri, northamptoni vásárokon értékesített egységes fehér fejű, barna színű, felfelé álló szarvú 500 egyedű ökör gulya alátámasztja állítását. A legtapasztaltabb marhapásztorokat is zavarba hozta a herefordshire-i marhával való hasonlóságuk. Ez is bizonyítja, hogy széles körben elterjedt és ősi faj képviselője (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

Egy eredeti kézirat alapján William Galliers Wigmore Grangeban (Leominster), 1750-1760 között Yorkshire mellett vásárolt egy jól izmolt, finom csontú, széles szarvú fehér

fejű vöröses bordó bikát. Leszármazottaiból kialakított egy tenyészetet, amely a fajta kiinduló alapjának is tekinthető. Ez is egy magyarázat az eredetre, mely keresztezés a heterózis hatás érvényesülésével hozzájárulhatott a kívánatos hízekonysági tulajdonságok (test hosszúság, ráma, csontfinomság) javításához (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

A herefordshire-i fajta mellett más fajták: durham, shorthorn, yorkshirei is rendelkeztek fehér fejjel, de egyiknél sem tulajdonítottak ennek ekkora jelentőséget, nem használták ki a szín örökítő képességével összefüggő gazdasági előnyöket (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

John Price Ryall, William és John Hewer, Edward és Thomas Jeffries legkorábbi tenyésztők a szelekció folyamán a szervezeti szilárdság, hústermelő képesség, gyors növekedési erély fontossága mellett szinte teljesen figyelmen kívül hagyták a színnel kapcsolatos küllemi tulajdonságokat (*Britten, 1914*).

*Parkinson* (1810) megemlíti, hogy a korai durham szarvasmarhák közül több nagyon hasonlított küllemben a hereford fajtához mélyvörös színével, fehér fejével és azonos szarvállásával (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

A házasított szarvasmarha fehér színváltozatának őse Walesből származik, nagyobb számban található Pembroke megyében, mint egész Walesben. *Low* (1845) kutatásaira hivatkozva a Chillingham Parkban található fehér szarvasmarha már a 12. században létezett Walesben elsősorban Pembroke megyében. A vörös füllel rendelkező walesi fehér szarvasmarháról a legkorábbi feljegyzés a velencei (Yenedotian) törvénykönyvben (Howel Dha) található a 10-11. századból. Itt olvasható, hogy Aberfraw királya által elszenvedett sérelem miatt fizetendő bírság száz fehér tehén minden századik településen, és egy fehér bika, vörös füllel száz tehenenként. Száz vörös fülű fehér tehén ért százötven fekete tehenet, a chillinghami ökör harmadával nagyobb testmérettel rendelkezett. Az 1200-as évek elején Maud de Breuse, János királynak négyszáz fehér fejű tehénnel és egy bikával próbálta bocsánatát elnyerni. Az 1260-as években Cambriani hercege Anglia királyának 400 fehér szőrű, vörös fülű ökröt ajándékozott. Felmerült az is, hogy a fehér szín és a nagy testméretek magyar vagy toszkán marhákra vezethetők vissza (*Store, 1879*).

*Welles* (1847) szerint a világos és a sötét színek előnyben részesítése a kor divatirányzatainak megfelelően változik a hereford szarvasmarhánál. *Knight* (1836) a világosabb egyedekhez gyorsabb növekedési erélyt, jobb takarmányhasznosítást kapcsolt. *Tomkins* (1806), *Jeffries* (1836) a sötétebb színárnyalatot részesítették előnyben,

elsősorban mélybordó tenyészbikákat használtak. A hereford fajtájában nincs olyan általános szabály, amelyet figyelembe lehet venni, hogy melyik szín kedvezőbb a másikkal. A beteg állatoknak gyakran kifakul a színük, halványabbá válik a szőrük, ez lehet az egyik ok, amiért a világos vöröst vagy a sárgát kevésbé kedvelik a tenyésztők. Bármelyik általuk preferált színváltozat védelme érdekében sokszor figyelmen kívül hagyják az egyes hibákat, esetleges értékmérő tulajdonságok javításának a lehetőségét (*Youatt*, 1908).

Úgy tűnik, hogy a különböző értékes hereford megyei és szomszédos régiók őshonos állományának és importált fajták keresztezésének eredménye a hereford populáció (*Macdonald; Sinclair*, 1909).

Az eredettel és a küllemi jegyekkel foglalkozó feljegyzéseket összegezve a hereford húsmarha eredetét a szerzők viszonylagos egyetértésben a Devon, Sussex, Hereford és Észak Walesben található szarvasmarhákkal együtt ugyanahhoz a skóciai hegyvidéki őshonos fajtához kötik, amely fajták külön válása, végleges színváltozata későbbiekben alakult ki. A legtöbb vitát, kételyt a ma is jellegzetes a fajta védjegyévé vált fehér fej okozta. A jellegzetes fehér fej megjelenésével kapcsolatban négy fő nézet létezik (*Hazlett*, 1935). Feltehetően ezek közül mindegyikben lehet tényszerűség. Ez a színjelző önmagában biztosíték árutermelő állományoknál, hízómarha előállítóknál a minőségi vágómarha végtermékre, a kedvező értékmérő tulajdonságok jelenlétére.

### ***A hereford legfőbb értékmérő tulajdonságai a fajta kialakulásakor***

*Marshall* (1789) kiemelte az általános vitalitást, legelőkézséget, húsformákat, kimagasló húskihozatalt. Az üszöket minden általa eddig ismert fajta egyedénél izmoltabbaknak, nagyobbaknak írta le. A herefordshire-i mindent figyelembe véve az első szarvasmarhafajtának tekinthető ezen a szigeten, a legszebb és legértékesebb a világon.

*Campbell* (1790–92) a fajta kiemelkedő takarmány hasznosítását, kiváló húskihozatalát és húsminőségét hangsúlyozta.

A marhatartók általános véleménye, hogy az őshonos fajták rossz takarmányhasznosítók, kivéve azt a különleges fajtát, amelyet Bakewell megkülönböztetett és ajánlott. Kevesebb takarmányt esznek, mint a többi fajta, rövid időn belül feltűnően meghízhatnak, és a leghasznosabb részekre építik az izomzatukat. Kevés tejet

adnak. A hereford fajta még a rendkívüli csontfinomságban és a nagyon vékony bőrben, dús szőrzetben különbözik a többi hosszúszarvú szarvasmarhától (*Culley*, 1793).

A herefordshire-i szarvasmarhákat elsősorban igavonásra használták - meredek partoldalon a lovaknál hatékonyabban dolgoztak, 3-6 éves korban a teljesen kifejlett ökröket levágták, a hús- és faggyú termelése meghatározó fontosságú volt (*Garrard*, 1800). Számított a bőr vastagsága és állapota a bőripar számára történő értékesítéshez. A fenntarthatóság mai elve szerint minden lehetséges részét felhasználták az egyednek.

A hereford a marhahús előállításában a legjövödelmezőbb, legmegtérülőbb, legsikeresebb fajta. Kitűnő növekedési erélye, testmérete bizonyos célokra a legsikeresebb marhává tette a világon, nem volt más fajta Angliában, aki versenyre kelhetne vele szemben. Ezt bizonyítják az éves kiállítások díjai is. Angliában a húsár alakulását ez a fajta szabja meg (*Lawrence*, 1805).

A herefordshire-i tenyésztők feláldozták a tehén értékmerő tulajdonságait az ökör tulajdonságaival szemben. Emiatt a tehén kistestű, finom csontú, gyors kondíciójavulásra képes és megjelenésében kifejezetten hangsúlyosak a másodlagos nemi ivarjelleg jegyei. Ezen tulajdonságok szükségesek az ökör tökéletességéhez. Ha a tehén testmérete nagy, küllemre bikához hasonlító, erősen izmolt, a hímivarú ivadéka elveszíti pozitív hízekonysági tulajdonságait. Rendkívüli különbség van egy hereford tehén és a tőle származó ökör súlya között, nem ritkán az ökör súlya háromszor akkora, mint anyjáé. Knight, aki ezt a megfigyelést tette, nem tud arról, hogy a hosszúszarvú szarvasmarhák súlyában ilyen nagy ivari különbség lenne (*Duncumb*, 1805).

Somerwille és egyéb mezőgazdasági társulások felhívták a smithfieldi piacot hízott szarvasmarhákkal ellátó tenyésztők és marhatartók figyelmét az olyan fajták kiválasztására, amelyek adott területű talaj terméséből a legtöbb húst állítják elő az ember számára, valamint az egyes állatfajták piacra történő hízlalásának legjobb és leggazdaságosabb módjai alapján történő szelekció fontosságára (*Griffiths*, 1805).

Az ideális testméret tekintetében megoszlottak a vélemények, a fajta gyors növekedési erélye hozzájárult népszerűségéhez. Annyi tejet nem adnak, mint a suffolk szarvasmarha, de annak minősége, zsírtartalma kiváló (*Culley*, 1807).

Nincs olyan szarvasmarhafajta, amely egyformán alkalmas igavonásra, tejtermelésre és hízlalásra. A tapasztalat azt mutatja, hogy ezek a tulajdonságok nem egyeztethetők össze egymással (*Horne*, 1833).

A herefordshire-i ökör nagy növekedési erélyű, korán érő, előnyösebb a gazda számára, hogy hároméves korban hizott tinóként értékesítsék igavonás helyett. A tehenek teje kevesebb, mint a devon fajtájú egyedeké, de rendkívüli ellenálló-, alkalmazkodó- és legelőhasznosító képességük mindezt ellensúlyozza, olyan körülmények között is képesek gyarapodni, ahol más szarvasmarhák még megélni sem tudnak (*Youatt*, 1834).

Egy ökör önmagában nem olyan értékes, mint egy ló, de a szarvasmarha ágazat az ország gazdagságának sokkal nagyobb hányadát adja. Angliában ekkor a 1.500.000 ló, 8.000.000 feletti szarvasmarhalétszám páratlan volt a világon. Évente 160.000 felnőtt szarvasmarhát értékesítettek csak Smithfieldben. Az Egyesült Királyságban 1.600.000/év felnőtt szarvasmarhát vágtak (átlagosan 5 éves ökröt vagy a tehenet) (*Youatt*, 1834).

A tenyésztők a szelekció során a végtermékre koncentráltan kizárólag a hizlalásra értékesítendő borjú küllemét vették alapul, így a tehenek tejtermelő képességével összefüggő tulajdonságokat figyelmen kívül hagyták. A tehenek kistestűek, az ökreik súlya gyakran a tehenek tömegének háromszorosa (*Youatt*, 1834).

Kedvezőtlen időjárási körülmények között is a többi ismert fajtához képest kiemelkedő takarmányhasznosítás, izom- és faggyúbeépítés, kiváló minden más őshonos fajtát felülmúló minőségű márványozott hús jellemezi írja *Rowlandson* (1853).

A hereford szarvasmarhát megbecsülik, gyors növekedési erélye, takarmányhasznosítása, húsminősége, valamint az ökrök munkaereje miatt, amelyek a devon aktivitását és a durham erejét mutatja (*Smith*, 1858).

A hereford gyönyörű, ellenálló és rendkívüli húsformákkal rendelkező szarvasmarha *Duckham* (1865) szerint.

Az alapító tenyésztők célja a jól izmolt igavonó- és gyors növekedési erélyű minőségi marhahúst adó ökör előállítás.

Smith szerint a herefordot rövid lábak, finom csontozat, kitűnő felépítés és bármely más fajtánál kedvezőbb csont – hús arány jellemzi (*Youatt*, 1908).

A herefordi szarvasmarhák felülmúlhatatlanok legelőhasznosításban. Robosztus felépítésű, nyugodt vérmérsékletű, jó takarmányhasznosító, a szélsőséges időjárási körülményekhez alkalmazkodó és legelőn kiválóan hizlalható szarvasmarhák. Howard, vezető shorthorn tenyésztő, minden évben vásárolt és hizlalt hereford tinókat. Tapasztalatai alapján egyetlen szarvasmarha fajta sem termel jobb hozamot mérsékelt téli takarmányozás mellett (*Youatt*, 1908).



Bakewell és kollégái munkájának, a tenyésztők elhivatottságának, a kiváló minőségű legelők és az ideális éghajlati tényezők következtében a 19. század fordulójára kiemelkedően nagy súlyra, kellő faggyúságra hizlalták az ökröket, illetve a tinókat. Ennek egyik bizonyítéka az 1799-ben Smithfieldben Wootton's Livery Stables (Dolphin Yard) rendezett vásár. Joseph Westcar a hereford fajta támogatója híres volt arról, hogy elképesztően kövér ökröket nevelt. Az egyik legnagyobb és legemlékezetesebb diadala a Royal Smithfield Club show díja, amelyet a tulajdonát képező Tully tenyészetéből származó közel 1905 kg súlyú hereford ökör nyerte: 1569 kg vágás utáni súly, 874 kg hasított súly, 130 kg faggyú, 272 cm hossz, 201 cm marmagasság, 315 cm övméret. (Powel, 1902).

1779-ben Campbell (Charlton, Kent) Greenwichben kiállított egy hétéves igazi herefordshire-i fajtához tartozó ökröt, melynek a hús finomsága, formája, szépsége, értékes hús részeinek szimmetriája, aránya kivételes volt. 1522 kg élőszúlyú egyed vágott test paraméterei: hasított test első negyedek (403-403 kg); hasított test hátsó negyedek (361-355 kg) hasított test összesen: 1522 kg (amiből bőr: 95 kg (becsült súly) + nyelv: 5,4 kg + szív: 4 kg + nyakrész: 14,5 kg + lábak: 12,7 kg) (Macdonald; Sinclair, 1909).

A 18-19. században a tenyésztőknek nagy kihívást jelentett az ehető hús arányának növelése, a húsformák megváltoztatása, a hátsó negyedre történő izomnövelés, vékonyabb bőr, finomabb csont, márványozottság (Gibson, 1988). A hereford ezen kihívásoknak megfelelt.

A modern és őshonos fajták összehasonlítása, a régészeti bizonyítékok, mezőgazdasági szakcikkek, hentes könyvek együttes információi alapján valószínűsíthető, hogy a 18. század elején a hasított test esetében: 66% sovány hús (élőszúlyban 33%); 12 % ehető zsír (6%); 4% faggyúzsír (2%); 18% csont (9%) jellemezte a vágómarhákat. Ezen adatok alapján a hasított test 78 %-a, az élő állat csupán 39%-a szolgált ételmezési célokat (85% sovány - 15% kövér hús) (Gibson, 1988).

A hereford kiállításon elért folyamatos sikerei is hozzájárultak a fajta széleskörű ismertségéhez. 1799-1835 között megrendezésre kerülő Smithfield Show díjazottjainak megoszlása is mutatja a korai tenyésztők munkájának sikerét, a fajta gyors térhódítását. A hereford fajta önmaga annyi díjat kapott, mint a többi fajta képviselője együttesen. Hereford: 185, az összes többi összesen 185: shorthorn 82, devon 44, scotch 43, sussex 9, longhorns 4, keresztezett egyedek 3 (Britten, 1914).

*Sinclair* (1785) D'Avenant György királytól származó 1710 évi táblázatának (átlagos hízómarha vágott súlya: 167 kg, borjú vágósúlya: 22 kg) és 1785-ben Londonban mért adatok (átlagos hízómarha vágott súlya: 362 kg, borjú vágósúlya: 67 kg) alapján kijelenti, hogy a szarvasmarhák súlya legalább 25%-kal nőtt az elmúlt évszázadban (*Fussel*, 1929).

Rogers a 18. század elején 181 kg, Young 1768 -1815 között folyamatosan elért 544 kg átlagos élősúlyú szarvasmarháról ír. Véleménye szerint 1770-re a szarvasmarha fajták súlya nagymértékben javult, közel 70 év alatt elérte bizonyos esetekben a fajta kiinduló élősúlyának háromszorosát is. 1780-1941 között ez a tendencia megtorpant (*Fussel*, 1929). (1. táblázat)

1. táblázat: A hereford fajta egyedeinek testtömege 1786-1815 között. *Fussel*, (1929)

Table 1: Herefords weights (1786-1815). *Fussel*, (1929)

Referencia (1)	Élősúly (kg) (2)	Megjegyzés (3)
<i>Culley</i> , 1786	min. 381 – max. 635	Különböző fajták átlagsúlya listája alapján
<i>Knight</i> , 1790	762	
<i>Clark</i> , 1794	min. 355 – max. 711	Összehasonlító méretek alapján
<i>Duncumb</i> , 1805	272	Jól tartott 3 és féléves üsző
<i>Young</i> , 1805	580	Takarmányozási kísérletben etetett
<i>Rudge</i> , 1807	580	Legkövérebb hereford
<i>Bingley</i> , 1809	tehén: 326-435, ökör: 508-725	
Parkinson, 1810	tehén: 317-444, ökör: 444-635	
<i>Farey</i> , 1815	560	Néhány fajta súlyai

(1) Reference, (2) Weight/kg, (3) Remarks

*Packard* (1985) liverpooli konzul brit szarvasmarhafajtákról szóló jelentésében részletesen elemezte a főbb szarvasmarha fajtákat (2/1, 2/2. táblázat).

2/1. táblázat: *Speciális brit szarvasmarhafajták táblázatos összefoglalása* 2/1, *Packard* (1885)

Table 2/1: *Summary of special British cattle breeds* 2/1, *Packard* (1885)

Fajta (1)	Átlagos tejtermelés (kg)/év (2)	Élőhely (3)	Élősúly (kg) (4)			Ivarérettség (év) (8)
			Tehén (5)	Bika (6)	Ökör (7)	

A HEREFORD FAJTA EREDETE, SZEREPE A FENNTARTHATÓ ...

shorthorn	5216	Yorkshire	725-816	816-907	907-997	3
devon	2722	Devonshire	408	544	498	4-6
sussex	1361	Sussex	635-771	680-907	907-997	2-4
hereford	4309	Herefordshire	544-635	725-907	907-997	3
ab. angus	4082	Aberdeen	635	816	680-725	3

2/2. táblázat: Speciális brit szarvasmarhafajták táblázatos összefoglalása 2/2, Packard (1885)

Table 2/2: Summary of special British cattle breeds 2/2, Packard (1885)

Fajta (1)	Átlag hőmérséklet °C (9)			Szín (13)	Fajtatiszta tenyésztés kezdete (14)	Bruttó vágó súly (kg) (15)
	évi (10)	nyár (11)	tél (12)			
shorthorn	9,4	16,7	2,8	deres, fehér, fehér-vörös, vörös	1760	-
devon	10,5	15,6	3,9	vörös	1827	559
sussex	10	17,2	3,3	vörös	-	-
hereford	9,4	15,6	3,9	vörös - fehér	Régmúlt	802
ab. angus	7,2	13,9	2,2	fekete	Régmúlt	660

(1) Name of breed, (2) Annual average kg of milk, (3) Breeding region, (4) Live weight, (5) Cow (kg), (6) Bull (kg), (7) Ox (kg), (8) Age at maturity (year), (9) Mean temperature °C, (10) Year, (11) Summer, (12) Winter, (13) Colour, (14) How long breed pure, (15) Meat product kg of gross weight.

Az 1800-as évek elején, mint igás ökör a hereford kezdeti növekedési erélyben lemaradt a korábban erő shorthorn mögött, de a kifejlettkori végsúlyra és zsíros izomtömegre történő hizlaláskor figyelemre méltó eredményeket ért el, fajtársait megelőzve (Woods, 2013).

A 19. század végére a hereford fajta nemzetközileg sikeresebb lett, mint hazájában, a tenyészbikákat széles körben alkalmazták fajtaátalakító és egyéb keresztezésekben az őshonos, korszerűtlen szarvasmarha állományok leváltására, fejlesztésére. Vitathatatlan a hereford tenyészbikák szerepe a tengeren túli iparszerű marhahústermelés kialakulásában, az addig elhanyagolt, hasznosítatlan óriási egybefüggő gyepterületek kihasználásában, az új-világ lakosságának élelmiszerellátásában (Grundy, 2002).

Mivel a herefordot kezdetben ígás célra tenyésztették, ennek következtében, szívós, jól izmolt fajta vált belőle. Szélsőséges időjárási körülményekhez és éghajlati viszonyokhoz jól alkalmazkodik, a takarmányértékesítő képessége extrém körülmények között is figyelemreméltó más fajtákhoz képest, hatékony legelő- és takarmányhasznosítás, jó szervezeti szilárdság, jó húsformák és gyors növekedés jellemzi. Gazdaságosan épület nélkül is tartható, gyengébb táplálóértékű takarmányt is jól hasznosítja, ellenálló, emiatt kisebbek az állatorvosi költségei. A tartós népszerűségének egyik kulcsa a „color marking”, amelyet minden hereford bika átad az ivadéknak függetlenül az anya fajtájától, típusától (*Grundy, 2002*).

A brit húsmarhafajták kialakításánál a hereford élenjárt. A marhahústermelők, tenyésztők 280 évvel később is még mindig a hereford meghatározó tulajdonságait (kedvező takarmányhasznosítás, jó legelőképeség, korai tenyésztésbevitel, hosszú hasznos élettartam, szélsőséges időjárási körülményekhez történő alkalmazkodás, természetes ellenálló képesség a környezeti behatásokkal és betegségekkel szemben) részesítik előnyben a gazdaságosság és a fenntarthatóság egyensúlyának figyelembevételével.

#### **A HEREFORD FAJTA TÉRHÓDÍTÁSÁNAK TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEI**

Az ipari forradalom következtében a városok népessége robbanásszerűen megnőtt, jelentős változások következtek be a társadalomban és a gazdaságban egyaránt.

Nagy-Britannia népessége a 18. század folyamán megkétszereződött a lakosság élelmezése komoly kihívást jelentett.

A 19. század fordulójára, a hús- és egyéb luxuscikkek iránti kereslet megnőtt. A nagyobb jólét, az urbanizáció és a középosztály felemelkedése, a fizetőképes kereslet megerősödését okozta (*Trow-Smith, 1959*).

A brit fajták esetében a birodalom fenntartásához és terjeszkedéséhez nagyszámú és jó minőségű loállományt tartottak fent. Gyarapításához a tenyésztési eljárásokban járatos katonák gyarmati szolgálatuk végeztével a megszerzett tudásanyagot az anyabirodalomba visszatérve hasznosították. Az ipari forradalomig a szarvasmarhatartás célját elsősorban az igavonás jelentette, másodsorban a hús-, tej-, faggyútermelés és bőrfeldolgozás. Elkezdődött a fajták nemesítése, lehetségessé vált a fokozódó minőségi marhahús iránti igény kiszolgálása.

Angliában a marhahús fogyasztás a nemzeti identitás középpontjában állt (*Youatt*, 1834).

A 16. századtól kezdve számos brit kézikönyv a marhahúst a fő gyógyászati termékek közé sorolta. A marhahúsból készült levesek és teák lázcsillapítóként szolgáltak. A 18. században a különféle betegségekben szenvedő betegeknek gyakran azt tanácsolták, hogy igyanak „marha tonikokat”. A 19. század végén a tuberkulózistól való félelem növelte a marhahúsból készült főzetek élénkítő erejébe vetett hitet egészen a huszadik század elejéig (*Costa*, 2019).

Az utcán árusított piték rendkívül népszerűek voltak, és bizonyos értelemben a marhahús és a „gyorsétterem” hosszú távú kapcsolatának kezdeteként funkcionáltak (*Costa*, 2019).

*Youatt* 1834-ben megpróbálta megbecsülni a Londonban elfogyasztott hús mennyiségét. Úgy számolt, hogy abban az időben minden ember átlagosan 0,5 font csontos marhahúst vásárolt naponta (0,23 kg), azaz 82,78 kg-ot évente. Ez egy nagyon magas szám a párizsi fogyasztáshoz képest, ami csupán 80 font (36,29 kg) csontos marhahús fogyasztás/fő/év; Brüsszel 89 font (40,37 kg) /fő/év; a miénk húsevő lakosság, és többnyire protestánsokból áll. (*Youatt*, 1834)

A megnövekvő kereslet miatt a húskínálatot igyekeztek növelni: az igavonás minimálisra csökkent, a szarvasmarhákat vágóállatnak hizlalták; a hasított test méretét növelték, a csont hús arányt javították. A faggyútermelésre is hangsúlyt fektettek, óriási mennyiségben használták a világításhoz (*Costa*, 2015).

## **A HEREFORD FAJTA EREDETE ÉS A FENNTARTHATÓ SZARVASMARHATENYÉSZTÉS KÖZÖTTI PÁRHUZAM**

A hereford fajta kiemelkedő tulajdonságainak köszönheti népszerűségét, ismertségét, elterjedését szerte a világon. Hazánkban annak ellenére, hogy számos nemzetközi kutatási eredmény, gyakorlati tapasztalat alapján igénytelenebb, jobban alkalmazkodik a klimatikus és egyéb körülményekhez, olcsóbban tartható, jó minőségű terméket ad, temperamentuma és kezelhetősége biztonságosabb munkakörnyezetet biztosít, mégis kissé háttérbe szorult a nagyobb testű, igényesebb, költségesebb módon tartható, megközelítően 10%-kal magasabb áron értékesíthető fajtákkal szemben. Az EU mezőgazdasági támogatásainak várható csökkenése, a klímaváltozással együtt járó

szélsőséges időjárású elemek növekvő gyakorisága, a globális felmelegedés, a fenntartható gazdálkodási rendszerek szükségessége olyan kihívást jelent a húsmarhatartás számára, amelyben a fajta szerepe a jövőben minden bizonnyal felértékelődik, különösen az ágazat eredményességét nagymértékben meghatározó reprodukciós értékmérő tulajdonságoknak és teljesítménymutatóknak következtében. A húsmarha ágazat számára a hereford fajta genetikai alapja kulcsfontosságú elem lehet a fenntarthatóság teljesítésében. Nemzetközi szinten az elmúlt években ismételtelen látványosan nőtt a hereford tenyészbikák használata.

### ***Takarmányhasznosítás, legelőképeség, növekedési erély, testméret***

*Youatt* beszámolt egy bedfordi hereford – shorthorn takarmányhasznosítási összehasonlító kísérletről 1827.12.20 – 1829. 03. 25 közötti időszakban. Tully, Tomkins, Price tenyészetéből származó három hereford ökröt hasonlítottak össze három shorthorn ökrrel ugyanazon tartási- és takarmányozási körülmények között. 1929.03.30 - án a smithfieldi vásárbán értékesítették őket. A shorthornok átlagos súlygyarapodása: 889 kg, a herefordoké: 692 kg. Az értékesítési ár: shorthorn 97 £, a hereford 96 £, + 1£ a shorthornok javára. A takarmányfogyasztásban a karórépából +5794 kg-mal, szénából + 777 kg-mal fogyasztottak többet a shorthornok a herefordokhoz képest. A vizsgálat alátámasztja, hogy a hereford fajta a rosszabb minőségű, kisebb energiaértékű takarmányt jobban hasznosítja fajtatársainál (*Macdonald; Sinclair, 1909*).

A hereford alapvetően húsmarhafajta, korábban érő, és olcsóbban tartható, mint bármely más fajta. A tinók csupán legelőn tartva is két éves korukra meghízhatnak. A nyári hónapokban a londoni piacon a legmagasabb ár érhető el értük. Smith, Turner és Britten állítása szerint (*Hill, 1885*).

*Crapo* (1866) takarmányhasznosítással kapcsolatos összehasonlító vizsgálatot végzett. 12 éven keresztül shorthorn, devon és hereford húsmarhákat azonos tartási- és takarmányozási körülmények között tartott, mérte az elfogyasztott takarmány mennyiségét, a költségeket, a súlygyarapodásokat és az árbevételt. A kísérletet összegezve a hereford jövedelmezőbbnek, gazdaságosabban tarthatónak, jobb takarmány- és gyephasznosítónak, betegségekkel szemben ellenállóbbnak bizonyult a fajtatársaihoz mérten (*Hazlett, 1935*).

Az American Hereford Association (AHA) és a 7 Circle A Ranch, Iberia, Mo. 2007. évi tanulmánya a Missouri Egyetem és a Food and Agricultural Policy Research (FAPRI) közreműködésével, a hereford bikák és aberdeen angus tehének keresztezése során jelentkező heterózis hatást modellezték 10 éves ciklusra. A kutatás eredményei: + 7% -os vemhesülési arány, jobb takarmányhasznosítás és napi súlygyarapodás. A hereford keresztezett tehének a szaporasági tulajdonságok és a hosszú hasznos élettartam következtében +20%-os költségmegtakarítást eredményeznek ugyanazon ráfordítások mellett, mint az aberdeen angus egyedek (*Pierce, 2009*).

Az Egyesült Államok Vágóállat Kutató Központjának (USMARC) 2003-2012 között 5600 egyedén végzett vizsgálata megállapította, hogy a takarmány költség (tinó/év) ötéves ciklust tekintve a hereford fajtához viszonyítva magasabb évente: + 5,80 \$ charolais, +19,75 \$ aberdeen angus, +22,16 \$ szimentáli, +22,79 \$ red angus fajták esetében. A hereford fajta kimagasló takarmányhasznosító képességét támasztotta alá az eredmény (*Bedwel, 2017*).

A TEAGASC dél-írországi tanulmánya alapján a hereford húsmarhák a kontinentális fajtáknál három hónappal korábban vágásérettek, kiváló minőségű végterméket adnak 18-20 hónapos korukra. Azonos takarmányadagon 75 hereford vagy 50 kontinentális fajtájú egyed hizlalható, jelentősen csökkentve a takarmányozási költségeket, és növelve a haszonkulcsot a marhahús előállítók körében (*French, Lync, 2019*).

A Thrive Beef on Dairy írországi marhahús programban a tejelő állományon húsfajtákkal végzett haszonállat előállító keresztezés eredményét vizsgálták a hereford (H), aberdeen angus (AA), limousin (L) és fehér-kék belga (FKB) apaságú ivadék esetében. Cél 18 - 21 hónapos korra üszők esetében 275 kg, bikáknál 300 kg hasított testsúly elérése. A hizlalás a második nyári legeltetési időszak végéig történt a többlet téli takarmányozási költség elkerülésére érdekében.

A kísérletben a hereford fajta egyedei kiemelkedően teljesítettek: koránérés, takarmányhasznosításban, legelőhasznosításban, legelőn történő súlygyarapodásban. Összesítve a vizsgálat eredményeit, a fajta alacsonyabb költségen, kevesebb takarmány felhasználással hamarabb elérte a kívánt vágósúlyt. Mindezen tulajdonságok a jövőben fontosak lehetnek a fenntartható szarvasmarhatartás stratégiájának kialakításakor (*Marren 2020*).

3. táblázat: Négy fajta hasznosításának, tulajdonságainak összehasonlítása a tejtermelő állományon végzett keresztezésben (Marren, 2020)

Table 3: Comparison of the utilization and properties of four varieties in the cross between the dairy herds (Marren, 2020)

Fajta	Vágási kor (hónap)	Vágás-kori élősúly (kg) (3)	Hasított súly (kg) (4)	Vágási %	Átlag-ár (€/kg) (6)	Hasított test ár (€) (7)	Átlagos takarmány bevitel kg (8)	Átlagos napi súlygyarapodás g/nap (9)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
AA-ü	18.7	531	269	18445	3.78	1,018	174	900
LM-ü	18.8	549	288	19115	3.79	1,09	199	1170
H-ü	19	532	272	18629	3.82	1,038	171	1000
AA-b	19.2	606	317	19085	3.78	1,199	235	910
LM-b	18.6	579	313	19756	3.76	1,178	247	900
H-b	19	606	316	19025	3.74	1,182	233	1040

(1): Breed: heifers (ü)- bullock (b), ; (2): Age at slaughter (months); (3): Slaughter wt(kg); (4): Carcase wt; (5): Killout percentage; (6): Base price (€/kg); (7): Carcass value (€); (8): Kg meal finishing; (9): ADG finishing period.

**Szervezeti szilárdság, szélsőséges időjárási körülményekhez történő alkalmazkodás.**

A herefordok szervezeti szilárdságuknak, ellenálló képességüknek, nyugodt vérmérsékletüknek köszönhetően alkalmasnak bizonyultak a hosszabb hajútakra, vonaton történő utaztatására, majd a hizott marha vágóhidra történő szállítására az amerikai kontinensen északról keletre.

Campbell a Breeders' Gazette-ben megjelent levelében írja, hogy rossz minőségű legelőkön, síkságokon, kiszáradt vagy hetekig hófedte gyepon, ahol extrém időjárási körülmények, viharos szél, -20 °C fok alatti hőmérséklet is uralkodhat a hereford fajta riválisaival ellentétben is képes életben maradni, gyarapodni, szaporodni. Szívósságuk, alkalmazkodó képességük, aktivitásuk, a gyengébb minőségű gyepterületek hasznosítási képességének is köszönhetik a többi fajtával szembeni népszerűségüket. Mindehhez hozzájárul, hogy legelőn abrak nélkül hizlalhatók, a tenyészbikák rendkívül fertilessek,



ezek jelentik a fehér fejű fajtának az előnyét bármelyik másik húsmarhával szemben. (Miller, 1902)

1880 – 1881 évi hosszan tartó amerikai hóviharak, extrém hidegek, zord időjárási körülmények következtében az egybefüggő gyepterületeken a szarvasmarha állományok 50% – a elpusztult, az életben maradt fajták között a hereford az első helyen szerepelt. Shorthorn fajtársaiknál szívósabbnak, ellenállóbbnak bizonyultak, jobban alkalmazkodtak a megváltozott környezeti viszonyokhoz és bírták az épület nélküli tartást, extrém időjárási körülmények között is.

A hereford fajta ideálisnak bizonyult az amerikai kontinens jelentette kihívásokhoz. Észak-Amerikában található a világ egyik legnagyobb egybefüggő gyepterülete, amely Amerika öt államán és két kanadai tartományon átívelő. Könnyen kezelhető, egész évben épület nélkül, gyepon tartható, abrakot nem igényelő, vitális, ellenálló fajta képes súlygyarapodás mellett is megfelelni a kihívásoknak. Ezek a szempontok a hazai a húsmarhatartás fenntartható, a környezethez még jobban igazodó fejlesztésében szintén kulcsfontosságúak.

A hereford fajta kialakulásánál kirajzolódik, hogy a legfőbb szempontok akkor is megegyeztek a mai fenntartható szarvasmarha tenyésztés alapelveivel. Az igavonó szerep ugyan háttérbe szorult, de a következő tulajdonságok a fenntarthatóság, a „zöldítés” szempontjából ma is a legfontosabbak: jó hústermelő képesség, kiváló legelő hasznosítás, minimális szántóföldi takarmány igény; viszonylag kis testtömeg, alacsony fenntartási költség, nagy napi súlygyarapodási képesség a borjaknál; jó szervezeti szilárdság, szélsőséges időjárási körülményekhez történő alkalmazkodás; kedvező szaporasági tulajdonságok; hosszú hasznos élettartam.

## THE HEREFORD CATTLE BREED, ORIGIN, HISTORY AND ROLE

JUDIT MÁRTON<sup>1</sup> – ISTVÁN ANTON<sup>2</sup> – ISTVÁN MÁRTON<sup>3</sup> – FERENC SZABÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István University, Faculty of Agricultural And Food Sciences,  
Department of Animal Sciences, Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup>Mate (Hungarian University of Agriculture And Life Sciences), Herceghalom

<sup>3</sup>Hungarian Hereford, Angus, Galloway Association, Kaposvár

### SUMMARY

This review describes the origin of the Hereford breed from 1086 till the present day. In 1742, Benjamin Tomkins, who lived in Herefordshire, West England, began to develop one of the most productive breeds, with a line-founder cow called Silver, for efficient and profitable grazing, quality beef production.

The review pays special attention to the traits that have facilitated the spread, popularity, and use of the variety as a crossing partner from the beginning of the Industrial Revolution to the present day.

In 1990s, more than 60 countries registered 250 million Hereford suckler cows and about 50 million registered herds. The popularity of the breed was indicated by the fact that the Hereford population exceeded the combined number of all beef cattle breeds. Its success and popularity have declined due to changes in beef production and the economy and their numbers have been rising again since 2013.

The efficiency of the sector is largely determined by by the traits related to the reproduction, pasture utilization and adaptation certain value-measuring characteristics and performance traits.

With the rise of sustainable farming in the last 10 years, the role of the Hereford breed has appreciated again due to their adaptability, feed utilization and because they can be kept efficiently in pastures that cannot otherwise be used for agricultural production.

**Keywords:** beef cattle, breeding, hereford, performance traits, sustainability, origin.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

*Among the Herefords* (1885): Mr. Boughton-Knight's Herd at Leinthall, *Livestock Journal* (2 April 1885). 327.

*Bedwel, S* (2017): Performance Matters - The Efficiency Experts - Data show that Hereford ranks as the most efficient breed. *Hereford World* 08.2017.

*Bingley, W - Howitt, S* (illustrator) (1809): *Memoirs Of British Quadrupeds Illustrative Principally Of Their Habits Of Life, Instincts, Sagacity And Uses To Mankind*, London, Barton and Harvey. 403-404.

*Britten, W. G. C* (1914): Hereford cattle; a short description of the premier beef breed of the world; The Hereford Herd Book Society, 20 East st hereford, England, The Hereford Times Ltd. Maylord Street, Hereford 4-6.

*Campbell, J.H* (1790): On the Breeds of Cattle and Sheep. *Annals of Agriculture* 16. 216-229

*Costa, L* (2015): British cattle in the 18th century. URL<sub>1</sub>: <https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2015/01/british-cattle-in-18th-century.html>

*Costa, L* (2019): Beef and cattle. URL<sub>2</sub>:

<https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2019/01/beef-and-cattle.html>

*Culley, G* (1789): *Observations on Live Stock*. P. Byrne, Dublin. 46-50.

*Duckham, T* (1862): *Eyton's Herd Book of the Hereford cattle* second edition. William Phillips, High Town by Hereford Herd Book Society.

*Duckham, T* (1863): *A Lecture on the History, Progress, and Comparative Merits of the Hereford Breed of Cattle*. London: Rogerson & Tuxford. Reprinted in T. Duckham, *Eyton s Herd Book of Hereford Cattle*, vol. 6. Hereford and London: Longman and Co., 1868. 32.

*Duckham, T* (1865): *The History, Progress and Comparative Merits of the Hereford Breed of Cattle* Paperback – February 10.

*Duckham, T* (1869): *A Lecture on the Breeding and Management of Hereford Cattle*. Hereford: The "Times", 1869. 4.

*Duncumb, J* (1813): *General View of the Agriculture of the County of Hereford*. Drawn up for the Consideration of the Board of Agriculture and Internal Improvement. London, Sherwood Neely and Jones. 115-120.

*Eyton, T.C* (1846): *Eyton's Herd Book of Hereford Cattle 1-2*, London, MESSRS, Longman and Co. 61-64.

*French, P - Lync, R* (2019): Profitable dairy - beef production systems. Advancing Knowledge for an Evolving Industry' Teagasc Crops, Environment and Land Use Research Centre Johnstown Castle, Co Wexford Tuesday 21st May. 13-15.

*Fussell, G. E* (1929): The Size of English Cattle in the Eighteenth Century, *Agricultural History* Vol. 3, No. 4. 160-181.

*Garrard, G* (1800): *A Description of the Different Varieties of Oxen, Common in the British Isles*. Printed and published for the author, by J. Smeeton.

*Gibson, A. J. S* (1988): The Size and Weight of Cattle and Sheep in Early Modern Scotland; *The Agricultural History Review* Vol. 36, No. 2. 162-171

*Greene, M* (2005): *Herefordshire Through Time - The history of Hereford cattle*  
URLs:<https://htt.herefordshire.gov.uk/>

*Griffiths, V* (1805): *History of Agricultural: Proceedings of Agricultural Societies, Smithfield Club, Agricultural Magazine* 13, 77. London, Vaughan Griffiths. 431.

*Grundy, J.E* (2002): The Hereford bull: his contribution to New World and domestic beef supplies. *The Agricultural History Review* Vol. 50, No. 1. British Agricultural History Society. 69-88.

*Hazlett, R.H* (1935): *A genetic study of the hereford cattle as breed*. By Burl Winchester, Bachelor of Science Oklahoma Agricultural and Mechanical College Stillwater, Oklahoma 1935 8-11.

*Hereford Cattle Society* (2021): Herefords bolster sustainability credentials.  
URLs:<https://www.herefordcattle.org/news/herefords-bolster-sustainability-credentials/>

*Hill, J* (1885): How I Judge Herefords. *Agricultural Gazette Almanac*. In

*Macdonald, J. – Sinclair J* (1909): *History of Hereford Cattle*. 358, 149-156.

*Horne, T.H* (1833): *The Complete Grazier; Or, Farmer's and Cattle Breeder's and Dealer's Assistant, Comprising Instructions for the Buying, Breeding, Rearing, and Fattening of Cattle*. London, Baldwin and Cradock. 9.

*Hotchkiss, J, Byron, B.*: *The Hereford Comes to America* Compiled By In. *History of Hereford Cattle* by T.L. Miller and *The Hereford in America* by Donald Ornduff),  
URLs:<http://www.herefordamerica.com/>

*Knight, T. A* (1790): *Hints on Agriculture*. In *Macdonald, J. – Sinclair J* (1909): *History of Hereford Cattle*. London, Vinton Company 1909. 13-14.

*Lawrence, J* (1809): General treatise on cattle, the ox, the sheep, and the swine. Sherwood, Gilbert, and Piper. 1-55.

*Low, D* (1845): On the Domesticated Animals of the British Islands F.R.S.E. London, Longman Brown Green & Longmans. 235; 362-368.

*Macdonald, J – Sinclair J* (1909): History of Hereford Cattle. London, Vinton Company, Ltd., Bream's Buildings, Chancery Lane, E.G. 1-147, 350-390.

*Marren* (2020): Thrive: 62% of heifers and 32% of bullocks slaughtered off grass, URL: <https://www.farmersjournal.ie/thrive-62-of-heifers-and-32-of-bullocks-slaughtered-off-grass-578469>

*Marshall, W* (1788-89): The rural economy of Gloucestershire; including its dairy: together with the dairy management of North Wiltshire; and the management of orchards and fruit liquor, in Herefordshire. In two volumes. London, R. Raikes for G. Nicol. 192-198.

*Marshall, W* (1795): The Rural Economy of Norfolk: Comprising the Management of Landed Estates, and the Present Practice of Husbandry in that County, V. 1.323-324.

*Miller, T. L* (1902): History of Hereford cattle, proven conclusively the oldest of improved breeds, by. With which is incorporated a history of the Herefords in America, by Wm. H. Sotham, Chillicothe, Mo., T. F. B. 520-532.

*Morton, J.C - Welles E.F* (1875): A Cyclopaedia of Agriculture, Practical and Scientific: In which the Theory, the Art, and the Business of Farming are Thoroughly and Practically Treated, V. 2. 31-34.

*Murray, J* (1853): Journal of the Royal Agricultural Society of England V.14. London, William Clowes and Sons. Farming of Herefordshire. By Th. Rowlandson. Prize report.

*Murray, J* (1858): Journal of the Royal Agricultural Society of England, V. 19. London, William Clowes and Sons. Report on the Exhibition of Live Stock at Chester, By Robert *Smith* 365-367.

*Packard* (1888): Select breeds of British cattle. U.S. Government Printing Office: Cattle and Dairy Farming: Part 1; United States. Bureau of Foreign Commerce. 156-172.

*Pierce, V* (2009): Comparison of the Economic Value of Hereford Sired Herds vs. Angus Sired Herds on Long Run Economics. A Simulation based on performance data provided by the Hereford Association. 04.12.

*Powell, E. J* (1902): History of the Smithfield club from 1798 to 1900 by Powell, Edwin James, 1853 - London, The Smithfield Club. 27.

*Simmons, M. A* (2019): A Quantitative genetic analysis of the ancestry of Neil Trask line bred hereford cattle. Submitted to the Office of Graduate and Professional Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

*Speed, J* (1627): England, Wales, and Scotland Described (London, 1627). In James MacDonald and James Sinclair: History of hereford Cattle. London, Vinton 1909. [1886] 1.

*Storer, J* (1879): The wild white cattle of Great Britain: an account of their origin, history, and present state. New York, Cassell, Petter & Galpin. 105-109.

*Trow-Smith, R.*(1959): A History of British Livestock Husbandry 1700-1900. London, Routledge & Keegan Paul. 45-46.

*Welles, E. F* (1847): Hereford cattle, their colour, form and breeding. Hereford Journal, 18.11.1847. *Welles, E. F* (1848): The Colour, Form, and Breeding of Hereford cattle. The Farmer's Magazine. London, Joseph Rogerson. 148-150.

*Williams, A. - Martin, G. H* (1992): Domesday Book: A Complete Translation, Alecto Historical Editions, Penguin Classics 2003. 8.

*Winchester, B* (1935): A genetic study of Hereford cattle as bred by Robert H. Hazlett. Bachelor of Science, Oklahoma Agricultural and Mechanical College, Stillwater, Oklahoma.

*Woods, J.H* (2013): The Herds Shot Round the World: Native Breeds and the British Empire, 1800–1900. M.A., B.A. University of Western Ontario, 2006. McGill University, 2003. 99-144.

*Youatt, W* (1834): Cattle, Their Breeds, Management, and Diseases; with an Index; Published under the superintendence of the society for the diffusion of useful knowledge, London, Baldwin and Cadock. 1; 4; 31-36; 257.

*Youatt, W* (1908): The Complete Grazier and Farmers' and Cattle-Breeders' Assistant - Forming a Compendium of Husbandry. London, Crosby Lockwood and Son. 27-33.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Márton Judit<sup>1</sup> - Prof. Dr. Szabó Ferenc<sup>2</sup>

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

e-mail<sup>1</sup>: martonjuditsuti@gmail.com;

e-mail<sup>2</sup>: szabo.ferenc@sze.hu

Dr. Anton István

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, 2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

e-mail: antonistvan@hotmail.com

Dr. Márton István

Magyar Hereford, Angus, Galloway Tenyésztők Egyesülete, 7400 Kaposvár, Dénesmajor  
2.

e-mail: martonistvan@icloud.com



## MIOSZTATIN MUTÁCIÓK HATÁSA AZ ÁLLATI SZERVEZETEKRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HÚSMARHÁKRA

CSÜRHÉS TAMÁS ISTVÁN<sup>1</sup>- MIKÓ EDIT<sup>2</sup>-TÖRÖK MÁRTON<sup>3</sup>- SZABÓ  
FERENC<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar; <sup>2</sup>Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar; <sup>3</sup>Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete

### ÖSSZEFOGLALÓ

A miosztatinok az izomnövekedés negatív regulátorai. Amennyiben valamilyen mutáció lép fel a gén felépítésében, úgy vagy részlegesen, vagy teljesen funkcióját veszítheti. Ennek okán a carcass súlyára, az izomzat mennyiségére (hipertrófia) és minőségére, valamint egyéb, jelentős értékmérő tulajdonságokra is hatással van, mint az elléslefolyás, vagy a szaporaság. A miosztatin mutációk több gerinces fajban is megfigyelhetők. A mutáns allélok más-más mértékben befolyásolják a csontfinomságot, a növekedési erélyt. A miosztatin mutációk vizsgálata kiemelten fontos a tenyésztés számára, hiszen szerteágazó hatásai miatt jelentősen befolyásolni képesek a szarvasmarhák értékmérő tulajdonságait, ezáltal a gazdaságosságot kisebb-nagyobb mértékben pozitív vagy negatív irányba billenteni. A szemleciikk az eddigi fontosabb nemzetközi kutatások eredményeit összegzi.

**Kulcsszavak:** génmutáció, miosztatin, culard, hipertrofia, charolais, izom, hús

### BEVEZETÉS

A genomikai tenyésztértékbecslés alkalmazása lehetővé teszi azoknak a géneknek a meghatározását, amelyek a kvantitatív tulajdonságok kialakításában szerepet játszanak fenotípusos tulajdonságokra, a genetikai terheltségekre, ill. a letális génekre vonatkozó adatok elemzése segítheti egy-egy tenyésztési döntés meghozatalát. Mint minden



állattenyésztési ágazatban, így a szarvasmarha-tenyésztésben is kiemelten fontos szempont a hatékonyság. Célunk, hogy megnöveljük az egyedi és a populációsintű hústermelő képességet, azaz a reprodukció és a hústermelő képesség maximalizálására kell törekednünk.

Egyes húskihozatalt javító miosztatin mutációk ronthatják a szaporodásbiológiai mutatókat, ezért fontos, hogy az említett mutatók romlása nélkül érjünk el nagyobb húskihozatalt.

Egyéb genetikai terheltségek tekintetében a legtöbb egyed hazánkban az ataxia, a vakság és a fehér üsző betegség terheli, ami egyébiránt arányaiban azonos mértékű a francia charolais populációéval.

Az immár rendelkezésre álló információk alapján tudatos előszelekczióra van lehetőség, amivel hatékonyabbá tehető a tenyésztés, ugyanis a várhatóan rosszabb teljesítményű, genetikai terheltségekkel bíró; közvetlen, vagy közvetett módon termelékenységet rontó egyedek kikerülnek a potenciális tenyészállatok köréből.

Hosszútávú és következetes munka során pedig akár meg is szüntethető, de mindenképpen minimálisra szorítható a genetikailag terhelt egyedek részaránya a hazai charolais populációban.

## **A MIOSZTATINOK ÉS SZEREPÜK AZ ÁLLATVILÁGBAN**

A miosztatinok alapvetően az izom növekedésének negatív regulátoraként működnek. A miosztatint kódoló gént 1997-ben Si-Jin Lee és Alexandra McPherron genetikusok fedezték fel. Munkájuk során létrehozták a „mighty mice”-t, azaz a dupla izmoltságú egeret, amelyből hiányzik az izomrostok számának meghatározásában szerepet játszó gén, minek következtében nagyságrendileg kétszer annyi izom jött létre ezeken az egereken, mint a normál, nem hordozó egyedeken (Lee, 1997). Tanulmányukban részletezték, hogy a mutáns egyedek súlya két-háromszorosa a nem mutáns egyedekének, de a méretük azonos, az egyetlen különbséget a vázizomzat fejlettsége jelentette közöttük.

A miosztatin gén kódolásának összehasonlítása során megállapításra került, hogy több mint 20 gerinces fajba „másolódott le”, azaz kimutatásra került a GDF-8, a „growth differentiation factor”, amit ma már hivatalosan miosztatin néven ismert.

Jelenléte ezen okból kifolyólag erősen konzerváltnak tekinthető. McPherron és Lee először 1997-ben 9 fajban mutatta ki (*McPherron és mtsai*, 1997; *Maccatrozzo és mtsai*, 2001; *Radaelli és mtsai*, 2003; *Gu és mtsai*, 2004; *Gregory és mtsai*, 2004).

*Jeanplong és mtsai* (2000) összevetették a humán és szarvasmarha MSTN lókuszekat, azok struktúráját, hogy megítélik, mennyire voltak azok konzervatívák az evolúció során. Megállapították, hogy mind a szarvasmaha, mind a humán miosztatin gén esetében három exon és két intron található meg. Ráadásul az intron-exon határvonalak és azok helyei egyaránt konzerválódtak a két faj MSTN génjében.

Az MSTN mutációk természetes formában több gerinces fajban is megtalálhatóak: az emberben, több szarvasmarhafajtában, valamint juhokban és egyes kutyákban is. Ugyancsak előfordul több sertésfajtában is, mint például a belga pietrain, a nagyfehér, vagy a meishan sertésekben.

Megállapították, hogy a hús márványozottsága, a bőr alatti zsír vastagsága csökkent, ugyanakkor nőtt a sovány hús termelése pietrain és nagyfehér, keresztezésük esetében (*Stinckens és mtsai*, 2008).

*Guimaraes és mtsai* (2007) szintén végeztek vizsgálatokat a sertésben található miosztatinok expressziójáról. Megállapították, hogy a porhanyósság és saftosság kivételével szinte minden értékmérő szempontban rontja a hús minőségét, mint például a főzési veszteség, márványozottság, íz, vágás utáni pH-értékek alakulása stb.

A juhállományokban, főként a texel, suffolk és charollais terminál fajták esetében találtak MSTN mutációkat, melyek kedvezően hatnak az izmoltsági paraméterekre, valamint a hátsó negyed testtömegére (*Hadjipavlou*, 2008, *Clop*, 2006).

*Mosher és mtsai* (2007) vizsgálták az angol szalon agarak (whippet) genomját, és a „bully” típus egyedeiben két bázispáros deléciót fedeztek fel az MSTN harmadik exonjában, ami a 313. aminosav korai stop kodonjához vezet. Ebből kifolyólag funkcióját veszítette a miosztatin.

Megvizsgálták a nem hordozó, a hetero- és homozigóta MSTN mutáns egyedek testméreteit és verseny-teljesítményét. Megállapítást nyert, hogy a testtömeg-magasság index, a nyak és mellkas körmérete paraméterekben a nem hordozó (mh: +/+) egyedek lényegesen szerényebb méretekkel rendelkeznek mind a heterozigóta (mh:mh/+), mind a homozigóta (mh: mh/mh) társaik.

A mellkas, valamint a nyak körméretének mediánjai a vizsgálatban a szukák esetében 10-10cm-el meghaladják a nem hordozók eredményeit a homozigóta hordozókéi, valamint a versenyteljesítményük is nőtt a többlet izomzatnak köszönhetően.

Az angol telivérek versenyteljesítményében is kiemelten fontos szerepet játszik a miosztatin. A homozigóta hordozó egyedek sprint távokon (1000-1400m), a heterozigóta hordozók a középtávon sikeresebbek (1400-2000m). A miosztatin mutációt nem hordozó egyedek a 2000 méternél hosszabb távokon teljesítettek jól (*Hill és mtsai, 2010; Tozaki és mtsai, 2010*).

Humán vonatkozásban az egyik legérdekesebb beszámolót 2004-ben tették közzé a New England Journal of Medicine folyóiratban, *Schuelke* és munkatársai. Egy korábban versenyszerűen sportoló nő életet adott kisfiának, aki természetes úton fogant, és a terhesség normális módon folyt le. A gyermek születési súlya 75 percentilis volt (azaz 100 született gyermekből 75. legnagyobb volt). Az újszülött vizsgálatánál vették észre, hogy extrém izomzattal rendelkezik a combjain, valamint a vállain.

A vizsgálatok minden hormonális és glikémiás zavart kizártak, és megerősítették, hogy a hiperizomtság kiváltója egy MSTN mutáció. A gyermek egészségesen fejlődött, és 4,5 éves korában egyenes kézzel, vízszintesen képes volt tartani két darab, 3 kg-os súlyzót.

#### LABORATÓRIUMI ÉS EGYÉB ÁLLATOKKAL VÉGZETT VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A húskihozatal javításában a sertésnél CRISPR/Cas9 génszerkesztő rendszer (konkrét helyeken mutációkat hozhat létre a genomban) segítségével módosították a miosztatin gént, aminek következtében elvesztette szabályozó szerepét az izomnövekedésben (*Wang és mtsai, 2015*).

A csirkehús-termelés fokozására is végeztek/végeznek kísérleteket, „MSTN-knockout” (MSTN-KO) eljárást alkalmazva (d10a-cas9 nikase), melynek során arra az eredményre jutottak, hogy már a 18. héten 200g-mal többlet nyomnak a „vad típusú” versenytársaiknál, illetve az izomtömeg 13,9% -95,1% -kal volt magasabb a KO csirkékben, mint a kontroll csoportban (*Gap-Don Kim és mtsai, 2020*).

*Guo és mtsai (2016)* szintén Cas9 rendszer segítségével végeztek génszerkesztést. Embriókat nyertek nyulakból és kecskékből, majd az embrionális fejlődés morula fázisában mikroinjektálták az embriókat az idegen mRNS -el.

Az embrióbeültetés után egy része az anyáknak elvetélt, a megszületett ivadékok egy részét pedig eutanáziában kellett részesíteniük, gyenge egészségi állapotukra tekintettel. A megszületett nyulak 41%-ban abnormálisan nagy nyelvvel rendelkeztek. A halva született ivadékok tömege kétszerese volt az életben maradt egyedekének.

A megmaradt MSTN-KO nyulak testtömege és izmai jóval meghaladták a kontrollcsoport egyedein mért értékeket. A musculus biceps például a teljes testtömeg 0,4%-át tette ki a nem hordozó-, és 0,8%-át a hordozó egyedek esetében.

Ugyanezek a kutatók, ugyanebben a tanulmányban tették közzé eredményeiket a MSTN-KO kecskékkel kapcsolatban. 18 embriót ültettek be, 5 recipiensbe. Az embriótranszfer utáni 30. napon 3 anyakecske maradt vemhes, ám ezekből egy elvetélt a 120. napon, a másik két recipiens megellett, és 4 egészséges kecske, 1 gida és 3 gödölye jött világra (egy hármásiker, és egy egyedüli). Egy előző kísérletükre is hivatkoztak, ahol azonban 5-ből 4 kecske elpusztult.

A legfontosabb, hogy először szolgáltatott közvetlen bizonyítékot arra, hogy az MSTN-KO rendellenességeket okozott a génszerkesztett állatokban, ami azt sugallta, hogy az MSTN-KO nem lehet ideális mód a nyulak, kecskék, sertések izomtömegének javítására (*Guo és mtsai, 2016*).

## HÚSMARHÁKKAL VÉGZETT VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

„A miosztatin fehérjét kódoló gén a szarvasmarha 8. kromoszómáján található, 3 exonból és 2 intronból áll. Az exonok egy 375 aminosavból álló látens (lappangó, inaktív) proteint kódolnak, amely jelentős utólagos módosításon megy keresztül annak érdekében, hogy biológiailag aktívvá váljon.” (*Aiello 2018, Kusza 2019, Spiller és mtsai 2002*).

*Charlier (1995)* lokalizálta az *mh*(muscular hypertrophy) lókuszt a 2. kromoszómán, s ezzel erős bizonyítékkal alátámasztotta azt az elképzelést, miszerint a szarvasmarha duplaizmolt fenotípusának előidézője egy gén, melynek öröklésmenete autoszomális.

*McPherron és mtsai (1997)* a fehér-kék belga és a piedmontese fajtáknál végeztek vizsgálatokat, ugyanis ezen fajták erőteljesebb izomzattal rendelkeztek a többi szarvasmarha fajtához képest. A piedmontese fajta esetében a 3. exonon található Missense-mutációt mutattak ki (nukleotid pontmutáció aminosavcserét eredményező változása), melynek eredményeképp a fehérje érett régiójában a tirozin cisztinnel helyettesítődik (C313Y) (*McPherron és mtsai, 1997*).

Megállapították, hogy nem az izomrostok száma növekszik inkább, hanem azok keresztmetszete. Felismerték, hogy az MSTN mutáció a TGF $\beta$  (Transforming Growth Factor beta family) szupercsalád tagjaként felelős a hipertrofiáért, ez a fehérje elnyomja a myogén sejtek differenciálódását és szaporodását (*Grobet és mtsai, 1997*).

Nem sokkal ezután alátámasztotta ezt egy, az imént említettektől független kutatócsoport vizsgálata is, hogy valóban az mh lókuszhoz kapcsolódott az újonnan felfedezett fehérje (*Smith és mtsai, 1997*).

Az első bizonyítások során az asztúria-völgyi és fehér-kék belga szarvasmarhában pozicionális klónozás eljárással végzett kísérletben bizonyították, hogy a miosztatin-defektusok a felelősek a duplaizomlt fenotípus megjelenéséért (*Vaiman,1999, Grobet, 1997*). Sikertült is kimutatniuk, hogy a fehér-kék belga fajta genom szekvenciájának 3. exonján egy 11 nukleotid terjedelmű deléció található (-nt821 (del11)), ami „frameshift” (kereteltolódás) mutációt okoz, és gyakorlatilag megszünteti a funkcióját.

Konstatálták, hogy a szarvasmarhában csupán 20-25%-os izomtömeg növekedés figyelhető meg, szemben az egereknél tapasztalt 200-300%-os értékekkel. Ezt a kutatók arra vezették vissza, hogy a szarvasmarha-tenyésztés során a sok éves szelekciónak köszönhetően közelebb kerültek a biológiai határokhoz, míg az egereket nem nemesítették (*Grobet, 1997*).

A hiperizomtság fenotípusos megjelenését több fajtában is leírták, és a fentebb említett kutatócsoportéhoz hasonlóan fehér-kék belga és piemonti fajtákban *Kambadur és mtsai (1997)*, a vázizomzat cca. 20%-os növekedését figyelték meg.

A Q204x mutáció esetében a 2. kromoszóma 610. nukleotidján egy citozin timinre cserélődik; a 204. aminosav glutaminra. Így az általa kódolt miosztatin hatástalan lesz, így hiperizomtságot eredményez (*Charlier és mtsai, 1995; Dunner és mtsai, 1997; Smith és mtsai, 1997*).

*Allais és mtsai (2009)* vizsgálták a Q204x mutáció hatását charolais vágóállatokban Franciaországban. Kimondták, hogy kis mértékben, de megbízható gyakorisággal nő a borjak születési súlya a génmutáció hatására, ám az értékes húsrészek aránya is nőtt.

Mivel ez a gén a hús mennyiségét és minőségét is befolyásolja, sőt egyéb termelési mutatókra (termékenység, elléslefolyás) is hatással van, így a szarvasmarha-tenyésztés szempontjából fontos figyelembe venni különböző mutáns alléljait (*Kusza, 2020*).

*Allais és mtsai (2010)* is beszámolnak a vágások során tapasztalt mennyiségi javulásról, és minőségi romlásról. Kutatása szerint romlik a márványozottság, az íz, csökken a pH és a bőr alatti faggyú vastagsága.

A hús porhanyósságát több, vágás előtti és utáni tényező is befolyásolja, de bizonyított tény, hogy az izomzat szerkezete is nagymértékben befolyásolja, mint például az izomrostok és kötőszövet felépítése, valamint a szarkomerek hossza, s az anatómiai elhelyezkedés (*Brooks és Savell, 2004; Crouse, Koohmaraie és Seideman, 1991; Palka, 2003; Torrescano és mtsai, 2003*).

A húsminőségre gyakorolt hatást *Uytterhaegen és mtsai (1994)* és *Ngapo és mtsai (2002)* is leírták, mindketten arra az eredményre jutottak, hogy az izmok kollagéntartalma csökken a heterozigóta állatok körében. Velük egybehangzó eredményt közöltek *Arnold és mtsai (2001)*, miszerint a dupla-izmoltságú állatok húsa porhanyósabb, s ezt ők is a kollagén sűrűségének csökkenésével indokolták.

Az mh gént hordozó szarvasmarhák esetében az izomzat növekedésén kívül több kutató is azonos megállapításra jutott egyéb hátrányos velejárók tekintetében: (*Hanset és mtsai, 1987; Wheeler és mtsai, 1996; Casas és mtsai, 1999*).

- -romlik a márványozottság
- -megnövekedik a születési súly
- -több nehézellés fordul elő

Az mh gén jelenlétét összefüggésbe hozták az ivari későn éréssel, az ivadékok csökkent életképességével és a tehének szaporodásbiológiai mutatóinak romlásával is (*McPherron és mtsai, 1997*).

*Vissac és mtsai (1973, 1974)*, valamint *Hanset (1986,1991)* több kutatásukban is leírták, s azonos következtetésre jutottak, miszerint a culard jellegű tehének esetében a vemhességi idő hosszabb, ami nagyobb születési súlyt eredményez, így nagyobb a nehézellés valószínűsége, (*Wiener és mtsai 2002*).

Aggodalomra adott okot, hogy *Vissac és mtsai (1973, 1974)* eredményei szerint a dystocia mértéke 85%-volt a culard jellegű, míg 43% a nem culard tehének esetében. Ezekből a culard teheneknél 62%, a normál izomzatúaknál csupán 20% volt a császármetszések aránya.

Ezt a problémát tovább súlyosbítja a tehének esetleges nagyobb izomtömege, ami a lágy szülőtutak tágulását és a medence rugalmasságát csökkenti (*Bellinge és mtsai, 2005*).

A homozigóta hordozó egyedek nagyon kicsi eséllyel tudnak közbeavatkozás nélkül megelleni, a heterozigóta hordozók viszont nem ellenek nehezebben a miosztatin mutációt nem hordozó egyedeknél (*Hanset, 1991*).

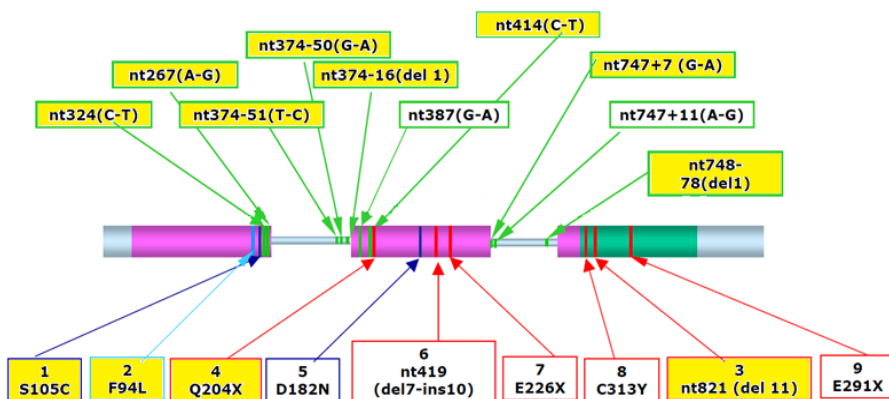
Megállapítást nyert továbbá, hogy a dupla izmoltságú állatok esetében a szív és a tüdő fejletlenebb, ezáltal a stressztűrő képességük kisebb, a légzőszervi problémák kialakulásának esélye pedig magasabb a nem hordozó egyedeknél (*Hanset, 1991*).

*Oliver (1968)* valamint *Halnan (1970)* vizsgálat alá vonták a culard géneket hordozók szívizomzatát és azok szerkezetét, funkcióját. Megfigyelték, hogy csökken a szív mérete, és ez összefüggésbe hozható az mh génnel.

A szarvasmarha erős izomzatát nem csupán egy, hanem (eddig ismert) 20 különböző génvariáns befolyásolja. A mutációk közül a legerőteljesebbek az izomnövekedés szempontjából a q204x, nt821 és a C313Y. A két allélt hordozó, vagy homozigóta hordozó állatok hústermelése kiugró (*Grobet és mtsai, 1998*), megnő az eladható húsmennyiség, ami többletprofitot eredményez, csökken a hasított féltest intramuszkuláris zsírtartalma, csökken az emésztőtraktus mérete, és itt is említik a fertilitás romlását (*Arthur, 1995*).

Van azonban egy kivétel, amely az eddigi kutatások alapján nem jár a fentebb tárgyalt, nem kívánt mellékhatásokkal.

Az F94L allél egy az aminosavban létrejövő szubsztitúció, ahol a fenil-alanin helyére leucin kerül a szekvencia 94. pozíciójában. Ezt a konzervatív aminosav-szubsztitúciót számos szarvasmarhafajtában leírták, beleértve a charolais, limousine, blonde d'aquitaine és angus szarvasmarhákat (*Dunner és mtsai, 2003; Sellick és mtsai, 2006*). Emellett mérsékelt izomnövekedést eredményez a többi mutációnál, így kisebb a valószínűsége a nehézellésnek. Legnagyobb részt a limousine állományokban van jelen ez a mutáció. (*Short és mtsai, 2002*), sőt nagy részük homozigóta hordozó (*Grobet és mtsai, 1998*).



1. ábra: Az ismert myostatin mutációk elhelyezkedése húshasznú szarvasmarhákban

Figure 1: Location of known myostatin mutations in meat cattle

(Dunner, 2003).

Az F94L mutációt „köztes” hatású mutációnak tekintik, mivel az izomrostok átmérője nem változik, viszont a számuk igen, tehát hiperpláziát okoz, de fenotípusosan nem mondható annyira kiugró, mint a többi nagy hatású mutáció által előidézett izomzati hipertrófia (Sellick és mtsai, 2007). Ezt annak tulajdonítják, hogy csupán egy aminosavszubsztitúció okozza, ennek okán nem teljesen veszítette el szabályozó képességét az izomnövekedésre, differenciálódásra vonatkozóan (Esmailizadeh és mtsai, 2008). Ha teljesen elveszett volna a regulátor-funkció, akkor hasonló izomzatot eredményezne, mint például az Nt-811 (del) mutáció (Lines és mtsai, 2009).

A francia aubrac egyesület ügyvezetőjének közlése szerint az aubrac 80%-ban homozigóta és további 15% heterozigóta erre a myostatin variánsra (Domokos, 2019).

Franciaországban a közvetlen közelmúltig általában nem jelölték, hogy ezek közül a mutációk közül melyik génvariánsot hordozza az adott egyed (Géne mh:+/-). Ez a gyakorlat nem kielégítő, ugyanis nem egyforma mértékű a hatásuk, illetve egyéb fontos tulajdonságokra akár negatív hatással is lehetnek (Domokos, 2019).

Az F94L esetében minden hordozó előnyösnek számít, akár homozigóta formában is. Ezt alátámasztja a francia Institut de l’Élevage vizsgálata is, amelyet a Q204X és F94L mutáció—hatásainak vizsgálatára végeztek el 50.000 charolais egyed genomikai eredménye alapján.



Az összehasonlítás alapjául a génmutációt nem hordozó állatok teljesítménye szolgált, a vizsgálat eredményei az alábbi táblázatban láthatóak (1. táblázat).

1. táblázat. Az-F94L és Q204x mutáció-hatása a francia charolais populációban

Table 1. Effect of F94L and Q204x mutations in the French Charolais population

	Homozigóta		Heterozigóta	
	Előnyös hatás	Hátrányos hatás	Előnyös hatás	Hátrányos hatás
Q204x	DM: +25 FOS:+30	FNAIS:-6-14 DS:-21 CR:-10 Alait:-4 AFpsf:-6	DM:+8 FOS:+8	FNAIS:-3-4 DS:-4 CR:= Alait:-1 AFpsd:-1
F94L	DM:+9 FOS:+2 CR:+1 CR/AF/CS:+2-3	FNAIS:-4 DS:-2 Alait:-2	DM:+4 FOS:+1	Fnaiss:-4 DS:-2 Alait:-2 CR: =

AFpsf = funkcionális tulajdonságok (30 hónapos korban); IFNAIS= Közvetlen elléslefolyás; CRsev = Növekedés; DMsev = Izmoltság; DSsev = Vázfejlettség, ráma; FOSsev = Csontfinomság; Alait = Tejtermelő képesség

## **EFFECTS OF MYOSTATIN MUTATIONS ON ANIMAL ORGANISMS, ESPECIALLY ON BEEF CATTLE**

CSÜRHÉS TAMÁS ISTVÁN<sup>1</sup>- MIKÓ EDIT<sup>2</sup>-TÖRÖK MÁRTON<sup>3</sup>- SZABÓ  
FERENC<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural and Food Sciences, Szechenyi Istvan University; <sup>2</sup> University of Szeged Faculty of Agriculture; <sup>3</sup> National Association of Hungarian Charolais Cattle Breeders

Myostatins are negative regulators of muscle growth. If a mutation occurs in the structure of the gene, it loses its function either partially or completely. For this reason, it also affects the weight of the carcass, the mass (hypertrophy) and quality of the muscles, as well as other important value-measuring properties such as calving or fertility. Myostatin mutations have been observed in several vertebrate species. Mutant alleles affect bone fineness, and growth vigor, to varying degrees. Investigation of the effects of myostatin mutations is particularly important for breeding, as their ability to significantly

affect the value-measuring properties of cattle due to ~~its~~ their diversified effects, thereby tilting the cost effectiveness in a more or less positive or negative direction. The review article summarizes the main results of international research to date.

**Keywords:** myostatin, culard, charolais, hypertrophy, muscle

## IRODALOM

*Aiello, D., Patel, K. and Lasagna, E. (2018):* The Myostatin gene: an overview of mechanisms of action and its relevance to livestock animals. *Animal Genetics*, 49 (6). p. 505519. ISSN 13652052

*Allais, S., Levéziel, H., Payet-Duprat, N., Hocquette, J. F., Lepetit, J., Rousset, S., Renand, G. (2010):* The two mutations, Q204X and nt821, of the myostatin gene affect carcass and meat quality in young heterozygous bulls of French beef breeds 1. *Journal of Animal Science*, 88 (2), 446–454.

*Arnold, H., Della-Fera, M. A., & Baile, C. A. (2001):* Review of myostatin history, physiology and applications. *International Archives of Bioscience*, 1014–1022.

*Arthur, P. F. (1995):* Double muscling in cattle: A review. *Aust. J. Agric. Res.* 46:1493–1515.

*Balkemore, W.F. (1974):* Progressive ataxia of Charolais cattle associated with disordered myelin

*Bellinge R. H. S., Liberles D. A., Iaschi S. P., O'brien P. A., Tay G. K. (2005):* Myostatin and its implications on animal breeding: A review. *Animal Genetics*, 36. 1-6.

*Brooks, J. C., & Savell, J. W. (2004):* Perimysium thickness as an indicator of beef tenderness. *Meat Science*, 67, 329–334

*Casas, E., Keele, J. W., Fahrenkrug, S. C., Smith, T. P. L., Cundiff, L. V., and Stone, R. T. (1999):* Quantitative analysis of birth, weaning, and yearling weights and calving difficulty in Piedmontese crossbreeds segregating an inactive myostatin allele. *J. Anim. Sci.* 77:1686–1692

*Charlier C, Coppieters W, Farnir F, et al (1995):* The mh gene causing double-muscling in cattle maps to bovine Chromosome 2. *Mamm Genome* 6: 788-92

*Clop A., Marcq F., Takeda H. et al. (2006):* A mutation creating a potential illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep. *Nature Genetics* 38, 813–8.

- Crisa A, Marchitelli C, Savarese MC, Valentini A. (2003):* Sequence analysis of myostatin promoter in cattle. *Cytogenet Genome Res* 102:48–52.
- Crouse, J. D., Koohmaraie, M., & Seideman, S. D. (1991):* The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Science*, 30, 295–302
- Duchesne (2018):* Progressive ataxia of Charolais cattle highlights a role of KIF1C in sustainable myelination
- Dunner S., Miranda M.E., Amigues Y. et al. (2003):* Haplotype diversity of the myostatin gene among beef cattle breeds. *Genetics Selection Evolution* 35, 103–18.
- Esmailzadeh, A. K., Bottema, C. D. K., Sellick, G. S., Verbyla, A. P., Morris, C. A., Cullen, N. G., et al. (2008):* Effect of the myostatin F94L substitution on beef traits. *Journal of Animal Science*, 86, 1038–1046.
- Friend J.(1978):* Cattle of the World. Poole, UK: Blandford Press Ltd
- Gregory DJ, Waldbieser GC, Bosworth BG. (2004).* Cloning and characterization of myogenic regulatory genes in three lctalurid species. *Animal Genet* 35 (6):425–430.
- Grobet L, Martin LJ, Poncelet D, et al (1997):* A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscled phenotype in cattle. *Nat Genet* 17: 71-4
- Grobet, L., D. Poncelet, L. J. Royo, B. Brouwers, D. Pirottin, C. Michaux, F. Ménéssier, M. Zanotti, S. Dunner, and M. Georges. (1998):* Molecular definition of an allelic series of mutations disrupting the myostatin function and causing double-muscling in cattle. *Mamm. Genome* 9:210–213.
- Gu Z, Zhang Y, Shi P, Zhang YP, Zhu D, Li H. (2004).* Comparision of avain myostatin genes. *Animal Genet* 35(6):470–471.
- Guo, R. et al. (2016):* Generation and evaluation of Myostatin Knock-out Rabbits and Goats Using CRISPR/Cas9 system. *Sci. Rep.* 6, 29855
- Hadjipavlou, G., Matika, O., Clop, A., & Bishop, S. C. (2008).* Two single nucleotide polymorphisms in themyostatin (GDF8) gene have significant association with muscle depth of commercial Charollais sheep. *Animal Genetics*, 39 (4), 346–353
- Halnan, CR (1970):* Ventricular septal defect in a double-muscled Angus dwarf heifer. *Aust Vet J* 46: 549-51,
- Hanset R (1986):* Exploiting New Technologies in Animal Breeding - Genetic Developments. Oxford University Press

- Hanset, R., Michaux C., and Stasse A. (1987)*. Relationship between growth rate carcass composition, feed intake, feed conversion ratio and income in four biological types of cattle. *Genet. Sel. Evol.* 19:225–248
- Hanset R. (1991)* Breeding for disease resistance in farm animals. In: CAB International (Ed. by J. B. Owen & R. F. E. Axford), pp. 467–78. Axford, Wallingford, UK.
- Hill, E.W. – McGivney, B.A. – Gu, J. – Whiston, R. – Machugh, D.E. (2010)*: A genome-wide SNP association study confirms a sequence variant (g.66493737C>T) in the equine myostatin (MSTN) gene as the most powerful predictor of optimum racing distance for Thoroughbred racehorses. *BMC Genomics*, 11. 552-562.
- Jeanplong, F., Sharma, M., Somers, W. G., Bass, J. J., & Kambadur, R. (2001)*. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 220 (1/2), 31–37
- Kambadur R, Sharma M, Smith TP, Bass JJ (1997)*. "Mutations in myostatin (GDF8) in double-musled Belgian Blue and Piedmontese cattle"
- Kim, G-D, Lee, JH, Song, S, et al. (2020)*: Generation of myostatin-knockout chickens mediated by D10A-Cas9 nickase. *The FASEB Journal*. 34: 688–5696.
- Kusza Sz, Domokos Z. (2020)* Útmutató a Weatherbys Scientific Bovine VersaSNP 50K chip-en található génvariánsok értelmezéséhez
- Lines, D. S., Pitchford, W. S., Kruk, Z. A., & Bottema, C. D. K. (2009)*. Limousin myostatin F94L variant affects semitendinosus tenderness. *Meat Science*, 81 (1), 126–131
- Maccatrozzo L, Bargelloni L, Cardazzo B, Rizzo G, Patarnello T. (2001)*. A novel second myostatin gene is present in teleost fish. *FEBS Lett* 509:36–40.
- McPherron, A. C., & Lee, S.-J. (1997)*. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94 (23), 12457–12461.
- McPherron, A. C., Lawler, A. M., & Lee, S.-J. (1997)*. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-p superfamily member. *Nature*, 387(6628), 83–90
- McRae A.F., Bishop S.C., Walling G.A., Wilson A.D. & Visscher P.M. (2005)* Mapping of multiple quantitative trait loci for growth and carcass traits in a complex commercial sheep pedigree. *Animal Science* 80, 135–41.
- Mosher D. S., Quignon P., Bustamante C. D., Sutter N. B., Mellersh C. S., Parker H. G., and Ostrander E. A. r, (2007)*: “A mutation in the myostatin gene increases muscle mass

and enhances racing performance in heterozygote dogs,” *PLoS Genetics*, vol. 3, no. 5, pp. 779–786

*Ngapo, T. M., Berge P., Culioli J., Dransfield E., De Smet S., and Claeys E. (2002).* Perimysial collagen crosslinking and meat tenderness in Belgian Blue double-muscled cattle. *Meat Sci.* 61:91–102.

*Oliver WM, TC C (1968):* Double muscling in cattle: a review of expression genetics and economic implication. Texas Agricultural Experiment Department of Animal Science Technical Report 12

*Palka, K. (2003).* The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Science*, 64, 191–198.

*Radaelli G, Rowlerson A, Mascarello F, Patrino M, Funkenstein B. (2003).* Myostatin precursor is present in several tissues in teleost fish: A comparative immunolocalization study. *Cell Tissue Res* 311:239–250

*Sellick G.S., McGrice H., Bouwman A., Kruk B. & Bottema C.D.K. (2006)* Polymorphisms within the cattle myostatin gene. *Proceedings of the 30th International Congress of Animal Genetics* 30, A494.

*Schuelke, M., Wagner, K. R., Stolz, L. E., Hübner, C., Riebel, T., Kömen, W., Lee, S.-J. (2004).* Myostatin Mutation Associated with Gross Muscle Hypertrophy in a Child. *New England Journal of Medicine*, 350 (26), 2682–2688

*Short R.E., MacNeil M.D., Grosz M.D., Gerrard D.E. & Grings E.E. (2002)* Pleiotropic effects in Hereford, Limousin and Piedmontese F2 crossbred calves of genes controlling muscularity including the Piedmontese myostatin allele. *Journal of Animal Science* 80, 1–11

*Smith TP, Lopez-Corrales NL, Kappes SM, et al (1997):* Myostatin maps to the interval containing the bovine mh locus. *Mamm Genome* 8: 742-4,

*Spiller, M.P., Kambadur, R., Jeanplong, F., Thomas, M., Martyn, J.K., Bass, J.J., Sharma, M., (2002).* The Myostatin gene is a downstream target of basic helix–loop–helix transcription factor MyoD. *Molec. Cell Biol.* 22, 7066–7082

*Stinckens, A., Luyten, T., Bijttebier, J., Van den Maagdenberg, K., Dieltiens, D., Janssens, S., Buys, N. (2008).* Characterization of the complete porcine MSTN gene and expression levels in pig breeds differing in muscularity. *Animal Genetics*, 39 (6), 586–596

*Torrescano, G., Sanchez-Escalante, A., Gimenez, B., Roncales, P., & Beltran, J. A. (2003).* Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Science*, 64, 85–91.

*Tozaki, T. – Miyake, T. – Kakoi, H. – Gawahara, H. – Sugita, S. – Hasegawa, T. – Ishida, N. – Hirota, K. – Nakano, Y. (2010):* A genome-wide association study for racing performances in Thoroughbreds clarifies a candidate region near the MSTN gene. *Anim. Genet.*, 41. 28-35.

*Vaiman D (1999):* The molecular genetics of cattle. CABI Publishing

*Vissac B, Perreau B, Mauleon P, et al (1974):* Etude du caractère culard. IX. Fertilité des femelles et aptitude maternelle. *Ann Genet Sel Anim* 6: 35-48

*Vissac B, Menissier F, Perreau B (1973)* Etude du caractère culard. VII. Croissance et musculature des femelles, déséquilibre morphologique au vèlage. *Ann Genet Sel Anim* 5: 23-38

*Wang, K., Ouyang, H., Xie, Z. et al. (2015).* Efficient Generation of Myostatin Mutations in Pigs Using the CRISPR/Cas9 System. *Sci Rep* 5, 16623

*Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, R. M. Koch, and J. D. Crouse. (1996).* Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* 74:1023–1035.

*Wiener P., Smith J.A., Lewis A.M., Woolliams J.A. & Williams J.L. (2002)* Muscle-related traits in cattle: the role of the myostatin gene in the South Devon breed. *Genetics Selection Evolution* 34, 221–32.

<https://www.g-plus.it/sites/default/files/cataloghi/pdf/2020-11/cataloguecu20202109a.pdf>

*A szerzők levélcíme-Adress of authors:*

Csürhész Tamás István

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar /

Faculty of Agricultural and Food Sciences, Szechenyi Istvan University

[csurhest@yahoo.com](mailto:csurhest@yahoo.com)

Mikó Edit

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar /

University of Szeged Faculty of Agriculture

miko.edit@mgk.u-szeged.hu

Török Márton

Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete /

National Association of Hungarian Charolais Cattle Breeders

torokm@charolais.hu

Szabó Ferenc

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar /

Faculty of Agricultural and Food Sciences, Szechenyi Istvan University

szabo.ferenc@sze.hu



## LACAUNE TÖGYMORFOLÓGIAI VIZSGÁLATOK EGY GYŐR-MOSON SOPRON MEGYEI TÖRZSTENYÉSZETBEN

SZABÓ-SÁRVÁRI LORETTA CSILLA<sup>1</sup> – GYÖKÉR ERZSÉBET<sup>1</sup> – NÉMETH  
ATTILA<sup>1</sup> – TEMPFLI KÁROLY<sup>1</sup> – PÓTI PÉTER<sup>2</sup> – PAJOR FERENC<sup>2</sup> – GULYÁS  
LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Állattudományi Tanszék, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

<sup>2</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus, Állattenyésztés-  
tudományi Intézet,

### ÖSSZEFOGLALÁS

A juhágazat nyereségessé tételéhez hozzájárulhat az anyajuhok fejése. A lacaune fajta tejtermelő képességét, és a hozzá tartozó tögymorfológiai tulajdonságokat egy Győr-Moson-Sopron megyei törzstenyészetben vizsgáltuk. A bírálókat során az 5 kos közül, a maximális pontszámhoz képest (25 pont), 20 pontot a 61441-es kos nőivarú ivadékaik kaptak. A befejeések alapján a 20307-es apaállat lányai átlagos napi tejtermelése 1,24 kilogramm volt. Szignifikáns korreláció ( $p \geq 0,05$ ) figyelhető meg a tögy alakja és a laktáció hossza között, továbbá a tögy felfüggesztése szignifikáns a laktáció hosszával. A várt módon a laktációs tejtermelés összefüggésben van az átlag napi tej (kg) és laktáció hossza (nap) gyűjtött adataival. A korábbi éveket összehasonlítva a 2009-es év eredményei voltak a legjobbak, viszont a 2020-as vizsgálat 2019-hez képest is jobb eredményt adott. Összességében elmondható, hogy a szelekcionál figyelembe kell venni a tögymorfológiai tulajdonságokat a tejelő ágazat gazdaságossá tételéhez.

**Kulcsszavak:** lacaune, juh, tögymorfológia, ivadékcsoport



**BEVEZETÉS ÉS SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS**

A kiskérődzők előnye, hogy az olcsóbb szántóföldi szalastakarmányokat és mezőgazdasági melléktermékeket jól hasznosítják, nem igényelnek import fehérje takarmányokat. A világ juhállománya 1,2 milliárd egyed volt 2019-ben a FAO adatai szerint (URL<sup>1</sup>). A korábban meghatározó jelentőségű gyapjútermelést mára felváltották az olcsóbb textilipari alapanyagok, amelynek következtében a gyapjútermelés már csak 5%-át adja a textilipari nyersanyagoknak (Horn, 1995). A világ anyajuh állományának kis hányadát fejik, ezáltal olyan területeken tudott elterjedni a juhok fejése, ahol a szarvasmarha tartását a földrajzi adottságok nem tették lehetővé.

A FranceAgriMer felmérése szerint (URL<sup>2</sup>) 2019 végén 24,5 millió tejelő anyajuhot számláltak Európában, 2,2%-kal kevesebbet, mint egy évvel korábban. A legtöbb országban a tendencia csökkenő, így Görögországban 6,7%-ot, Olaszországban 3,9%-ot és Spanyolországban 4,1%-ot képvisel, viszont legnagyobb juhállomány Romániában, ahol az anyajuhok száma 2%-kal, míg Franciaországban 3,1%-kal nőtt. Európában kiemelkedő juhsajt készítő Franciaország, ahonnan a híres Rokfort márványsajt származik.

Hazánkban több, mint egymillió hektár gyepterület áll rendelkezésre az állatok tartására, melyek elsősorban juhtartásra alkalmasak. A juhok tartástechnológiája nem igényel nagy beruházást, egyszerű istállóban, épületekben tartható, nem ritka a szabadtartás sem. 2020 év végén a KSH (URL<sup>3</sup>) adatai szerint a magyarországi juhállomány mindösszesen 943800 egyed, melyből anyajuh 754000 volt. 20 év távlatában elmondható, hogy a juhok létszáma 1-1,3 millió körül alakul évről-évre.

A fajták változatosak, viszont manapság a gyapjú értéktelensége miatt a magyarországi állományt, döntően merinókat, keresztezik hús- és tejtermelő fajtákkal. Mindkét irányú elmozduláshoz, az árutermelésben anyai vonalként biztosítja a termelés feltételeit a merinó. A tejirányú keresztezések hatására az állományokban az összes kifejt tej 50-250%-kal, a napi tejhozam 20-200%-kal, míg a fejt napok száma 10-70%-kal növekedhet. A hazai juhfajták döntő része magyar merinó, ezt követi a hortobágyi racka, majd a lacaune fajta (URL<sup>4</sup>). A legismertebb francia tejelő fajta, a francia középhegység vidékén tenyésztik. A „roquefort” sajt elsősorban a lacaune juhok tejéből készül. Bár törzskönyvezése már a 19. század közepén megkezdődött, a következetes szelekció az utóbbi ötven évben történt, amelynek eredményeképpen a 60-80 literes tejtermelésű

fajtából 300-400 liter tejhozamú fajtát tenyésztettek ki (*Gulyás és Kovács, 1998; Jávör és Kukovics, 2006*). *Gergátz és Gulyás (1999)* bevezettek egy, a tejtermelés fokozása céljából egyedi termelésellenőrzési módszert. A fajta kiváló aszezonalitásra való hajlammal rendelkezik, az év bármely szakában termékenyíthető, különös tekintettel az április-májusi időszakra. Szaporasága 1,3-1,6, laktációs tejtermelése 200-400 kg. Kifejlett korban az anyák 55-70 kg, a kosok 95-110 kg súlyúak (URL<sup>5</sup>).

Erős korrelációs összefüggést figyelt meg *Báder et al, (2001)*, és *Drágossy, (2001)* a szomatikus sejtszám növekedése és bizonyos küllemi tőgytulajdonságok között. Ezen tulajdonságok nagy öröklődhetőségi értékei alapján szelekciót hajthatunk végre, ezáltal közvetve hatást lehet gyakorolni a tőgygyulladás okozó a tej szomatikus sejtszámának csökkentésére is (*Gulyás, 2002*).

A küllemi bírálat megfelelően tájékoztat a tőgy különböző morfológiai jellemzőiről. *Monadres és mtsai (1990)* megállapították, hogy a szarvasmarha egyes küllemi tulajdonságai (tőgy illesztése, függesztése, arányossága, bimbóhelyeződése, a tőgy mirigyszerkezete) korrelációban vannak a szomatikus sejtszámmal, ezáltal a tőgygyulladással.

Tejelő juhok esetében *Marie-Etancelni et al. (2003; 2005)* kidolgoztak egy szelekciós indexet, amely figyelembe veszi a tőgy morfológiai tulajdonságait, a laktációs termelést, a tej beltartalmának alakulását, valamint a szomatikus sejtszám nagyságát.

Egyes tőgymorfológiai tulajdonságok  $h^2$  értékeit mutatja az *1. táblázat (Iváncsics és Gaál, 1998)*.

1. táblázat. A különböző tőgymorfológiai tulajdonságok öröklődési értékei

Table 1. Inheritance values of different udder morphological traits

(1) Tőgybimbó hosszúsága	$h^2=0,70-0,80$
(2) Tőgybimbó átmérője	$h^2=0,66-0,80$
(3) Tőgy függesztése	$h^2=0,78$
(4) Tőgy illesztése	$h^2=0,42$

(1) Teat length; (2) Teat diameter; (3) Udder suspension; (4) Udder attachment

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A tögymorfológiai tulajdonságok vizsgálatát egy Győr-Moson-Sopron megyei lacaune törzstenyészetben, 2 évben (2019 és 2020) végeztük el. A gépi fejés szempontjából elengedhetetlen a tőgy morfológiai tulajdonságokra való szelekció, ami vizsgálatunk alapját képezte.

A vizsgálatok szempontjai az alábbi tögymorfológiai tulajdonságokra terjedtek ki: tőgynagyság, tőgyalak, tőgyfüggesztés, tőgyszabályosság, tőgybimbó hossz és átmérő, továbbá tőgybimbó helyeződés és alak. A tőgytulajdonságok közül a nagyságot, alakot, szélességet, függesztést és bimbóhelyeződést 1-5-ig terjedő skálán (1 = igen gyenge, 2 = gyenge, 3 = közepes, 4 = jó, 5 = kiváló) pontoztuk. Az általunk vizsgált tögymorfológiai tulajdonságokat 4 tulajdonság (4x5=20 pont), míg kiegészítve, 5 tulajdonság esetén, (5x5=25) maximális pontszámú skálán hasonlítottuk össze.

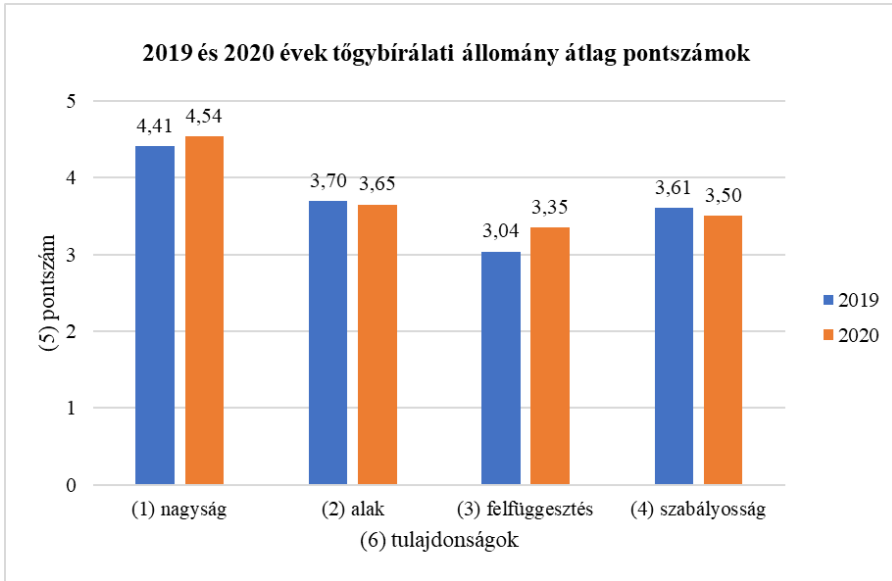
A tőgybimbó hosszúságát és átmérőjét mm pontosságú mérőeszközzel mértük; a tőgybimbó alapnál az átmérőt, hosszúságot a tőgybimbó alaptól a hegyéig, a bimbó szabályosságánál a szabályos, tölcserés és nyakalt típust különítettünk el.

Az ivadékcsoportok kiválasztásánál csak azokat a kosokat vettük figyelembe, amelyeknek a vizsgált években legalább 5 lánya laktációs eredménnyel rendelkezett. A 2020-as évben n=48 egyed, 2019-ben n=54 anya.

Vizsgálatainkat a laktáció 40-60. napja között reggeli fejés előtt végeztük. A bírálatokat ugyanazon személyek végezték. A felvételezett tögymorfológiai alapadatokat SPSS 20 statisztikai programban kezeltük; leíró statisztika, majd normalitás vizsgálat után korrelációs tesztet alkalmaztunk az eredményeket értékeltük.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az 1. ábrán láthatók a tőgy bírálatánál figyelembe vett tulajdonságok átlagos pontszámai 2019-ben és 2020-ban. Megfigyelhető, hogy a legmagasabb átlagpontot (2019: 4,41; 2020: 4,54 pont) a tőgy nagyságára kapták, míg a legalacsonyabbat (2019: 30,4; 2020: 3,35 pont) a felfüggesztésre. Szintén mindkét évben a tőgy alakja kapta a második helyre elegendő pontszámot a maximálisan adható 5 pontból.

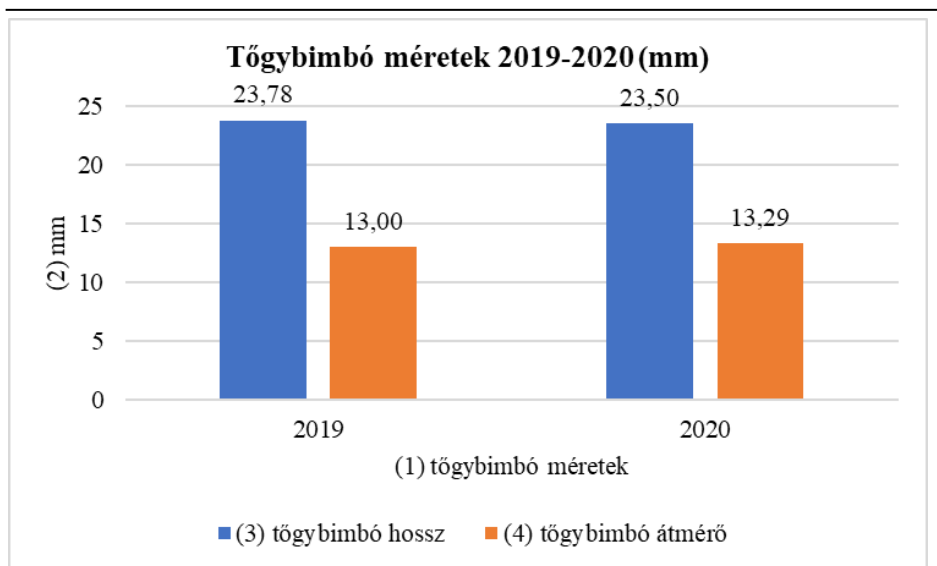


1. *ábra*: A vizsgált állomány átlagos tőgybírálati pontszámai 2019 és 2020-ban

*Figure 1*: The average udder scores of the studied stock in 2019 and 2020

(1) size; (2) shape; (3) suspension; (4) regularity; (5) points; (6) traits

A 2. *ábra* bemutatja az összes anyajuh átlagos tőgybimbó hosszát és átmérőjét milliméterben mérve, 2019-2020 években. Az adatokról leolvasható, hogy a 2 évben lényeges különbség nem tapasztalható, a gépi fejésre mindkét év átlagai megfelelnek, mivel az átmérő 13-15 mm között van, a tőgybimbó hossza pedig 23-25 mm között.



2. *ábra.* A vizsgált állomány átlagos tőgybimbó méretei 2019 és 2020-ban

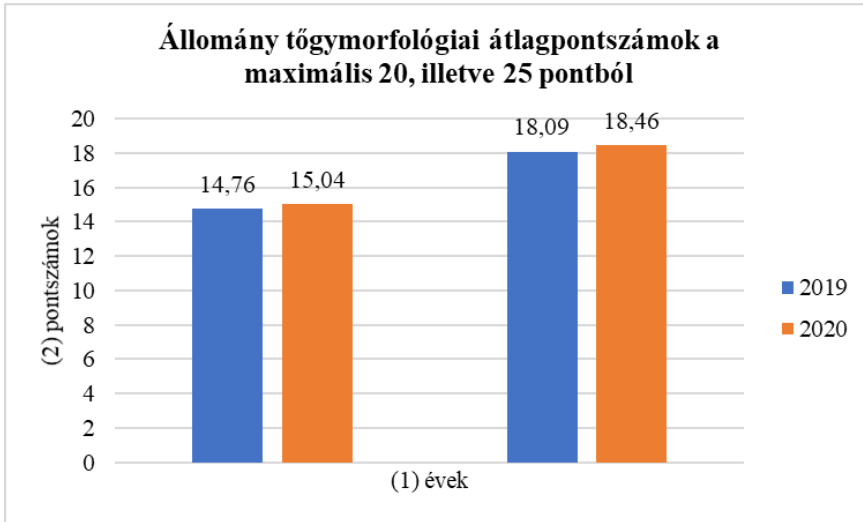
*Figure 2:* The average teat sizes of the studied stock in 2019 and 2020

(1) teat size; (2) size in mm; (3) teat length; (4) teat diameter

A tőgybimbó alakjának szabályossága (tölcséres/ nyakalt/ szabályos) 2019-ben 92,6% volt, míg a 2020-as évben 98%-ban szabályos, csupán egy egyednél volt kifogásolható, tölcséres tőgybimbó alak.

Az általunk vizsgált 2 év tőgymorfológia - a 20 és 25 pontos skálából - átlagpontszámai láthatóak a 3. *ábrán*. A 2020-as év magasabb telepi összpontszámot mutatott az előző évhez képest, de lényeges javulás nem volt megfigyelhető.

A jelen vizsgálatba vont 2 éves tőgymorfológiai pontszámok minimálisan növekedtek, viszont, ha hosszabb intervallumot nézünk, akkor stagnálást láthatunk 10 év távlatából. A telep stagnálását megerősíti a szintén már 2009-ben elvégzett tőgymorfológiai tulajdonságok bírálata, mivel az elmúlt évtizedben, az általunk vizsgált tulajdonságok, nem javultak, kissé visszaestek az átlagpontszámok a kiinduló évhez képest (4. *ábra*).

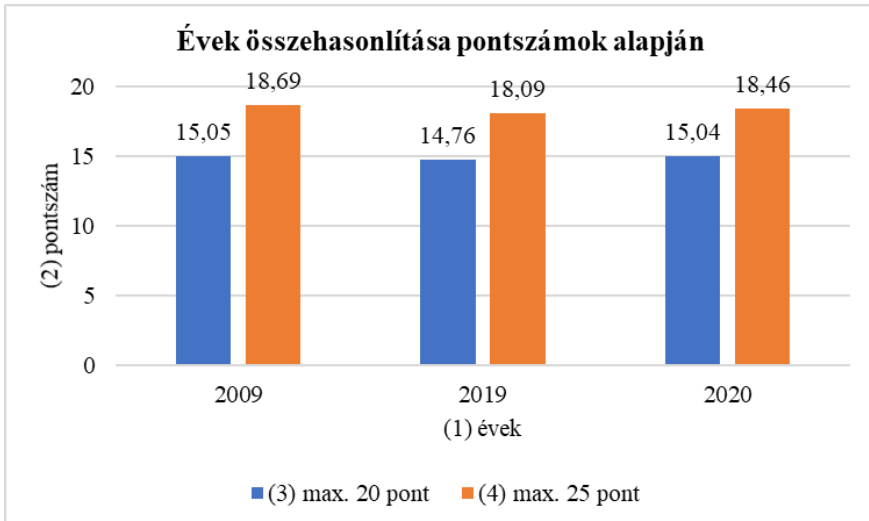


3. *ábra:* A vizsgált állomány tőgymorfológiai átlagos pontszámai a 20, illetve 25-ös skálán, 2019-2020 években

*Figure 3:* The udder morphological average scores of the studied stock on the scale of 20 and 25, respectively, in 2019-2020

(1) years; (2) points

(2)

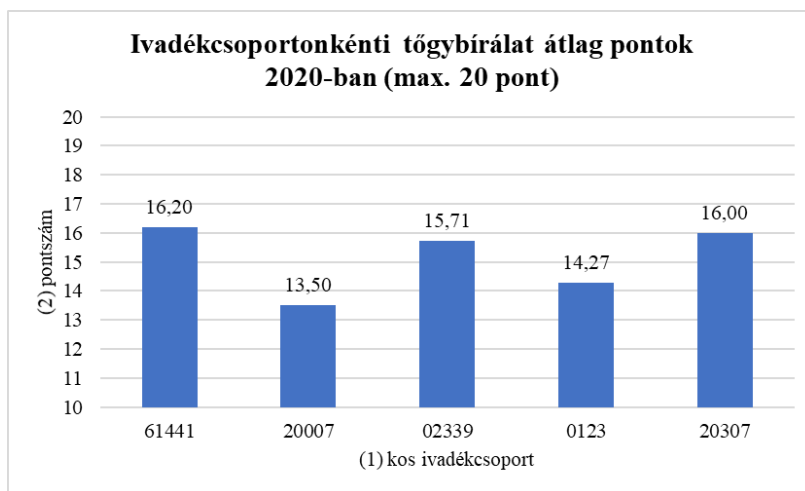


4. *ábra:* Korábbi évhez viszonyított skála pontszámok

*Figure 4:* Recent scale scores relative to 2009

(1) years; (2) points; (3) 20-point scale; (4) 25-point scale

Megvizsgáltuk a - jól öröklődő tőgymorfológiai tulajdonságokat - a tejelő lacaune tenyészet előrehaladása érdekében a tenyészkosok ivadékcsoportjait is. A további eredmények bemutatásánál azon kosok ivadékait vettük a vizsgálatba, amelyeknek legalább 5 nőivarú tenyésztésbe állított, zárt laktációval rendelkező lánya született. Itt láthatjuk (5. ábra), hogy a maximális 20 pontból (tőgyalak, szabályosság, felfüggesztés, nagyság) adható 16,20 és 16,00 pontot a 61441 és 20307-es kosok lányai kapták. Legalacsonyabbak pedig 13,50 ponttal a 20007-es csoport bírálati pontjai voltak.



5. ábra: Ivadékcsoportok tőgybírálati pontszámai a maximális 20 pontból

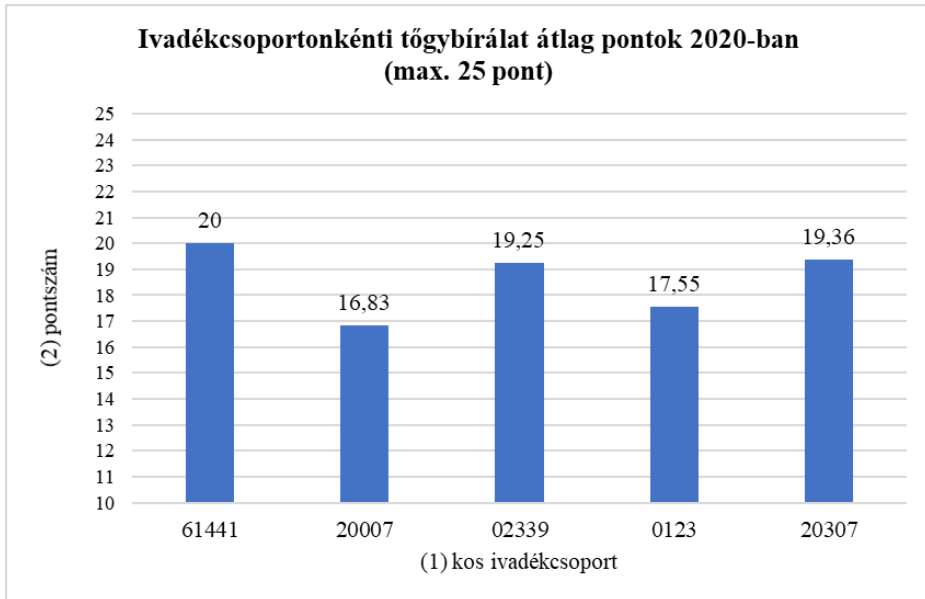
*Figure 5: Udder scores of progeny groups on the 20-point scale*

(1) progeny groups of rams; (2) points

Miután kibővítettük a tőgymorfológiai tulajdonságokat a számszerűsíthető tőgybimbó helyeződéssel (6. ábra), a maximális 25 pontból szintén a 61441-es, valamint a 20307-es kos ivadékai kapták a legmagasabb pontszámokat. Viszont megfigyelhető, hogy a 02339-es apaállat lányainak pontszáma kevésbé maradt el a 25 pontos rendszerben a 20307-es állattól.

A 7. ábrán láthatjuk az ivadékcsoportonkénti tőgybimbó méreteket, milliméterben, 2020-ban. A gépi fejéshez mindegyik kos tejelő ivadékai megfelelnek, csupán egy apaállat lányai nem érték el a 13 mm-es átmérőt, csupán 9 századdal volt kevesebb az átlag a mérés során.

A laktációs eredmények közül az átlagos napi tejtermenységet figyelhetjük meg a 8. ábrán, ahol lényeges termelési különbséget tapasztalhatunk a kos ivadékcsoportok között. Kiemelkedő tejtermeléssel rendelkeznek a 20307-es kos nőivarú laktáló lányai, 1,24 kg/nap tejtermeléssel. Ehhez képest 0,5 kilogrammal elmarad a 20007-es csoport napi tejtermenysége. A 0123 és 02339-es kos ivadékcsoport termelése közel napi 1 kilogrammos átlagos laktációval rendelkezik.

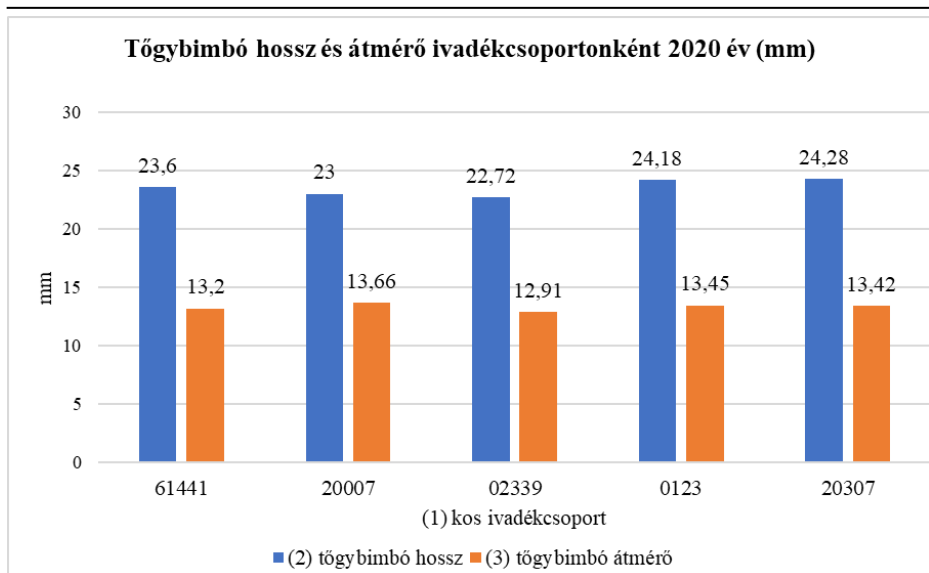


6. ábra: Ivadékcsoportok tőgybírálati pontszámai a maximális 25 pontból

*Figure 6: Udder scores of progeny groups on the 25-point scale*

(1) progeny groups of rams; (2) points



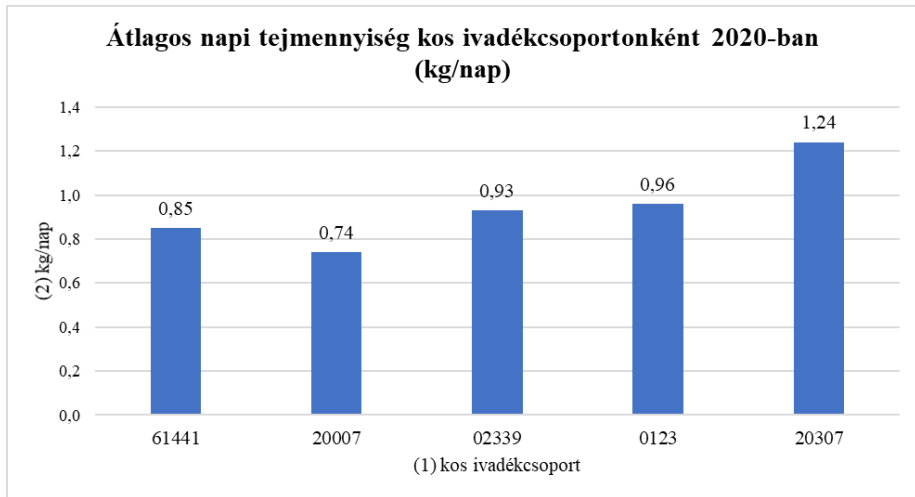


7.ábra: A tőgybimbó méretei 2020-ban ivadékcsoportonként

Figure 7: Teat parameters of progeny groups in 2020

(1) progeny groups of rams; (2) teat length; (3) teat diameter

Az eredményeket összevetve, statisztikai programban korrelációs vizsgálatot végeztünk el (2. táblázat). A pirossal kiemelt eredmények mind szignifikáns, pozitív szoros korrelációt mutatnak  $p \leq 0,01$ -es szinten ”\*\*\*”, míg 2 esetben volt korreláció  $p \leq 0,05$ -ös szinten”\*\*, ezek a laktáció hossza a tőgy felfüggesztéssel és a tőgy alakjával.



8.ábra: Laktációban az átlagos napi tejtermelés ivadékcsoportonként 2020-as évben

Figure 8: Average daily milk production during lactation of progeny groups in 2020

(1) progeny groups of rams; (2) kg/day

2.táblázat: Korrelációs együtthatók a vizsgált tögytulajdonságok között

Table 2: Correlation coefficients between the studied udder characteristics

	(1) tögy alak	(2) tögy nagyság	(3) tögy felfüggesztés	(4) tögy szabályosság	(5) tögybimbó hossz	(9) átlag napi tej	(10) laktációs tejtermelés	
(2) tögy nagyság	Pearson Correlation	0,172	1					
	Sig. (2-tailed)	0,259						
	N	45	45					
(3) tögy felfüggesztés	Pearson Correlation	0,239	<b>.703**</b>	1				
	Sig. (2-tailed)	0,114	0					
	N	45	45	45				
(4) tögy szabályosság	Pearson Correlation	0,284	<b>.628**</b>	<b>.760**</b>	1			
	Sig. (2-tailed)	0,059	0	0				
	N	45	45	45	45			
(5) tögybimbó hossz	Pearson Correlation	0,255	0,059	-0,027	0,097	1		
	Sig. (2-tailed)	0,091	0,702	0,859	0,527			
	N	45	45	45	45	45		
(6) tögybimbó átmérő	Pearson Correlation	0,23	-0,139	-0,212	-0,154	<b>.744**</b>		
	Sig. (2-tailed)	0,128	0,364	0,162	0,313	0		
	N	45	45	45	45	45		
(7) tögybimbó helyeződés	Pearson Correlation	0,025	<b>.457**</b>	<b>.431**</b>	<b>.505**</b>	0,128		
	Sig. (2-tailed)	0,872	0,002	0,003	0	0,4		
	N	45	45	45	45	45		
(8) tögybimbó alak	Pearson Correlation	.	.	.	.	.		
	Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.		
	N	45	45	45	45	45		
(9) átlag napi tej	Pearson Correlation	<b>.568**</b>	0,133	0,207	0,246	0,163	1	
	Sig. (2-tailed)	0	0,393	0,184	0,112	0,296		
	N	43	43	43	43	43	43	
(10) laktációs tejtermelés	Pearson Correlation	<b>.554**</b>	0,132	0,225	0,227	0,076	<b>.958**</b>	1
	Sig. (2-tailed)	0	0,399	0,147	0,144	0,63	0	
	N	43	43	43	43	43	43	43
(11) laktáció hossza	Pearson Correlation	<b>.374*</b>	0,236	<b>.307*</b>	0,204	-0,101	<b>.484**</b>	<b>.667**</b>
	Sig. (2-tailed)	0,013	0,127	0,045	0,189	0,52	0,001	0
	N	43	43	43	43	43	43	43

(1) udder shape; (2) udder size; (3) udder suspension; (4) udder regularity; (5) teat length; (6) teat diameter; (7) teat location; (8) teat shape; (9) average daily milk production; (10) total lactation milk yield; (11) lactation length

Az eredmények alapján elmondható, hogy a tögy alakja pozitív erős korrelációt ( $p \leq 0,01$ ) mutat az átlagos napi tejtermeléssel, ezáltal a laktációs tejmennyiséggel is,

továbbá pozitív korrelációban van a laktáció hosszával ( $p \leq 0,05$ ). Látható, hogy a tőgy nagysága korrelációban van a további tőgymorfológiai tulajdonságokkal, mint például a függesztéssel, a szabályossággal, és a tőgybimbó helyeződéssel. A tőgy felfüggesztése hatással van a szabályosságra és a tőgybimbó helyeződésére, továbbá a laktáció hosszára. A tőgybimbó elhelyeződése függ a tőgy szabályosságától is.

A laktációs adatokkal kapcsolatban szoros, pozitív korrelációt tapasztaltunk ( $p \leq 0,01$ ) három esetben: a laktációs tejtermelés függ a laktáció hosszától, valamint összefüggés van az átlagos napi tejmennyiség és a laktációs tejtermelés, valamint a laktáció hossza között.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatunkat a 2019-es és 2020-as években végeztük el egy Győr-Moson-Sopron megyei lacaune törzstenyészetben. A tőgy- és tőgybimbó morfológiai tulajdonságok aránylag jól öröklődő tulajdonságok ( $h^2=0,5-0,7$ ), így néhány generáció elteltével lényeges javulás érhető el. A tőgy morfológiai alakulásait pontoztuk 1-5-ig terjedő skálán. Legmagasabb pontszámokat minden esetben a 61441-es kos lányai kapták, kissé lemaradva követték a 20307-es fülszámú apaállat ivadécai. Hasonló vizsgálatokat 2009-ben végeztek, 10 év elteltével lényeges javulás nem volt tapasztalható, ezért kos ivadékcsoportok alapján összehasonlítást végeztünk.

Az ivadékcsoportokat az alapján választottuk ki, amelyik apaállatnak legalább 5 zárt laktációval rendelkező lánya termelt a tenyészetben. A laktációban kiugró tejmennyiséget a 20307-es kos ivadékcsoport termelt. Közel napi 1 kg-ot pedig a 0123 és 02339-es csoport.

A statisztikai eredmények alapján elmondható, hogy a tőgy morfológiai tulajdonságai és a laktációs termelési eredmények pozitív erős korrelációt, szignifikánsan ( $p \leq 0,01$ ) mutatnak több esetben is, pl. a tőgy alak és az átlagos napi tejtermelés között. Továbbá szignifikancia és pozitív korreláció figyelhető meg a laktáció hossza és a tőgy felfüggesztése között ( $p \leq 0,05$ ).

Összességében elmondható, hogy a tőgymorfológiai szempontokat és a napi tejmennyiséget figyelembe véve, a javító hatású kosokat (61441, 20307 fülszámú) a jövőben mesterséges termékenyítést alkalmazva szélesebb körben javasoljuk használni.

---

**UDDER MORPHOLOGICAL TRAITS OF LACAUNE IN A NUCLEUS FARM  
IN GYŐR-MOSON-SOPRON COUNTY, HUNGARY**

LORETTA CSILLA SZABÓ-SÁRVÁRI<sup>1</sup> – ERZSÉBET GYÖKÉR<sup>1</sup> – ATTILA  
NÉMETH – KÁROLY TEMPFLI<sup>1</sup> – PÉTER PÓTI<sup>2</sup> – FERENC PAJOR<sup>2</sup> – LÁSZLÓ  
GULYÁS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Department  
of Animal Sciences, Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> MATE (Hungarian University of Agriculture and Life Sciences), Szent István Campus,  
Gödöllő

**SUMMARY**

The milking of ewes is a potential way of improving profitability of sheep production. Milk production and udder morphological traits of the Lacaune sheep breed were analysed in a nucleus farm in Győr-Moson-Sopron county, Hungary. Relative to the maximum score of 25 points, daughters of the ram 61441 received 20 points. Based on regular milk production tests, average daily milk production of the daughters of ram 20307 was 1.24 kg. Significant ( $p \leq 0.05$ ) correlation was observed between udder scores and lactation length, furthermore, between udder suspension scores and lactation length, as well. In accordance with expectations, milk production for the whole lactation period (kg) correlated with daily milk production (kg) and lactation length (days). In comparison of recent years, production results of 2012 were the greatest, whereas 2020 showed improvement compared to 2019. Overall, selection for udder morphological traits can contribute to the improvement of milk production.

**Keywords:** lacaune, dairy sheep, udder morphological, progeny group

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

URL<sup>1</sup>: <https://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/sheep/en/>

URL<sup>2</sup>: <https://www.franceagrimer.fr/>

URL<sup>3</sup>: [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_evkozi/e\\_oma006.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_oma006.html)

URL<sup>4</sup>: [https://mjksh.hu/tenyestok/lista?field\\_breed\\_nid%5B%5D=296&field\\_has\\_aware\\_d\\_value\\_many\\_to\\_one=All&title=](https://mjksh.hu/tenyestok/lista?field_breed_nid%5B%5D=296&field_has_aware_d_value_many_to_one=All&title=)

URL<sup>5</sup>: <https://mjkszh.hu/fajta/lacaune-juh>

*Báder E. – Provai M. – Györkös I. – Báder P. (2001): A tőgy egészségügyeire irányuló szelekció lehetőségei. Holstein Magazin. IX. 1. 8-12. p.*

*Drágossy Zs. (2001): A szomatikus sejtszám és a tőgytulajdonságok összefüggései. Holstein Magazin. IX. 5. 56-57. p.*

*Gergátz E. – Gulyás L. (1999): A lacaune fajtáról. Kistermelők lapja. 6. 15. p.*

*Gulyás L. – Kovács I. (1998): A lacaune fajta szerepe Magyarország jövőbeni juhtenyésztésében. Állattenyésztés és Takarmányozás. 47. Juhtenyésztési Különszám. 177-184. p.*

*Gulyás L. (2002): A nyers tej szomatikus sejtszámát befolyásoló néhány biológiai és környezeti tényező vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Mosonmagyaróvár*

*Horn P. (1995): Állattenyésztés 1. Mezőgazda Kiadó. Budapest*

*Iváncsics J. – Kovácsné Gaál K. (1998): Tanulmányi segédlet az általános állattenyésztéshez. PATE, Mosonmagyaróvár*

*Jávor A. – Kukovics S. (2006): Jelentősebb magyarországi jufajták és genotípusok. In: Jávor A. – Kukovics S. – Molnár Gy. (szerk.): Juhtenyésztés A-tól Z-ig. Mezőgazda Kiadó, Budapest*

*Marie-Etancelin, C. – Aurel, M. – Barillet, F. – Jayqun, M. – Pailler, F. – Porte, D. – Casu, S. – Carta, A. – Deiana, S. – Tolu, S. (2003): New tools to apprise udder morphology and milkability in dairy sheep. In: Breeding programmes for improving the quality and safety of products. New traits, tools, rules and organization? (Edited by: Gabina, D. – Sanna, S.); Zaragoza. CHIEAM\_IAMZ, 71-79. p.*

*Marie-Etancelin, C. – Manfredi, E. – Aurel, M. – Pailler, F. – Arhainx, J. – Richard, E. – Lagriffoul, G. – Guillouet, P. – Bibé, B. – Barillet, F. (2005): Genetic analysis of milking ability in Lacaune dairy ewes. Gentic Selection Evolution. 38. 183-200. p.*

*Monadres, H. G. – Hayes, J. F. (1985): Genetic and phenotypic statistics of lactation cell count in different lactations of Holstein cows. J. Dairy Sci. 98, 7, 1449-1455. p.*

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Szabó-Sárvári Loretta Csilla  
Széchenyi István Egyetem,  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Állattudományi Tanszék,  
9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.  
e-mail: sarvari.loretta@sze.hu

## **AGRÁRMŰSZAKI SZEKCIÓ**





## ÁLLATTARTÁS FŰTÉSI HŐSZÜKSÉGLET MEGHATÁROZÁSA ÉPÜLETGÉPÉSZ SZEMMEL EGY SERTÉSHIZLALDA ESETÉBEN

PÁGER SZABOLCS<sup>1,2</sup>- VERES ANTAL<sup>3</sup>- GÉCZI GÁBOR<sup>3</sup>- FÖLDI LÁSZLÓ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Viega Kft. Budapest, <sup>2</sup> Műszaki Tudományi Doktori Iskola, <sup>3</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS

A sertéshús egyik alapélelmiszerünk, minőségi és gazdaságos előállításához szükséges nemcsak a megfelelő táplálás, hanem a növekedés és fejlődés szempontjából is megfelelő mikroklíma biztosítása. A kihívást elsősorban a hizlaldában töltött napok számával arányosan változó hőmérséklet és szellőzési igény jelenti. Ezért célszerű szekciókra osztható telepek kialakítása rugalmas épületgépészeti rendszerekkel. Felújítások és új tervezés esetén elsődleges szempontnak kell lennie a gazdaságosan üzemeltethető rendszernek. Ennek egyik alappillére a megújuló energiák hasznosítása és a hővisszanyerés alkalmazása. Ne becsljük le a gépészeti rendszerek jelentőségét, hiszen látható, hogy igen jelentős hatással bír a sertés megfelelő ütemű növekedésére a megfelelő mikroklíma. A sertéseknek az ideális hőmérséklet a hizlaldában töltött napok függvényében csökken, azonban a szellőzési igényük növekszik, köszönhetően a megemelkedett hőleadásuknak. Fontos szempont a megfelelő páratartalom biztosítása, a sertés számára magasabb páratartalom az ideális, magasabb páratartalom mellett kedvezőbb a hőleadása. A kutatás alapján javasolt a fűtési hőszükségletet belső hőmérséklet 20°C, légcseré 12,5 m<sup>3</sup>/h, hőleadás 120W/egyed értékekre elvégezni. A kutatás rávilágított arra, hogy egy másik fontos terület is vizsgálendő a későbbiekben, ez pedig a hűtés szerepe.

**Kulcsszavak:** sertéstelep, sertéshús, energiahatékonyság, komfort, fűtés

## BEVEZETÉS

Az egészséges táplálkozás egyik alappillére az elfogyasztott élelmiszerek minősége. Magyarországon hagyományosan a húsfogyasztás egyik legfontosabb forrása a sertéshús. Magas fehérje- és vitamintartalma miatt fontos fehérjeforrásunk. Ahhoz, hogy a megfelelő minőségű sertéshúst tudjuk előállítani, szükséges az egészséges fejlődésükhöz a megfelelő mikroklíma biztosítása. Szemben a hagyományos épületgépészettel, ahol a különböző komfortparaméterekről számos vizsgálat áll rendelkezésre, valamint lehetőség van a közérzet mérésére a különböző PMV és PPD módszerekkel is. Sertéstelepek esetében csupán az állomány megfelelő fejlődésével tudjuk ellenőrizni, hogy megfelelő-e az adott mikroklíma. Ezek a legfőbb paraméterek a hőmérséklet, a páratartalom, és a levegőben lévő károsanyagok (CO<sub>2</sub>, ammónia stb.) Az egyes sertéstelepek esetében így tehát optimalizálási kérdés, hogy a megfelelő mikroklíma álljon rendelkezésre alacsony üzemeltetési költség mellett. A vizsgálat során a rendelkezésre álló komfort paraméterek közül a belső méretezési hőmérséklet és a légszere kerültek elemzésre, figyelembe véve az adott életszakasz igényeit, valamint a sertések hőleadását is.

## CÉLKITŰZÉS

Célul tűztük ki a vizsgált komfort paraméterek hatásának összehasonlítását, a hizlalás időtartamát figyelembe véve a fűtési hőszükséglet számítás során. Saját kutatásaink alapján összehasonlító táblázatokban mutatjuk meg az eltéréseket és azok hatásait. A kutatás során szimulációs szoftver (Matlab és Winwatt) segítségével végeztük el a hőtechnikai méretezést. A hőmérsékleti adatok mérése az épületben több ponton történtek, az értékeket átlagoltuk és az átlagértékekkel végeztük el a modell validálását. Célunk, hogy az épületenergetikában használt 7/2006-os TNM rendelet alapján, az ott esetlegesen hiányzó paraméterek adaptálásával energiatudatosabb sertéstelepeket lehessen tervezni, legyen szó akár felújításról vagy új istállók építéséről.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### *Sertéshús*

A megfelelő minőségű tápanyag elengedhetetlen az emberi szervezet számára. Ennek kiváló forrása a sertéshús, hiszen a tápanyagokat megfelelő minőségben és arányban tartalmazza (Szücs, 2015). Az emberiség egyik régóta használt tápanyagforrása a hús, mely alatt az állandó testhőmérsékletű állatok izomzatát értjük. Ezen belül a sertéshús a nagy vágóállatok csoportjába tartozik. Vízből (60-75%), fehérjéből (16-22%), zsírból (2-40%), szénhidrátból (0,1-1,5%), vitaminokból (A, B) és ásványi anyagokból (1-1,5% kálium, nátrium, kalcium, vas, cink, réz) áll (Deák et al. 1980), (Kauffman, 2001).

A sertéshús világosabb piros vagy vörös árnyalatú. Állománya tömött, finom rostozatú, egyes tájakon zsírral átszótt. eltérés tapasztalható a sovány és hizott sertéshús összetételében koleszterinben akár kétszeres mennyiséget is tartalmazhat a hizott sertéshús.

Sütés vagy főzés után a nagy vágóállatok húsa közül a legvilágosabb színű. Hazánkban a legnagyobb mennyiségben fogyasztott húsféleség (Figler et al 2012).

Az egészséges táplálkozás során egyensúlyi állapotra törekszünk. A bejuttatott energia megegyezik a szükségessé (normál testsúly esetén). A tápanyagok megoszlásakor az alábbi arányok követése a célszerű: fehérje 12-15%, zsír 30%, szénhidrát 55-58%. A napi tápanyagszükséglet függ a kortól, nemtől, testtömegetől, fizikai tevékenységtől és egészségi állapottól is (Rodler, 2006).

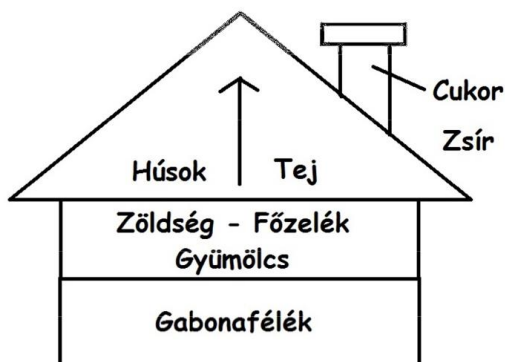
Vizuálisan jól szemléltethető formában többféleképpen jeleníthető meg a napi ételmiszerfogyasztás mennyisége, valamint az ételmiszerféleségek és azok egymáshoz viszonyított aránya. Ezek közül az alábbiak a legismertebb formák:

Piramis: a piramis alján a legnagyobb mennyiségben szükséges ételmiszerek szerepelek, jelképezve a fogyasztás alappilléreit, majd a csúcsa felé haladva a javasolt táplálékcsoport mennyisége folyamatosan csökken (The Food Guide Pyramid, 1992).

Táplálkozási szivárvány: a külső leghosszabb sáv képezi azt a halmazt, amiből a legtöbbet kell fogyasztani, a belső sávok csökkenő mennyiségben (hasonlóan a piramishoz) mutatják meg az ajánlott táplálékcsoportból fogyasztandó mennyiséget. Ezt a formátumot Kanadában használják leginkább (History of Canada's food guides from 1942 to 2007, 2019).

Okostányér: a Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége honlapján elérhető, ahol a képzeletbeli tányért 4 részre osztottak; 1. zöldségek, 2. gyümölcsök, 3. gabonafélék, 4. húsk/halak/tojás/ tej és tejtermékek (MDOSZ, 2020).

Egészséges Táplálkozás Háza (1.ábra): a ház „lakóterében” találhatóak a mindennapi fogyasztásra javasolt élelmiszerek, a kémény pedig a ritkábban fogyasztandó élelmiszerek találhatóak (Rodler, 2004).



1. ábra: Egészséges Táplálkozás Háza (forrás Figler et al 2012)

Figure 1: House of Healthy Eating (source Figler et al 2012)

Mint látható, az összes javasolt ajánlásban az alapélelmiszerek között szerepel a hús, mint napi fogyasztásra ajánlott élelmiszer.

Az összes javaslatnál megfigyelhető, hogy törekedni kell a cukor, a só a zsírok fogyasztásának csökkentésére, valamint kerülni kell az ízesített italok és az alkoholfogyasztást. Természetesen a húsk esetében is törekedni kell a sovány húsk előnyben részesítésére.

### **Mikroklíma**

A húsk élvezeti értékére nagy befolyással vannak az állattartás körülményei is. Jelen kutatás a megfelelő mikroklíma biztosításával foglalkozik. A hús előállítás költségére is jelentős hatással van a megfelelően megtervezett gépészeti rendszer. A főbb komfortparaméterekkel a későbbiekben fogunk részletesen foglalkozni.

Tankönyvi források alapján a termelőképesség mintegy 66%-a függ a környezettől. Ide tartozik az épület, a technológia és a takarmányozás is. Ezért fontos, hogy a sertések

igényéhez alkalmazkodó környezet biztosításával gazdaságosabbá tehető a termelés. Ennek fontos pillére a megfelelő mikroklíma biztosítása (Horn et al 2011).

A sertéstelepek mikroklímájának biztosításakor az alábbi paraméterek a legfontosabbak: hőmérséklet, levegő nedvességtartalma, légáramlás sebessége, levegő összetétele, megvilágítás, zajterhelés. Ezek a paraméterek az 1. táblázat-ban kerültek összefoglalásra (Balogh 2013; Gács 2005).

1. táblázat: A sertéstartás ajánlott mikroklíma paraméterei (Forrás Gács P. 2005)

Table 1: Recommended microclimate parameters for pig farming (source Gács P. 2005)

Típus (1)	Hőmérséklet °C (2)	Rel. Páratartalom % (3)	Légsebesség m/s (4)	CO <sub>2</sub> ppm (5)
Kanszállás	10-15	60-85	0,15-0,20	200-2500
Kocaszállás	12-15	60-85	0,15-0,20	200-2500
Vemhesítő	18-20	60-75	0,25-0,30	200-2500
<b>Fiaztató</b>				
Kocák részére	15-16	60-70	0,10-0,25	2000<
Malacfészek újszülött malacok részére	33-35	60-70	0,05-0,10	2000<
2-4 kg-os	26-28	60-70		2000<
4-8 kg-os	24-26	60-70	0,10-0,15	2000<
8-10kg-os	22-24	60-70		2000<
<b>Hizlaló</b>				
Előhizlaló 30-40 kg-ig	18-22	60-70	0,10-0,20	2000-2500
Utóhizlaló 40-110kg-ig	16-18	60-70	0,15-0,20	2000-3000

(1) type, (2) Temperature °C, (3) Relative humidity %, (4)air velocity m/s, (5) CO<sub>2</sub> ppm

Mindezek a tényezők hatással vannak a megfelelő takarmány értékesülésre, testsúly gyarapodásra, és természetesen a végtermék minőségére is. Az épületgépészeti szempontokat figyelembe véve a tervezési fázis során (legyen szó felújításról vagy új építésről) az épületfizikai jellemzőkre, a hőmérsékletre, a levegő nedvességtartalmára, a légsebességre és a levegő összetételére van a legnagyobb ráhatásunk.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *Lakóépületek és sertéstelepek komfortparaméterek összehasonlítása*

Humán felhasználás esetén rendelkezésre állnak az optimális komfortparaméterek értékei. Az ember épített környezetben tapasztalt jó közérzete (komfortérzete) számos, adott, külső befolyásoló tényező függvénye. Az ember kifejezetten érzékeny hőmérséklet aszimmetriára, huzathatásra. A hőkomfortot az alábbi fő befolyásoló tényezők határozzák meg: a beltéri levegő hőmérséklete és a sugárzás hőmérséklete, a légsebesség, a beltéri levegő relatív páratartalma és a szagok jelenléte. A hőérzet függ még az egyéntől, aktivitásától és ruházatától is. Az ISO 7730 nemzetközi szabvány a PMV/PPD mérés (Predicted Mean Vote/Predicted Percentage Dissatisfied) összes paraméterét tartalmazza. A PMV egy index, mely egy nagy embercsoport klímára vonatkozó megítéléseinek átlagértékét prognosztizálja. A PPD index az egy bizonyos környezeti klímával elégedetlen személyek számának mennyiségi prognózisát adja. Számos tanulmány és módszer létezik az emberi közérzet mérésére. Ezek jellemzően komfort értékelésével, kérdőíves módszerrel kerültek meghatározásra. Erre sertések esetében nincs lehetőségünk, ezért az állomány folyamatos monitorozásával figyelhetőek meg az adott mikroklíma pozitív vagy negatív hatásai. A következőkben a különböző mikroklíma paraméterek szokásos értékei kerülnek bemutatásra táblázatos formában. Ami a nehézséget jelenti, hogy sertések esetében jelentős eltéréseket tapasztalhatunk az optimális értékek között. A kutatás tárgyát a hizlalókban elhelyezett sertések tartásának ideális komfortparaméterei képezik. A 2. táblázat tartalmazza a hizlaló és a lakóépület ideális komfort paramétereit.

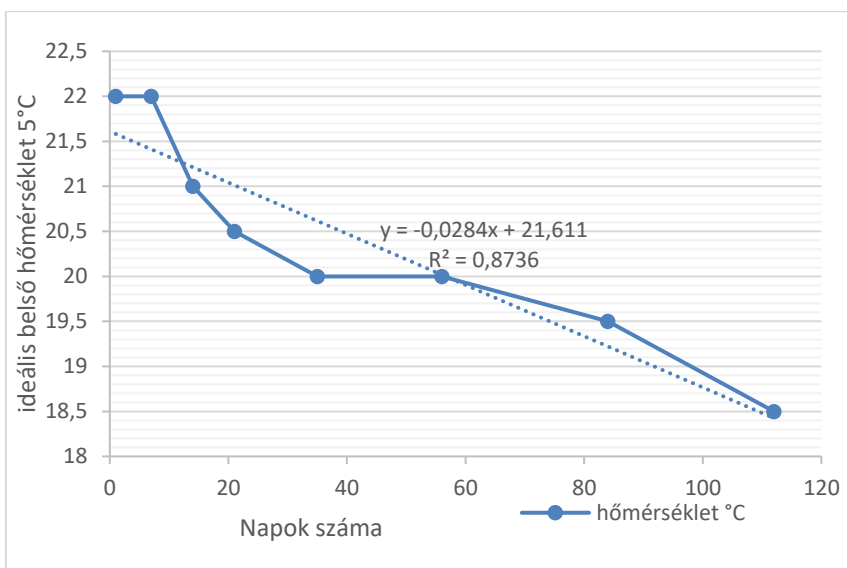
2. táblázat Sertéshizlaló- és lakóépület ajánlott mikroklíma paraméterei  
 Table 2 Recommended microclimate parameters for fattening and residential building

Típus (1)	Hőmérséklet °C (2)	Rel. Páratartalom % (3)	Légsebesség m/s (4)	Co2 ppm (5)
<b>Hizlaló</b>				
Előhizlaló 30-40 kg-ig	18-22	60-70	0,10-0,20	2000-2500
Utóhizlaló 40-110kg-ig	16-18	60-70	0,15-0,20	2000-3000

Lakóépület	Hőmérséklet °C	Rel. Páratartalom %	Légsebesség m/s	Co2 ppm
Lakóépület, huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségek	20-25	40-60	0,2<	1000<

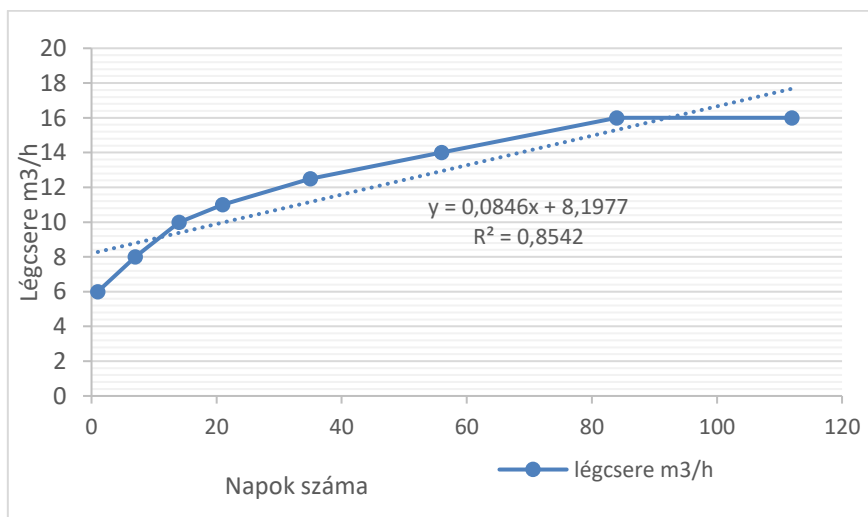
(1) type, (2) Temperature °C, (3) Relative humidity %, (4) air velocity m/s, (5) CO<sub>2</sub> ppm

Az előhizlalóba telepített sertések igénylik a magasabb hőmérsékletet (22°C), majd ahogy érik el a vágási súlyt, úgy csökken a hőmérséklet igényük (16-18°C). Megfigyelhető, hogy a hőmérséklet, légcseré és hőleadás tapasztalati értékei lineáris regresszióval az alábbi ábrákon lévő egyenesekhez illeszthetőek. Mivel ezek tapasztalati értékek, a komfortparaméterek tervezéshez kellő pontosságot adnak (2. ábra, 3. ábra, 4. ábra).



2. ábra: hizlalda ideális belső hőmérséklete a napok függvényében (saját megfigyelés és szerkesztés)

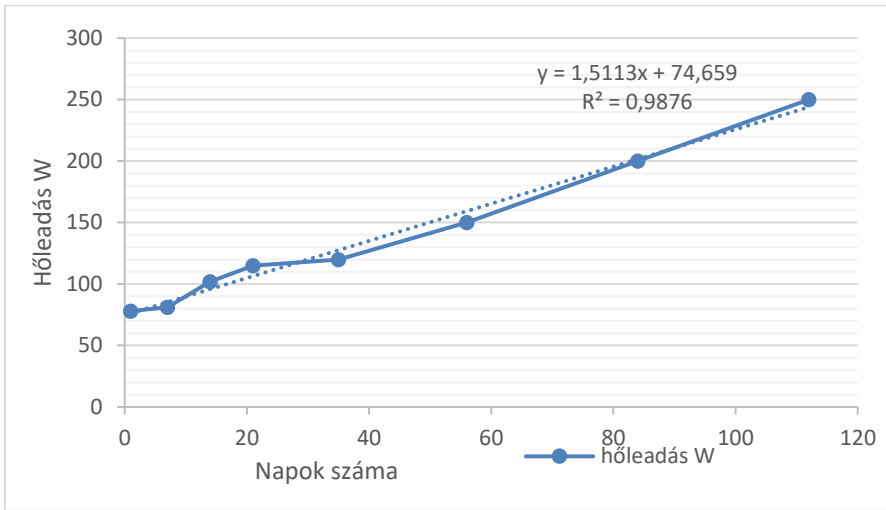
Figure 2: Ideal indoor temperature of fattening as a function of days (own observation and editing)



3. ábra: hizlalda optimális légcseréje a napok függvényében (saját megfigyelés és szerkesztés)

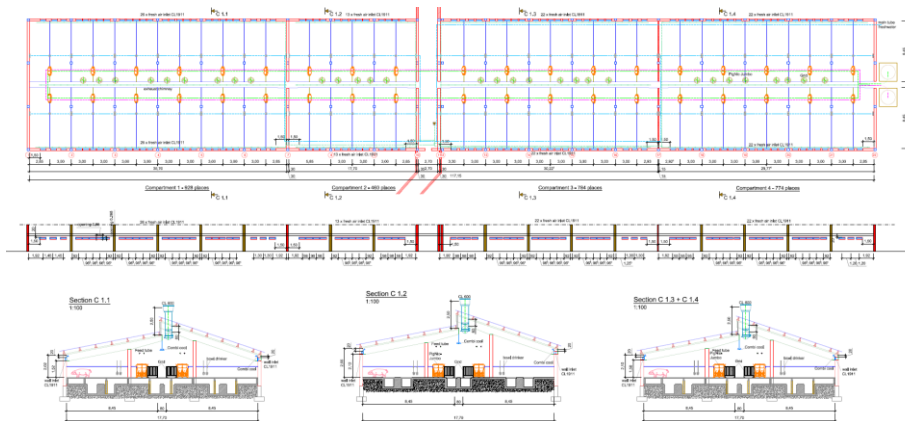
Figure 3: Optimal air exchange of fattening as a function of days (own observation and editing)





4. ábra: Hízók hőleadása a napok függvényében (saját megfigyelés és szerkesztés)  
 Figure 4: Heat dissipation of fatteners as a function of days (own observation and editing)

A vizsgált sertésistálló (5. ábra) 4 szekcióból áll, 928, 460, 784 és 774 db sertéssel került megtervezésre. 117,5m x 17,7m alapterületen helyezkedik el.



5. ábra: A vizsgált sertésistálló alaprajza  
 Figure 5: Floor plan of the examined pig house

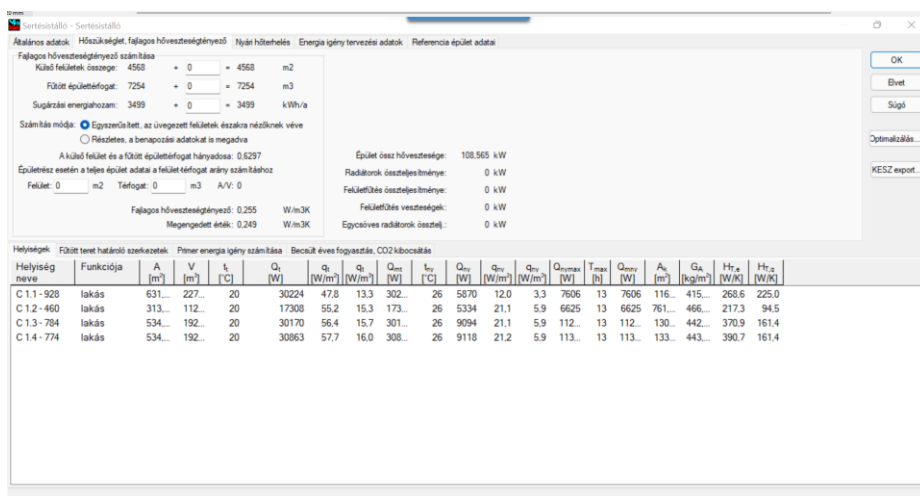
A hőtechnikai szimulációt és méretezést WinWatt szoftverrel végeztük. Az épület jellemző anyagait és „használati szokásait” figyelembe véve. Lakóépületként, mint egy

társasház, illetve a sertésistállóként történő használatot a sertésállomány növekedését figyelembe véve, az adott időszakra jellemző értékekkel végeztük el a szimulációt.

## **EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK**

A szokásos épületgépészetben és energetikában alkalmazott számítási eljárások sertésstelepek esetében is használhatóak. Figyelembe kell venni, a speciális szempontokat, ami eltérő a hagyományos épületgépészeti rendszerekhez képest. Ezek a főbb eltérések: a hizlaldában töltött napok számával egyenesen arányosan növekvő hőleadás és légcserre igény, valamint a fordítottan arányos léghőmérséklet. Az optimális gépészeti rendszernek rugalmasan kell alkalmazkodnia az állomány növekedésével. Így biztosítva a megfelelő mikroklímát: hőmérsékletet, páratartalmat, károsanyag szintet és légsebességet. Ennek egyik legfontosabb eleme a szellőzési rendszer. Itt mutat a legnagyobb eltérést egy lakás célú épület és egy sertéshizlalda. Energetikai szempontból a hővisszanyerős szellőzés és a szabadhűtés alkalmazása kívánatos. Az épületgépészeti rendszerek megfelelő tervezéséhez szükséges a fűtési, hűtési és légcserre adatok megfelelő becslése. Ehhez készítettünk egy számítógépes szimulációs modellt, mellyel elvégezhető az épület hőtechnikai méretezése a külső és belső paraméterek alapján, figyelembe véve a benne lévő állomány növekedését is.

A fűtési hőigény meghatározásához és szimulációjához WinWatt szoftvert alkalmaztuk. A lakóépület és a sertésistálló összehasonlíthatóságához az alábbi módszert alkalmaztuk: 1. hőveszteség számítás az adott alaprajzú és ismert falszerkezetű létesítményre, amennyiben a funkciója lakóépület lenne. Belső hőmérséklet 20°C, légcsereszám 0,7 l/h, lakószám 120 fővel számolva. Az 6. ábrán olvashatóak le a szimuláció eredményei.



6. ábra: Számítógépes szimuláció eredmények

Figure 6: Computer simulation results

Ezt követően a valós funkció szerint az adott fejlődési szakaszt figyelembe véve a tervezett maximális sertés létszámmal végeztük el a számítást minden egyes szakaszra. Az első méretezési állapot beállításai az 7. ábrán láthatóak, ahol belső hőmérséklet 22°C, légcserre 3m<sup>3</sup>/h sertésenként. Ez az állapot az 1. napnak felel meg. Hőleadás sertésenként 78W.

Helyiségek - C 1.1 - 928 (Istálló)

Általános adatok Téli hőszükséglet Nyári hőterhelés Radiátorok Felületfűtés-hűtés

Méretezési belső hőmérséklet: 22 °C  
 Méretezési külső hőmérséklet: [külső] °C  
 Időállandótól függő tényező: 1

Transzmissziós hővesztés: 18295 W  
 Napsugárzási hőnyereség W  
 Belső hőforrások teljes itménye: 6000 W

Filtrációs hővesztés: 35023 W  
**Hővesztés összesen: 47318 W**

Filtráció  
 Fejadag alapján 928 fő\* 3 m<sup>3</sup>/fő  
 Belépő levegő hőmérséklet [külső] °C  
 További infiltráció Infiltrációs légcsereszám: 0,3 1/h

Határoló szerkezetek Radiátor választék Felületfűtés-hűtés választék

Szerkezet megnevezés	típus	db	x [m]	y [m]	A [m <sup>2</sup> ]	-A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>sz</sub> [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU <sub>ib</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U+ΔU <sub>ib</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/
Külső fal C1.1	külső fal	1	3...	2...	72,1...	6,29...	65,8	0,533	-	0,533	
Ablak	ablak (küls...	26	0...	0...	6,29...	0	6,3	1,2	-	1,2	
Külső fal C1.1	külső fal	1	1...	2...	35,7...	0	35,8	0,533	-	0,533	
Külső fal C1.1	külső fal	1	3...	2...	72,1...	6,29...	65,8	0,533	-	0,533	
Ablak	ablak (küls...	26	0...	0...	6,29...	0	6,3	1,2	-	1,2	
Padló	padló (talaj...	1	8...	-	631,9	0	631,9	0,356	-	0,356	
Ferdetető	tető	1	3...	10	357	0	357,0	0,46	-	0,46	
Belső fal	belső fal (f...	1	1...	2...	35,7...	2	33,8	0,51	-	0,51	

Szerkezetek...  
 Módosít...  
 Felfelé  
 Lefelé  
 Másol  
 Átnevez  
 Töröl

7. ábra: Egynapos sertésekre vonatkozó méretezési paraméterek

Figure 7: Sizing parameters for day - old pigs

A méretezést a különböző fejlődési szakaszok esetében lépésről lépésre elvégeztük, az alábbi peremfeltételek mellett ezt a 3. táblázatban összefoglalásként szerepeltettük.

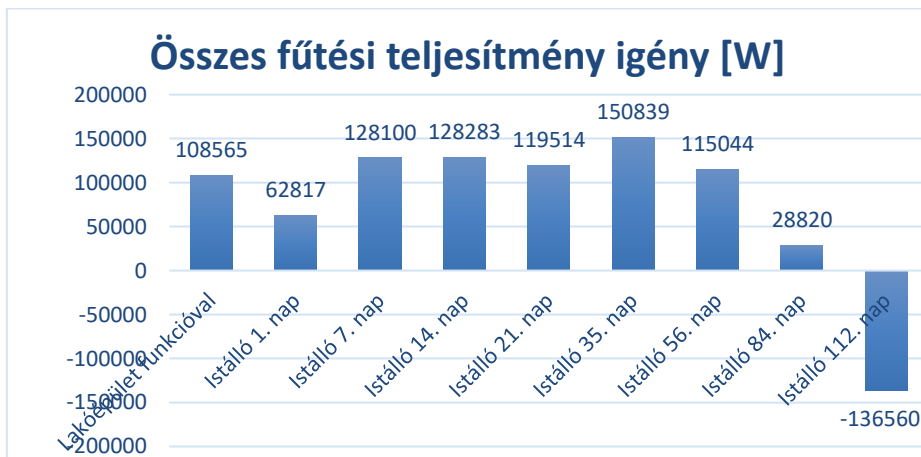
3. táblázat: Napok száma és jellemző paraméterek

Table 3: Number of days and typical parameters

nap (1)	hőmérséklet °C (2)	légcseres m <sup>3</sup> /h (3)	hőleadás W (4)
1	22	6	78
7	22	8	81
14	21	10	102
21	20,5	11	115
35	20	12,5	120
56	20	14	150
84	19,5	16	200
112	18,5	16	250

(1) days, (2) temperature °C, (3) airchange rate m<sup>3</sup>/h, (4) heat dissipation W

Az adatokat összegezve a 4. táblázatban az alábbi értékeket kapjuk. Vizuálisan megjelenítve a 8. ábrán lakóépület és a napok előrehaladtával a sertésistálló hőszükséglete.



8. ábra: Fűtési hőszükséglet lakóépület és sertéshizlalda

Figure 8: Heat demand in residential building and fattening

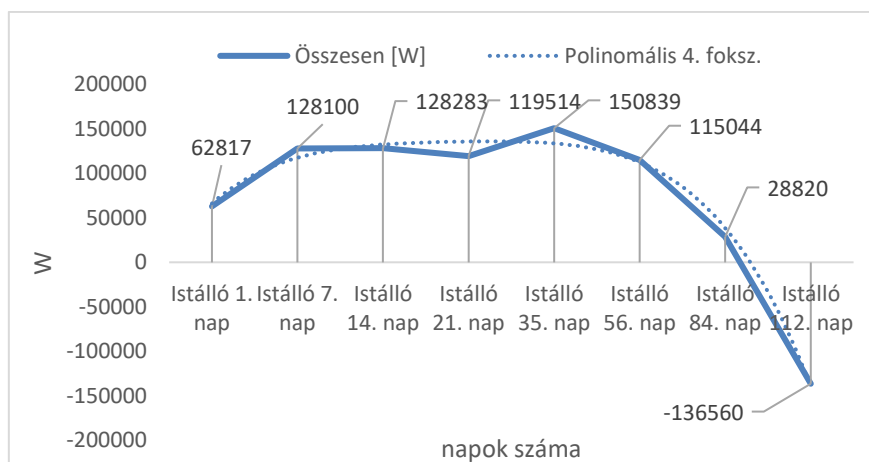
## 4. táblázat: Fűtési hőszükséglet összegzése

Table 4: Summary of heating demand

Funkció (1)	Összesen W (2)	C 1.1 W (3)	C 1.2 W (4)	C 1.3 W (5)	C 1.4 W (6)
Lakóépület funkcióval	108565	30224	17308	30170	30863
Istálló 1. nap	62817	15956	10484	17826	18551
Istálló 7. nap	128100	36521	20677	35200	35702
Istálló 14. nap	128283	36715	20660	35208	35700
Istálló 21. nap	119514	34019	19267	32856	33372
Istálló 35. nap	150839	43955	24138	41170	41576
Istálló 56. nap	115044	32680	18549	31644	32171
Istálló 84. nap	28820	5584	5062	8679	9495
Istálló 112. nap	-136560	-46376	-20806	-35373	-34005

(1) Funktion, (2)Summa W, (3) C 1.1W, (4) C 1.2W, (5) C 1.3W, (6) C 1.4W

A kapott értékeket kielemezve nagyon jó közelítést ad a 9. ábrán látható 4. fokszámú polinomális egyenlet:



9. ábra: Fűtési hőszükséglet alakulása sertéshizlalda

Figure 9: Development of heat demand in fattening

$$y = -807,73x^4 + 12265x^3 - 71642x^2 + 192501x - 66049$$

$$R^2 = 0,9869$$

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A tervezési nehézség jól látható a kapott adatokból. A fűtési hőszükséglet meghatározásakor a méretezést a lehetséges legnagyobb igényre kell elvégezni, mely az adatok alapján a 35. napra esik. Javasolt méretezési adatok: belső hőmérséklet 20°C, légcserre 12,5 m<sup>3</sup>/h, hőleadás 120W/egyed.

### **DETERMINING THE HEATING HEAT DEMAND OF LIVESTOCK THROUGH THE EYES OF A BUILDING ENGINEER IN THE CASE OF A FATTENING**

SZABOLCS PÁGER<sup>1,2</sup>- ANTAL VERES<sup>3</sup>- GÁBOR GÉCZI<sup>3</sup>- LÁSZLÓ FÖLDI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Viega Ltd. Budapest, <sup>2</sup> Doctoral Schools of Mechanical Engineering, <sup>3</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

## **SUMMARY**

One of our staple foods, the quality and economical production of pork, requires not only proper nutrition, but also the provision of a proper microclimate for growth and development. The challenge is mainly the temperature and ventilation needs, which vary in proportion to the number of days spent in fattening. Therefore, it is expedient to create sectionable colonies with flexible Heating Ventilating and Airconditioning systems. In the case of renovations and new design, the economically operable system must be a primary consideration. One of the cornerstones of this is the utilization of renewable energies and the use of heat recovery. Let us not underestimate the importance of mechanical systems, as it can be seen that the right microclimate has a very significant effect on the proper growth of pigs. As a result of the number of days spent in the fattening building, the demand for temperature decreases, but the demand for ventilation increases due to the increased heat dissipation. An important aspect is to ensure adequate humidity, which due to the different sweat glands of pigs - and humans - higher humidity is ideal, in addition to higher humidity, heat dissipation is more favorable. Based on the research, it is recommended to perform the heating heat demand for internal temperature 20 ° C, air exchange 12.5 m<sup>3</sup> / h, heat dissipation 120W / pc.

The research highlighted that another important area to be explored in the future is the role of cooling.

**Keywords:** pig farm, pork, energy efficiency, comfort, heating

## IRODALOM

*Balogh P.* (szerk.) (2013): Versenyképes sertéshízalás, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest ISBN 9786155224430

*Deák T., Farkas J., Incze K.* (1980): Konzerv-, hús és hűtőipari mikrobiológia, Budapest, Mezőgazda kiadó, 53.

*Figler et al.* (2012): Képzési és Tanácsadási Kézikönyv - A táplálkozástudomány alapjai, ISBN 978-963-642-651-4 79-81

*GÁCS P.* (2005): A sertés hizlalásáról, Agro Napló, Budapest 2005. 9. 3. 89-91.p.

*Horn et al* (2011): Sertéstenyésztés, Kaposvári Egyetem –Nyugat-Magyarországi – Pannon Egyetem

*Kauffman, R. G.* (2001): Meat composition. In Y. H. Hui, W. K. Nip, R. W. Rogers, & O. A. Young (Eds.), Meat Science and Applications (1 19). New York: Marcel Dekker, Inc.

*Rodler I.* (szerk.) (2004): Táplálkozási ajánlások a magyarországi felnőtt lakosság számára felnőtt lakosság számára, Országos Egészségfejlesztési Intézet, Budapest, ISBN 963 86672 0 6

*Rodler, I.* (szerk.) (2006): Tápanyagtáblázat, Medicina könyvkiadó, Budapest

*Szücs P.* (2015): Élelmiszerek mikrobiológiai stabilitásának növelése kémleletes hőkezeléssel (Sous-vide technológia), Doktori (PhD) Értekezés, Mosonmagyaróvár, 12-21.

### Internetes hivatkozások

The Food Guide Pyramid - United States Center for Home and Department of Nutrition Policy Garden Bulletin Agriculture and Promotion Number 25 (1992) [https://fns-prod.azureedge.net/sites/default/files/archived\\_projects/FGPPamphlet.pdf](https://fns-prod.azureedge.net/sites/default/files/archived_projects/FGPPamphlet.pdf)

History of Canada's food guides from 1942 to 2007 (2019) Health Canada, Ottawa, Canada ISBN: 978-0-660-28029-5 1-19

MDOSZ (2020) Új táplálkozási ajánlások, okos tányér, Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége, 2020 <https://mdosz.hu/uj-taplalkozasi-ajanlasok-okos-tanyer/>



7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról  
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600007.tnm>

*A szerzők levélcíme – Adress of the authors:*

Páger Szabolcs,  
Viega Kft. Budapest 1030, Lövőház u. 30.;  
szabolcs.pager@gmail.com ,

Dr. Veres Antal,  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő 2100, Páter Károly utca 1.,  
veres.antal@uni-mate.hu ,

Dr. Géczy Gábor  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi  
Egyetem, Gödöllő 2100, Páter Károly utca 1.;  
geczy.gabor@uni-mate.hu,

Dr. Földi László  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi  
Egyetem, Gödöllő 2100, Páter Károly utca 1.;  
foldi.laszlo@uni-mate.hu



## KATONAI TÁBOR ÉLELMISZERTÁROLÓJÁNAK BELSŐ LEVEGŐMINŐSÉG VIZSGÁLATA

PATONAI ZOLTÁN<sup>1,3</sup>- GÉCZI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,  
Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Környezetanalitika és Környezettechnológia Tanszék, Gödöllő

<sup>3</sup>Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal, Infrastrukturális Igazgatóság,  
Üzemeltetésfelügyeleti osztály

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatási munkánk feladata a katonai táborok pihenőkörleteiben található CO<sub>2</sub> koncentráció felmérése és felmérni hatását a katonákra. A katonai tábor pihenőkörletei mellett, számbavéve a tábor főbb létesítményeit, érkezünk a tábori konyhai komplexumhoz és a konyhai személyzet munkakörnyezetébe. Célunk, hogy megvizsgáljuk a tábori frissárú (zöldség-gyümölcs) raktárak belső levegőminőség CO<sub>2</sub> koncentrációjában bekövetkező változásokat. A gyümölcsök respirációja okozta CO<sub>2</sub> koncentráció növekedés hasonló, mint az emberek légzése következtében történő változás. Ugyanakkor az emberek által használt komfortterekben kialakuló veszélyes koncentráció a tárolótérben előnyös is lehet. A méretezés szempontjából alkalmazott egyenletek ezen a téren is használhatók, amennyiben ismerjük vagy kísérletekkel meghatározzuk az adott zöldség/gyümölcs respirációs rátáját.

**Kulcsszavak:** Katonai tábor, gyümölcs, széndioxid, ÉLM.raktár

## BEVEZETÉS

Kutatási munkánk egyik legfontosabb feladata, hogy ideiglenesen kialakított katonai táborok pihenőhelyeinek, kiszolgáló létesítményeinek belső levegőminőségét diagnosztizáljuk, a felhasználókra és az elhelyezett élelmiszerekre gyakorolt hatásokat felmérjük. Mind a személyzet, mint a tárolt élelmiszerek esetében meghatározó a légzés és/vagy respiráció következtében változó széndioxid ( $\text{CO}_2$ ) koncentráció. Vizsgálataink kiterjednek az ideiglenes létesítményekben kialakult légállapotot befolyásoló belső források és a környezeti hatások kapcsolatára, elemzésére.

Magyarországnak NATO tagállamként nagyobb szerepet kell vállalni a békeműveletekben, ahol a csapatokat ideiglenes létesítményekben - katonai táborokban - szállásolják el. Az elmúlt 20 év tapasztalatai alapján újra kell gondolni a katonai táborok koncepcióját. Az ideiglenesen kialakított katonai táborok – például határmenti bázisok – pihenőhelyei mellett, egyre nagyobb figyelmet kap a konyha komplexumhoz tartozó élelmiszertárolók kialakítása. Méretét, a tárolt mennyiségeket meghatározza a kitelepülés tervezett időtartama, az adott helyen lévő élelmiszer utánpótlás megbízhatósága, de ezek mellett magában a tárolóban kialakuló légállapot (hőmérséklet, páratartalom, oxigén-, széndioxid-, etilén-koncentráció stb.)

Célunk, hogy megvizsgáljunk és modellezzünk egy tábori zöldség-gyümölcs raktár  $\text{CO}_2$  koncentrációjában bekövetkezett változásokat, amelyek kulcsfontosságúak az élelmiszer minőségének megőrzésében, ezzel összefüggésben az élelmiszerellátásban.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A pihenő körletek kialakítása során egyértelműen meghatározó az ideiglenes létesítmények esetén is a beltéri levegőminőségre (BLM) történő méretezés. A BLM, a levegő bármely, nem csak termikus tulajdonságára utal egy komforttérben, amely befolyásolja az ember jólétét. A BLM minőségét befolyásoló szennyező anyagok közé tartoznak a gázok és gőzök ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ , radon), szagok (szerves anyag, emberi, állati és növényi szagok) és aeroszolok (por, levegőben található szilárd anyagok, pollen stb.). (*Bánhidai és Kajtár*, 2000; *Herczeg és tsai*, 2000)

*Max von Pettenkofer* a 19. század közepén a komfortterek levegőjét tanulmányozta, amely szerint a beltéri levegő minőségét  $\text{CO}_2$  tartalma alapján osztályozta. Megmutatta,

hogy a belső terek (lakások, iskolák, előadótermek) levegőminősége eltér a külső levegőtől, amely szerint a külső levegőben a szén-dioxid koncentrációja 0,03-0,04 térfogatszázalék (300-400 ppm), a lakásokban 0,09 t<sup>o</sup>%, míg az előadótermekben lényegesen magasabb értékeket mutatott. Ennek megfelelően megállapította, hogy a levegőben lévő legfeljebb 0,1% (1000 ppm) CO<sub>2</sub> volt a "jó levegő" kritériuma (*Pettenkofer*, 1858). Ezt az értéket a szakma Pettenkofer-számnak nevezte és a lakóterek levegőminőségének kritériumaként használja. *Herczeg* (2008) laboratóriumi vizsgálatának eredményeként számszerűsítette a szén-dioxid koncentráció hatását az emberi közérzetre. Megfigyelte, hogy miután 2x70 percig 3000 ppm szén-dioxid-koncentráció felett tartózkodtak az egészséges fiatalok, közérzetük gyorsan romlott.

De nem csak az emberi légzés befolyásolja nagymértékben a terek levegő állapotát. A gyümölcsök tárolása során a fajtától függően számítanunk kell az utóérési és respirációs folyamatok okozta oxigén csökkenésre, széndioxid és etilén növekedésre. A betakarítást követően a sejtek működése tovább folyik, az anyagcsere termékek (CO<sub>2</sub>, vízgőz, illó savak, aromakomponensek stb.) kijutnak a légtérbe, ezáltal a zárt légtér összetétele megváltozik, ez a változás pedig visszahat a metabolizmusra. Mivel a légzés során CO<sub>2</sub> képződik, ha a légtérben magas a CO<sub>2</sub> parciális nyomása (koncentrációja), az egyensúlyi folyamat eltolódik, vagyis csökken a légzés intenzitása, amely akár a termék hosszabb tárolását teszi lehetővé. Az oxigénszint csökkenése a CO<sub>2</sub> koncentráció növeléséhez hasonló módon befolyásolja a légzési folyamatok egyensúlyát: csökkenti a légzés intenzitását. Azonban az oxigénkoncentráció csökkentése nem választható el a CO<sub>2</sub> koncentráció emelésétől. A normál légtérhez (~21% O<sub>2</sub>) képest az oxigénszint felére csökkentésével mintegy 10 %-os légzésintenzitás csökkenés érhető el. A túl alacsony oxigénkoncentráció már káros, lassulnak a metabolikus folyamatok, a terminális oxidáció megáll, ezáltal anaerob folyamatok indulnak meg: alkoholos vagy tejsavas erjedés. A tárolás során folyamatosan keletkező etilén is káros hatású, mivel fokozza a légzésintenzitást, ezáltal növeli a tárolási veszteségeket, ezért célszerű a légtérből eltávolítani vagy a termelődést blokkolni. (*Dióspatonyi*, n.a.; *Ghabour et al*, 2021)

Hasonlóan az komfortterekben élő emberek okozta változások és az emberekre gyakorolt hatások vizsgálatához a gyümölcs tárolás során is számos tapasztalati érték áll rendelkezésünkre. *Fagundes és társai* (2011) megállapították, hogy frissen vágott alma 7°C-on történő tárolása során 25-30 mLCO<sub>2</sub>/kg\*h légzésintenzitással számolhatunk. Kísérleteik alapján ezen a hőmérsékleten az O<sub>2</sub> szint 21% ról 10% alá csökken és a CO<sub>2</sub>

koncentráció 0,05%-ról eléri a 10%-t. *Kádas és Frenyó* már 1984-ben megállapították, hogy 20°C-on történő tárolás során citromok légzésük 14 mgCO<sub>2</sub>/kg/h termel.

*Bhande és társai* (2008) banánra mutatták ki, hogy 10°C-os tárolás során ~15 ml kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>, de ez az érték 30°C-on meghaladja a 40 ml kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> respirációs intenzitást. A szakirodalomban található respirációs értékeket az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: a szakirodalomban található gyümölcs respiráció, CO<sub>2</sub> kibocsátás összehasonlításáról

Table 1: Comparing fruit respiration, CO2 emissions according to the references

Fsz	Gyümölcs (1)	Respirációs intenzitás (2) [ml*kg <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup> ]	Tárolási hőmérséklet (3) [°C]	Szakirodalom (4)	
1	Cseresznye	10	5	<i>Crisosto et al., 1993</i>	
		15	10		
		20	15		
		25	20		
2	Banán	9	5	<i>Bhande et al., 2008</i>	
		15	10		
		21	15		
		27	20		
3	Alma ( <i>frissen vágott</i> )	25	5	<i>Fagundes et al., 2011</i>	
4	Citrusok	Citrom	7	20	<i>Kádas-Frenyó, 1984</i>
5		Narancs	8		
6		Mandarin	13		
7		Grape Friut	10		

(1) fruit variety, (2) respiration value, (3) storage temperature, (4) references

A gyümölcsök hosszútávú (hónapokra nyúló) tárolásának technológiai megoldása a szabályozott légterű (SZL) tárolók alkalmazása. Ezt kétféleképpen is elérhető napjainkban. Az egyik módszer, hogy a tárolóban a környezeti feltételeket úgy alakítják ki, hogy a gyümölcsök utóérési folyamata a lehető leglassúbb legyen, de ne álljon le teljesen. Ehhez korszerű műszaki és informatikai eszközrendszert használ, amivel folyamatosan ellenőrzi és szabályozza a tároló légterének paramétereit, ezáltal a gyümölcsökben zajló folyamatokat is. Ez az ún. dinamikusan szabályozott légterű tárolás

(Dynamic Controlled Atmosphere (DCA) storage). A másik módszer az, hogy a gyümölcs tárolóba történő betárolás után a tároló légterét olyan kémiai anyaggal (például 1-metil-ciklopropén, 1-MCP) árasztják el, ami leállítja a gyümölcsökben az etilén képződését, így az utóérést is. Mindkét esetben tökéletesen záródó, minimális filtrációval rendelkező tárolók alkalmazására van szükség. Az ideiglenes létesítmények – tároló konténerek – esetén azonban számolni kell a filtráció okozta hatásokkal, amelyek általában csökkentik a gyümölcsök éréséből és légzéséből légterbe kerülő anyagok koncentrációját és nem vezetnek drasztikus oxigén szint csökkenéshez.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásainkat valós körülmények vizsgálatával Magyarország déli határszakaszán kialakított határbázison végeztük, ahol mind a lakó mind a tároló konténerek 20' kialakításúak (2m x 6m x 2,5 m), ún. Mobilbox rendszerű (1. ábra).

Modellezett légteret a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Épületgépészet és Környezettechnika laboratórium területén kihelyezett szabályozható légterű 10'-es konténerben alakítottunk ki (2. ábra).



1. ábra: Katonai tábori létesítmény az ország déli határán

Figure 1: Military camp facility on the southern border.



2. ábra: Katonai tábor modell az egyetemi laboratóriumban

Figure 2: Military camp model in the university laboratory

A határbázis élelmiszertárolójában 4-10 napra tervezett zöldségek és gyümölcsök tárolása történt, folyamatosan ellenőriztük a tároló légtérének hőmérsékletét, páratartalmát, valamint CO<sub>2</sub> koncentrációját a folyamatos üzemvitel mellett. A laboratórium területén felállított konténerben Idared (*Malus domestica*) almával végeztünk vizsgálatokat (3. ábra), hogy adatokat kapjunk a légtér CO<sub>2</sub> koncentrációjának a változásáról, mellőzve a tároló ajtajának kinyitását. A későbbiek során széndioxid terhelését élelmiszeripari tisztaságú széndioxid bevezetésével értük el, irodalmi adatok alapján modellezve különböző mennyiségű alma respirációját.



3. ábra: Idared alma a laboratóriumi konténer tárolóban

Figure 3: Idared apples in a container storage of the laboratory

A laboratóriumi mérések során a hőmérséklet, páratartalom, széndioxid koncentráció, továbbá a kültéri körülményeket reprezentáló napsugárzás intenzitás, szél erősség, szélirány és légköri nyomásértékek meghatározásához és a mért értékek tárolásához ALMEMO 2590 típusú mérő és tároló egységet és a hozzá csatlakoztatott érzékelőket alkalmaztuk (Ahlborn, Illmenau, Germany). A határmenti bázison történt méréskor EBI300 hőmérsékletmérő és adattárolót és THP 400 külső kapacitív páratartalom-érzékelőt (Ebro, Ingolstadt, Germany), valamint PYLE PC02MT05 (Brooklyn N.Y., USA) és Wohler CDL 210 (Bad Wünnenberg, Germany) széndioxid érzékelő és adattárolókat használtunk.



A vizsgálatokat 24 órás egységekben ötszörös ismétléssel végeztük el. A mért adatok napi bontásban Gödöllőn a Környezettudományi Intézet, Környezettudományi Csoportjának irodájában folyamatosan mindenki számára elérhető. A CO<sub>2</sub>-koncentráció várható értékének számítással történő ellenőrzése *Herczeg és társai* (2000) által bemutatott matematikai modellt használtuk, amely szimulálja a különböző mérések szennyező forrásaival a belső légtérben kialakuló koncentrációt.

$$k_b = k_k + \frac{\dot{K}}{V_{sz}} \cdot (1 - e^{-n\tau})$$

(eq.1.)

ahol:

$V_{sz}$  – szellőztető levegő térfogatárama,

$\dot{K}$  - szennyező pontforrás,

$k_b$  – A belső levegő koncentráció mértéke,

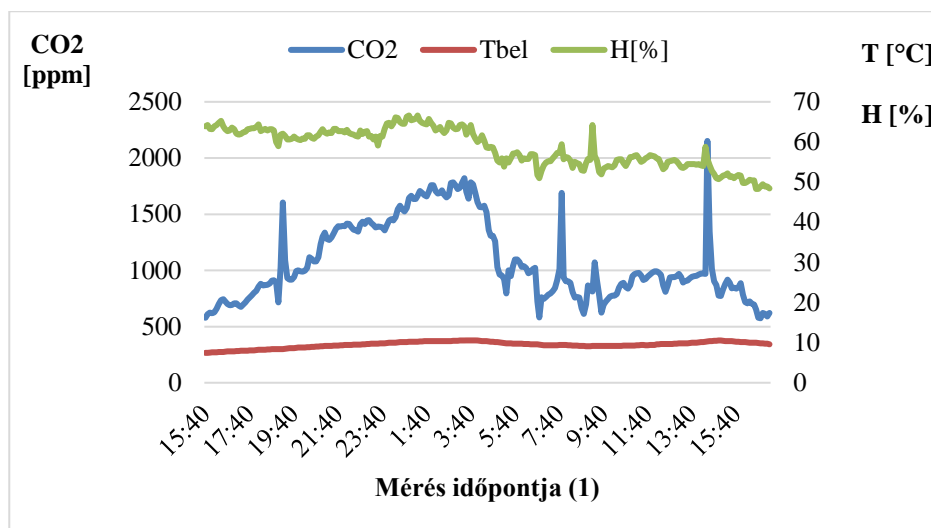
$k_k$  – A külső levegő koncentráció mértéke,

$n$  – légcsereszám,

$\tau$  - idő

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A határmenti bázis élelmiszertárolójában a mérések során megfigyeltük a légtér hőmérsékletének, páratartalmának és szén-dioxid-koncentrációjának változását. Az elsődleges cél a CO<sub>2</sub> koncentráció megfigyelése volt, amelynek változását a belső forrás (zöldség és gyümölcs utóérés és respiráció) mellett a konténerbe bejutó friss levegő (kitárolás-betárolás és filtráció) is befolyásolta. A 4. ábrán a 20' tároló konténerben kialakuló légállapotot követhetjük nyomon. A rendszeres és folyamatos kitárolás és betárolás, valamint a konténer filtrációja miatt a várt széndioxid koncentráció növekedés nem következett be. Megállapítható, hogy rövid idejű tárolás során a széndioxid koncentráció nem éri el az anyagcsere folyamatok lassításához szükséges értéket.



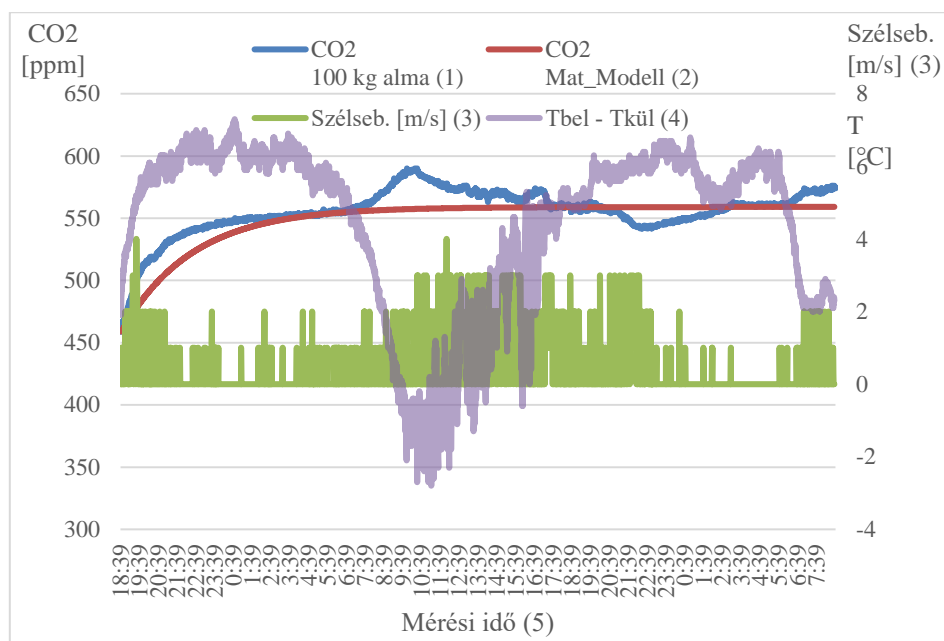
4. ábra: Katonai tábori zöldsáru raktár belső légállapot mérés (2020.02.14-15)

Figure 4: Measurement of the air quality of a military camp vegetable/fruit storage (14/02/2020)

(1) Measurement time

A laboratóriumi kísérletekkel (5. ábra) azt vizsgáltuk, hogy a 100 kg mennyiségű friss gyümölcs zárt térben történő tárolása során, már 1 óra alatt megemelkedett a CO<sub>2</sub> koncentráció, ugyanakkor a nyitogatások nélkül sem emelkedett egy bizonyos szint felé. A további emelkedést a konténer tárolóban kialakuló filtráció és az ezt befolyásoló külső környezeti paraméterek határozzák meg.

A mért eredmények erős korrelációt mutatnak a matematikai modell (eq.1.) számítás útján kapott értékekkel.

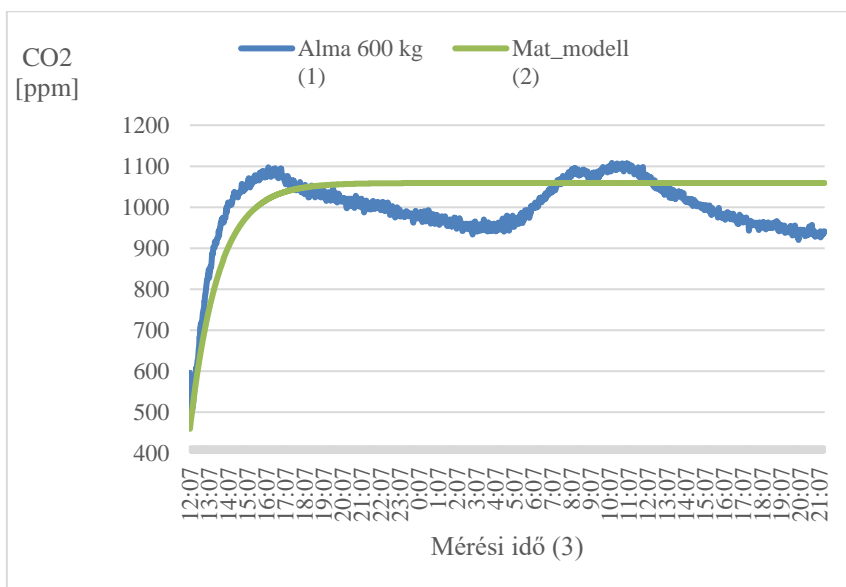


5. ábra: Belső légállapot (CO<sub>2</sub> koncentráció) mérése és a matematikai modell validálása

Figure 5: Measurement of air quality (CO<sub>2</sub> concentration) and validation of the mathematical model

(1) Apple 100 kg (2) Math.model (3) Wind speed (4)  $T_{\text{inside}} - T_{\text{outside}}$  (5) Measurement time

Élelmezési norma szerint a Határvédelmi Bázisokon 2 napi felhasználás 600 kg, 1 heti felhasználás 2100 kg zöldség/gyümölcs mennyiség. Kísérletekkel igazoltuk, hogy a labor területén felállított normál ISO 10' konténerben, két és fél órával a terhelés kezdetétől, 600 kg Idared alma 1100 ppm CO<sub>2</sub> koncentrációt alakít ki (6. ábra). Ez az érték ugyan kedvezőtlen hatással van az emberi közérzetre, de előnyös lehet a tárolhatósági idő növekedésében.

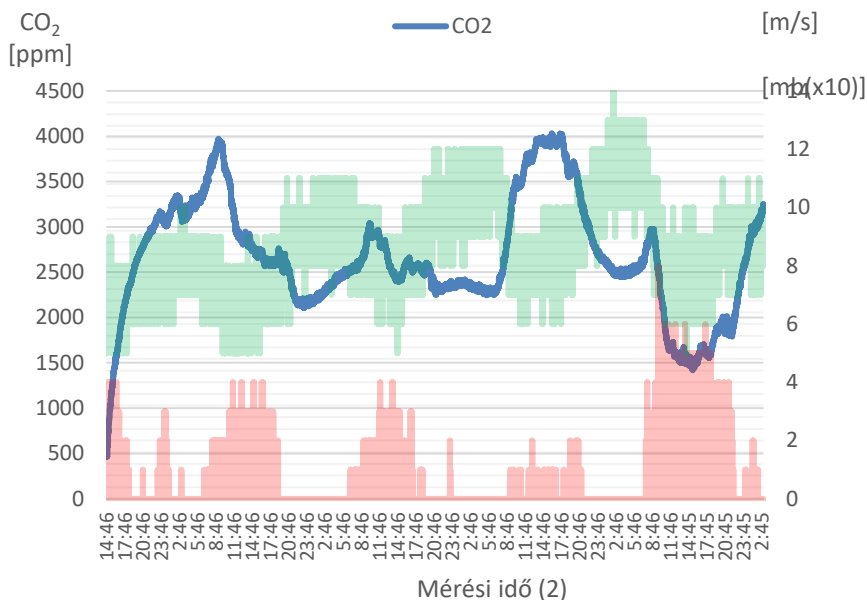


6. ábra: A CO<sub>2</sub> koncentrációjának növekedése az alma tárolása során

Figure 6: Increase in CO<sub>2</sub> concentration during apple storage

(1) Apple 600 kg (2) Math.model (3) Measurement time

A hosszútávú, külső befolyásoló tényezők hatására történő CO<sub>2</sub> koncentráció változását mesterséges CO<sub>2</sub> forrással vizsgáltuk. A reduktoron különböző mennyiségű zöldség/gyümölcs respirációval egyenértékű CO<sub>2</sub> kibocsátás állítható be. 2500 kg Idared alma tárolását modellező, állandó CO<sub>2</sub> kibocsátás mellett a többnapos mérési sorozat (7. ábra) nagy ingadozásokat mutat: 4000- és 1500 ppm közötti értékekkel.



7. ábra: A beltéri levegő CO<sub>2</sub>-tartalmának változása 2500 kg Idared almát modellezve, 5 napos tárolás esetén

Figure 7: Change in CO<sub>2</sub> content of air modeling 2500 kg Idared apples after 5 days of storage

(1) Wind speed (2) Measurement time

A belső nyomás és a külső nyomás közötti különbség értéke [ $p_{in}-p_{out}$ ] minimális értéket vesz fel, majd a CO<sub>2</sub> koncentráció csökkenni kezd, és amikor a belső nyomás és a külső nyomás közötti különbség értéke eléri a maximálisértéket, a CO<sub>2</sub> koncentráció növekszik. A szélesség értékét azonban nem lehet figyelmen kívül hagyni, ami közvetlenül befolyásolja mérési adataink változását. Ennek megfelelően a megfigyelt szélesség hatással van a katonai tábor mobil élelmiszer-tároló konténer filtrációjára - amely méréseink szerint már 2 m/s szélesség felett releváns a mért értékekben -, ezért egy adott földrajzi terület katonai felderítés-meteorológiai adataira is figyelemmel kell lenni a logisztikai telepítési helyek kiválasztásakor.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A gyümölcsök respirációja okozta CO<sub>2</sub> koncentráció növekedés hasonló, mint az emberek légzése következtében történő változás. Ugyanakkor az emberek által használt komfortterekben kialakuló veszélyes koncentráció a tárolótérben előnyös is lehet. A méretezés szempontjából alkalmazott egyenletek ezen a téren is használhatók, amennyiben ismerjük vagy kísérletekkel meghatározzuk az adott zöldség/gyümölcs respirációs rátáját.

Méréseink alapján megállapíthatjuk, hogy a napjainkban alkalmazott konténerek filtrációja olyan mértékű, hogy a tárolás szempontjából előnyös koncentráció a külső befolyásoló tényezők miatt nem alakulhat ki. Szabályozott légterű tárolás csak jobban szigetelt erre a célra speciálisan kialakított konténerekben történhet. Katonai céllal ideiglenes létesítmények tárolókonténereiben a kialakult CO<sub>2</sub> koncentrációt a környezeti paraméterek (nyomáskülönbség, szélesebbesség) nagymértékben befolyásolják. Jelenleg nem állnak rendelkezésre általános érvényű matematikai modellek, amelyek a konténer méret, a konténerre jellemző filtráció, a külső befolyásoló paraméterek és a betárolt zöldség és gyümölcs mennyisége alapján megbízható becslést adnának a légtér állapotát illetően. Számítás útján történő előrejelzés tervezhetővé tenné az élelmiszerbeszerzést, biztonságosabbá tenné az élelmiszerellátást a katonai táborok területén.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## RESEARCH OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF THE MILITARY CAMP FOOD STORAGE.

ZOLTÁN PATONAI<sup>1,3</sup> - GÁBOR GÉCZI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental and Building Engineering, Institute of Environmental Systems, Faculty of Mechanical Engineering, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

<sup>2</sup> Department of Environmental Analytics and Environmental Engineering, Institute of Environmental Sciences, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

<sup>3</sup> O&M Supervisor Branch, Infrastructure Directorate, Defence Economic Bureau, Hungarian MoD

### SUMMARY

The task of our research is to assess the concentration of CO<sub>2</sub> in the barrack areas of military camps and to assess its impact on soldiers. In addition to the rest areas of the military camp, investigating the main facilities of the camp, we arrive at the camp kitchen complex and the working environment of the kitchen staff. Our aim is to examine the indoor air quality of the camp fresh (vegetable-fruit) storage for changes in CO<sub>2</sub> concentration. The increase in CO<sub>2</sub> concentration caused by the respiration of fruits is similar to the change due to human respiration. However, hazardous concentrations in the comfort spaces used by people in the storage space can also be beneficial. The equations used for sizing can also be used in this field if the respiration rate of the given vegetable / fruit is known or determined experimentally.

**Keywords:** Military camp, fruit, carbon dioxide, DFAC.storage

### FELHASZNÁLT IRODALOM

*Bánhidi L. – Kajtár L. (2000):* Komfortelmélet. Tankönyvkiadó, Budapest

*Bhande, S.D. –Ravindra, M.R. –Goswami, T.K. (2008):* Respiration rate of banana fruit under aerobic conditions at different storage temperaturesa, *Journal of Food Engineering* 87 (2008) 116–123

*Dióspatonyi I.* (n.a.): A zöldség- és gyümölcsfeldolgozás technológiai Elérhető: <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/food/technol/zoldseg/zoldseg.html> letöltés 2021.10.11.

*Crisosto, C.H. – Garner, D. – Doyle, J. – Day, K.R.* (1993): Relationship between Fruit Respiration, Bruising Susceptibility, and Temperature in Sweet Cherries, *HortScience* 28(2)\_132-135.

*Fanguedes, C. – Carciofi, B.A.M. – Monteiro, A.R.* (2013): Estimate of respiration rate and physicochemical changes of fresh-cut apples stored under different temperatures, *Food Sci. Technol, Campinas*, 33(1): 60-67, Jan.-Mar. 2013 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000023>

Ghabour, R. – Kasebbi, S. – Korzenszky P. (2021): Simulation and experiment of apple fruits in domestic fridge, *Hungarian Agricultural Research* 30(2) 11-14.

*Herczeg L.* (2008): Irodaterék belső levegő minőségének értékelése a szén-dioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére, *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás Technika Tan-szék, Doktori értekezés*

*Herczeg L. – Hrustinszky T. – Kajtár L.* (2000): Comfort in closed spaces according to thermal comfort and indoor air quality, *Periodica Polytechnica, Ser. Mech. Eng.* 44(2) 249-264.

Kádas L. – Frenyó V. (1984) Citrusfélék vizsgálata (Anyagcsere vizsgálata légzésméréssel) *Élelmiszervizsgáló közlemények* 31, p. 11 — 19.

*Pettenkofer, M.* (1858): *Über den Luftweschel in Wohngebäuden. Literarisch-artistische Anstalt der J.G. Gottaschen Buchhandlung, München*

*A szerzők levélcíme –Address of the authors:*

Patonai Zoltán

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,

E-mail: [patonaizoltan77@gmail.com](mailto:patonaizoltan77@gmail.com)

Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal, Infrastrukturális Igazgatóság, Üzemeltetésfelügyeleti osztály, 1135 Budapest XIII., Lehel utca 35-37.,

E-mail: [patonai.zoltan@mil.hu](mailto:patonai.zoltan@mil.hu).



Géczi Gábor

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Környezetanalitika és Környezettechnológia Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

E-mail: [Geczi.Gabor@uni-mate.hu](mailto:Geczi.Gabor@uni-mate.hu)



## A TÖMEGCSÖKKENÉS VIZSGÁLATA *GOLDEN DELICIOUS* ALMA TÁROLÁSA ESETÉN

KORZENSZKY PÉTER<sup>1</sup> – KASSEBI SALMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,  
Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberi fogyasztásra szánt gyümölcsök esetén a vásárlók nagy többsége az egészséges, friss, jellegzetes színű gyümölcsöket részesíti előnyben. A Golden Delicious alma egy igen népszerű sárga színű, finom, édeskés, kissé savas, roppanóhúsú és lédús, aromás fajta, Magyarországon 1930 óta termesztik. Megfelelő körülmények között több hónapig is tárolható. Az alma, más gyümölcsökhöz hasonlóan, növekedése, fejlődése során is és a betakarítás, tárolás, szállítás során is stressznek van kitéve. A hűtve tárolás a tárolási hőmérséklet és páratartalom pontos beállításával lehetővé teszi, hogy a gyümölcsök frissessége és sértetlensége hosszú ideig, az élelmiszerek piacra kerüléséig megmaradjon. Ebben a tanulmányban hűtve és szobahőmérsékleten történő három hónapos tárolás hatását vizsgáltuk a Golden Delicious alma tömegvesztesége tekintetében. Az eredmények azt mutatták, hogy a két almacsoportban különböző mértékű tömegcsökkenés következett be.

**Kulcsszavak:** Golden Delicious alma, minőség, tömegcsökkenés, tárolás

### BEVEZETÉS

A gyümölcsök teljes érettségi állapotukban rendkívül vonzóak, ízletesek, egészségesek és megfelelő kiegészítők a mindennapi étrendnek. A jó minőségű élelmiszert általában jól jellemzik a különféle nem mérhető és mérhető tulajdonságai. Az élelmiszerlánc egyes

állomásain, így a tárolás során is jelentős mértékben befolyásolhatók a végtermék egyes tulajdonságai. A gyümölcsök közül az alma hazánkban is igencsak elterjedt fogyasztási cikk. Az alma a betakarítást követően is tovább él és lélegzik, ezáltal a betakarítást követően kezdi felélni a tartalékait. Ez a tanulmány két Golden Delicious mintacsoport tömegveszteség változását vizsgálja szobahőmérsékleten (25°C; 60RH%) és hűtött térben (5°C; RH82%) történő három hónapos tárolás során. Az eredmények azt mutatják, hogy a két vizsgálati csoportban különböző mértékű tömegcsökkenés következett be.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Más romlandó élelmiszerekkel szemben a gyümölcsök és a zöldségek esetében a betakarítást követően, a növénytől való elválasztás után is folytatódnak azok élettani folyamatai, lélegzik, a savak lebomlása és a keményítő-cukor átalakulás sem fejeződik be. (*Zhang et al.*, 2021) Az anyanövény szubsztrát- és vízveszteségét a betakarítás előtt a fotoszintézis, az ásványi anyagok és a víz folyamatos áramlása kompenzálja; ezek a veszteségek azonban a betakarítás után nem állnak helyre. (*Paul és Clarke*, 2002) Ennek eredményeképpen ezek az élelmiszerek romlásnak indulnak, csökken az eltarthatóságuk és romlik a minőségük.

A gyümölcsök teljes térfogatának mintegy 75-90%-át a víz teszi ki. A gyümölcsök és zöldségek végső víztartalmát általában a gyümölcs szerkezeti eltérései befolyásolják (*Vicente et al.*, 2009). A romlás százalékos arányát különböző tényezők határozzák meg, amelyek többsége belső eredetű, például a szöveti állapot, amelyet a betakarítás vagy a szállítás során különböző mechanikai kölcsönhatások is befolyásolhatnak. (*Farkas et al.*, 2019; *Farkas et al.*, 2021) A külső tényezők is fontosak, mint például a hőmérséklet és a tárolás alatti relatív páratartalom. (*Hussen*, 2021).

Az alma a világ egyik leggyorsabban fogyó és legjelentősebb gyümölcse, amelyet elsősorban mérsékelt éghajlaton termesztnek. Körülbelül 7500 almafajta létezik, bár csak néhány fajta híres az egész világon. A Golden Delicious egy népszerű fajta, amelyet az egész világon termesztnek, hazánkban és az Európai Unióban is megtalálható. Gyümölcse tetszetős, középnagy (140-180 g), terméshéja vékony, színe az érés kezdetén zöldessárga, éretten sárga, viaszréteg nem borítja. Gyümölcshúsa sárgás, kifejezetten ízletes, aromás, édes, enyhén savas, kissé illatos. Ez a fajta alma nyomódásra és tárolás során apadásra hajlamos.

Sajnálatos módon az országban megtermelt 400–500 ezer tonna almából csak kb. 60–90 ezer tonnát tárolnak hosszabb rövidebb ideig, a többit zömmel a léüzemek dolgozzák fel november közepéig. A fejlett almatermesztő országokban a betárolás aránya legalább 50%, de sok országban a 80%-ot is eléri. Az almának csak kis százalékát fogyasztják el közvetlenül a betakarítást követően. A fogyasztók számára a megtermelt alma jelentős mennyiségét hosszú ideig kell hűtve tárolni, hogy biztosítva legyen a későbbi fogyasztás esetében is a megfelelő minőségű termék. (Kovač *et al.*, 2010)

A fogyasztók nem kedvelik az alacsony tömegű, színtelen és fonnyadt gyümölcsöket. Az alma azon gyümölcsök közé tartozik, amelynek minősége a tárolás során idővel gyorsan romlik. (Harker, 2009).

A betakarított és tárolt gyümölcsök romlását befolyásoló legjelentősebb környezeti elem a hőmérséklet (Ghabour *et al.*, 2021). A hőmérséklet jelentős hatással van arra, hogy más belső és külső változók hogyan befolyásolják a gyümölcsöt és annak eltarthatóságát. Ennek következtében elengedhetetlen ennek az összetevőnek a folyamatos ellenőrzése (Lee és Kader, 2000). Míg az alacsonyabb tárolási hőmérséklet hidegkárosodást okozhat, addig a magasabb hőmérséklet jelentősen csökkentheti a termék eltarthatósági idejét. Számos tanulmányt végeztek a tárolási hőmérsékletnek a gyümölcs minőségére és eltarthatóságára gyakorolt hatásáról. Az eredmények azt mutatják, hogy a hőmérsékletnek jelentős hatása van a betakarítás utáni gyümölcsminőségre. (Biolatto *et al.*, 2005; Marcilla *et al.*, 2006; Tembo *et al.*, 2008)

A hűtőtárolás az alapja a gyümölcsminőség hosszú távú megőrzésének (Korzenszky és Adebayo, 2018). Korábban az emberek általában teljes egészében a termőhelyen fogyasztották el a gyümölcsöket; de a betakarítás utáni és a kereskedelmi technológia fejlődése lehetővé tette, hogy a szállítható gyümölcsöket távoli helyekre juttassák el, és a betakarítástól számított néhány naptól néhány hónapig az fogyasztható legyen. Ez a megközelítés hangsúlyozza a természetes tulajdonságok és a frissesség megőrzésének szükségességét a gazdaságtól a távoli vásárlóig.

A hűtőtárolás alkalmazása segít csökkenteni a gyümölcsök és zöldségek légzési sebességét, és meghosszabbítja az eltarthatósági időt. A tárolásban keletkezett veszteségeknek két nagy csoportja van, az apadási és a romlási veszteségek. Ez utóbbi további két részre osztható: az élettani betegségekre és a gombás betegségek károsításából származó veszteségekre. Az apadási veszteség természetes folyamat, amely a legmodernebb szabályozott légterű tárolóban is eléri a 2%-ot, míg normál légterben az 5–

7%-ot. Az apadási veszteség csökkenthető a megfelelő szüreti időpont megválasztásával, a hőmérséklet, a páratartalom és a légtér gázainak szabályozásával. Az apadás mellett a Golden Delicious fajtának a külleme is romlik a tárolás folyamán, mely ráncosodás és húspuhulás formájában jelentkezik.

A vizsgálat célja volt, hogy meghatározzuk a tárolási idő hatását a Golden Delicious alma betakarítás utáni tömegcsökkenésére, ami a minőségi feltételek egyik lényeges paramétere.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A Golden Delicious alma tárolási kísérletét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézetének Élelmiszeripari Technológiák és Gépek laboratóriumában végeztük. A vizsgálat célja az ellenőrzött körülmények között tárolt almák tömegcsökkenésének meghatározása a tárolási idő függvényében. Az *1. ábra* a betakarítást követően a tárolás megkezdése előtt egy Golden Delicious alma képét mutatja.

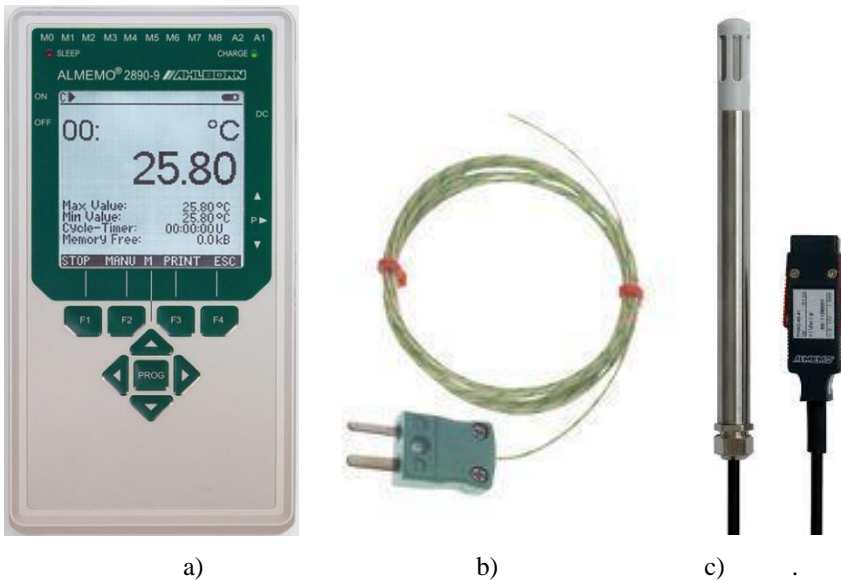


1. *ábra*: Golden Delicious alma

*Figure 1*: Golden Delicious Apples

Az előkészítése során a vizsgálatba bevont almákat egyedi jelöléssel ellátott tárolórekeszekbe helyeztük. A kísérlet során az almákat a tárolórekeszben elfoglalt állandó helye – oszlopok és sorok száma – alapján azonosítottuk.

Az almák átvizsgálását és szelektálását követően eltávolítottuk a sérült gyümölcsöket. Az egyes almák átlagos tömege  $m_{\text{átlag}}=179\pm 41\text{g}$  volt. A rendelkezésre álló mintát két csoportra osztottuk, mindkét csoport 12 almából állt. Az egyik csoportot laboratóriumi környezeti hőmérsékleten ( $T_{\text{out}}=25^{\circ}\text{C}$ , relatív páratartalom  $\varphi=60\text{RH}\%$ ) tároltuk. A másik csoportot hűtőkamrában tároltuk a vizsgálat időtartama alatt, itt a tárolási hőmérsékletet  $T_{\text{in}}=5\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ -ra állítottuk be. A különböző tárolási módokat az első esetben „AO” (Outside – laboratóriumi környezet) a második esetben „AI” (Inside – hűtőkamra) azonosítókkal láttuk el. A hűtve tárolás biztosításához a mintákat  $3,7\text{m}^3$  névleges kapacitású "FRIGOR-BOX" hűtőkamrába helyeztük. A tárolási hőmérsékletek és páratartalom ellenőrzésére egy 8 csatornás Ahlborn ALMEMO 2890-9 típusú mérő adatgyűjtő egységet, K-típusú hőelemeket és kapacitív elven működő (FHAD-típusú) páratartalom mérőt alkalmaztunk. A méréshez alkalmazott mérő adatgyűjtőt és érzékelőket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A méréshez alkalmazott mérő adatgyűjtő és érzékelők

a) Ahlborn ALMEMO 2890-9 típusú mérő adatgyűjtő; b) K-típusú hőelem; c) Páratartalom mérő

Figure 2: Meter data logger and sensors used for measurement

a) Ahlborn ALMEMO 2890-9 type measuring datalogger; b) K-type thermocouple; c) Humidity measuring sensor

A vizsgálat célja a két tárolási körülmény összehasonlítása volt a Golden Delicious almák tömegcsökkenése tekintetében. Az almák tömegének mérésére KERN PCB típusú  $\pm 0,01$ g pontosságú laboratóriumi mérleget alkalmaztunk.

A kísérlet kezdetén minden vizsgálatba bevont egyedi azonosítóval ellátott almát egyesével háromszor megmértünk és a kiindulási tömeg adatokat feljegyeztük. A három hónapos tárolási kísérlet során minden héten azonos napon megmértük minden alma tömegét és kiszámítottuk a kiindulási tömeghez képest a csökkenés mértékét.

A tömegveszteséget ( $D_m$ ) a következőképpen határoztuk meg:

$$D_m = m_0 - m_i \text{ [g]} \quad (1)$$

ahol,

$m_0$  – a gyümölcs kezdeti tömege a betároláskor [g],

$m_i$  – a gyümölcs tömege a tárolás aktuális időpillanatában [g].

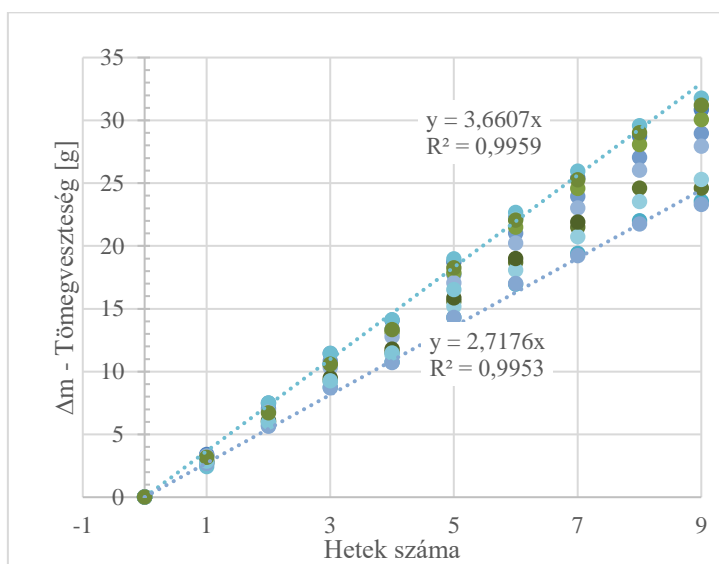
A tömegveszteséget a tárolás előtti és utáni tömegkülönbség alapján számítottuk ki.

## EREDMÉNYEK

A kísérletben vizsgált Golden Delicious almákat szobahőmérsékleten tartottuk, és hétről hétre mértük a tömegcsökkenést. Az almák legnagyobb tömege a kezdet kezdetén 138g és 220g közötti értéket vett fel, melyet kalibrált mérleg segítségével mértünk meg.

A 12 különböző tömegű almát hetente, háromszoros ismétléssel mértük meg és a kapott értékeket átlagoltuk.

A három hónapos környezeti hőmérsékleten (AO) történő tárolás hatását az alma tömegvesztését a 3. ábra szemlélteti. A legnagyobb és a legkisebb alma tömegvesztését a trendként meghatározott lineáris egyenes igen jól ( $R^2=0,99$ ) közelíti.



3. ábra: A három hónapig környezeti hőmérsékleten (AO) tárolt almák tömegvesztése

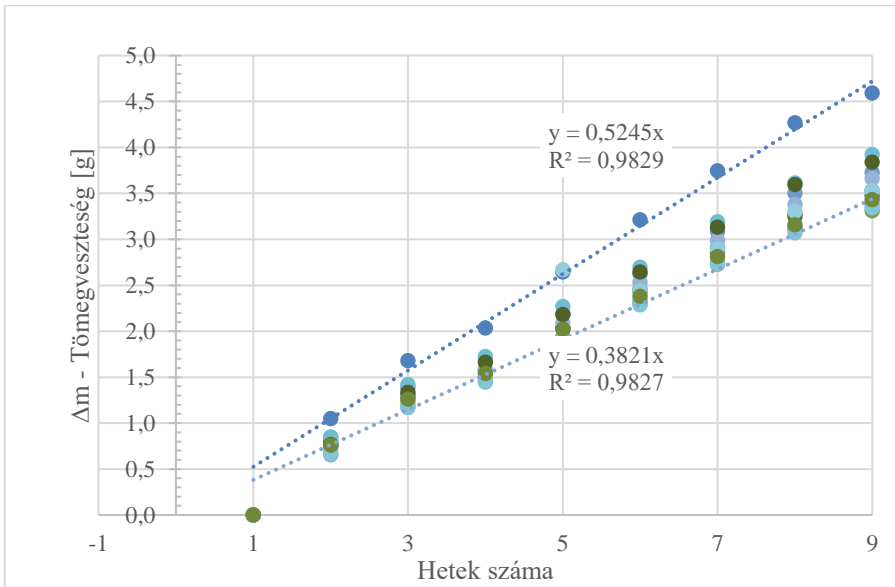
Figure 3: Weight loss of apples stored at ambient temperature (AO) for three months

Az alma tömegvesztése 23,29g és 31,76g között változott. A gyümölcs tömege folyamatosan csökkent. Az első alma, amely zsugorodni és romlani kezdett, a hatodik héten jelent meg.



Méréseink azt mutatják, hogy a Golden Delicious alma tömegvesztése indikátora lehet a környezeti hőmérsékleten történő tárolási időnek.

A kísérletbe bevont almák másik csoportját ugyancsak három hónapig tároltuk hűtőkamrában. ( $T_i=5\pm 0,1^\circ\text{C}$ ;  $\varphi=82\text{RH}\%$ ). Az almák legnagyobb mért tömege a kísérlet kezdetén 135 és 187g közötti értékeket vett fel.



4. ábra: A három hónapig  $+5^\circ\text{C}$ -on tárolt almák tömegvesztése

Figure 4: Weight loss of apples stored at  $+5^\circ\text{C}$  for three months

A 4. ábrán látható eredmények azt mutatják, hogy az alma tömege kilenc hetes hűtőtárolás után 3,31g és 4,59g között csökkent. A mért tömegvesztések értékeire illesztett lineáris trendvonal ( $R^2=0,99$ ) igen jó illeszkedést mutat. A határoló egyenesek meredeksége 0,38 és 0,52 közé esett.

A vizsgálat azt mutatta, hogy az alacsony hőmérsékletű ( $+5^\circ\text{C}$ -os) tárolás jelentősen gátolta a tömegvesztés növekedését a Golden Delicious alma esetében.

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A gyümölcsök tömege az idő múlásával mind környezeti, mind hűtve tárolási körülmények között csökkent. Az összehasonlító vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy a Golden Delicious almák kilenc hetes tárolási kísérlet esetében is már kimutatható lényeges tömegcsökkenés különbség a környezeti hőmérsékleten és a +5°C-on tárolt termények esetében. A környezeti hőmérsékleten tárolt almák tömegcsökkenése 14,4–16,8% volt a kiindulási adathoz képest. A hűtve tárolt almák esetében a tömegveszteség csupán 2,4–3,4% értéket mutatott.

A szobahőmérsékletű tároláshoz képest a hűtőtárolás szignifikánsan kisebb változást mutatott az almák tömegvesztesége tekintetében. Khorshidi et al. (2010) megállapítása szerint is a folyamatos légzés és a vízveszteség lehet az oka az almák tömegcsökkenésének a tárolási idő függvényében, ezzel alátámasztva mérési eredményeinket.

Az alma transpirációs sebességét befolyásolja a betakarításkori érettségi állapot, a tárolási hőmérséklet, a relatív páratartalom. A kísérlet során ezeket a befolyásoló tényezőket állandó értéken tartottuk.

A nagyobb mértékű vízveszteség fonnyadást, fényességcsökkenést és petyhüdséget, valamint az esztétikai minőség romlását okozta az almák esetében is, ezáltal csökkentve a termény piaci értékét.

## WEIGHT LOSS TEST FOR GOLDEN DELICIOUS APPLES IN STORAGE

PÉTER KORZENSZKY<sup>1</sup> – SALMA KASSEBÍ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Technology,

Gödöllő, Hungary

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Doctoral School of

Mechanical Engineering, Gödöllő, Hungary

### SUMMARY

For human consumption, most consumers prefer healthy, fresh foods with a distinctive color for fruit. The Golden Delicious apple is a prevalent yellow-colored, delicate, sweetish, slightly acidic, crisp-fleshed and juicy, aromatic variety grown in Hungary since 1930. It can be stored for several months under suitable conditions. Like other fruits, apples are subject to stress during their growth and development, harvesting, storage, and transport. Refrigerated storage allows the freshness and integrity of the fruit to be preserved for a long time until the food is marketed through careful management of storage temperature and humidity. In this study, we investigate the effect of three months of refrigerated (+5°C; RH82%) and room temperature (+25°C; RH60%) storage on weight loss of Golden Delicious apples. The results showed that different levels of weight loss occurred in the two groups of apples.

**Keywords:** Golden Delicious apple, quality, weight loss, storage

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmányt a Stipendium Hungaricum Program és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Tudományi Doktori Iskolája támogatta.

### IRODALOMJEGYZÉK

*Biolatto, A. -, Vazquez, D.E. -Sancho, A.M. - Carduza, F.J., - Pensel, N.A.* (2005). Effect of commercial conditioning and cold quarantine storage treatments on fruit quality of

‘Rouge La Toma’ grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). *Postharvest Biol. Technol.* 35, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.08.002>.

*Farkas Cs.- Fenyvesi L.-Petróczki K.* (2019): Multiple linear regression model of Golden apple’s failure characteristics under repeated compressive load, *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.*; 13(1):793-799. DOI: <https://doi.org/10.5219/1168>

*Farkas, Cs.- Fenyvesi, L.- Petróczki, K.* (2021): Golden Delicious almák és Vilmos körték kifáradási mutatóinak összehasonlítása. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, ISSN 2676 8704, DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/2-5-HUN>

*Ghabour R.-Kassebi S.- Korzenszky P.* (2021): Simulation and experiment of Apple fruits in domestic fridge, *Hungarian Agricultural Research: Environmental Management Land Use Biodiversity* 30.; 2: 11-14.

*Harker R.* (2009): Consumer preferences and choice of fruit: the role of avocado quality. *Cit. Umezuruike, L.O., Pankaj, B.P.,* (2014): Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce – A review. *Postharvest Biology and Technology* (2014); 91: 9-24.

*Hussen A.* (2021): Impact of temperature and relative humidity in quality and shelf life of mango fruit. *International Journal of Horticulture and Food Science*; 3(1): 46-50.

*Khorshidi, J.- Tabatabaei, M.- Ahmadi, F.* (2010): Storage Temperature Effects on the Postharvest Quality of Apple (*Malus domestica* Borkh. cv.Red Delicious). *New York Sci. J.*;3: 67–70.

*Korzenszky P.- Adebayo, S.* (2018): Cooling and storing energetic analysis in food technology, In: Géczi, G.; Korzenszky, P. editor. *Researched Risk Factors of Food Chain.* Gödöllő, Hungary; Szent István Egyetemi Kiadó; 131-134.

*Kovač A.- Skendrović M. Babojelić- Pavičić N.- Voća S.- Voća N.- Dobričević N.- Jagatić A. M.- Šindrak Z.* (2010): Influence of harvest time and storage duration on “Cripps Pink” apple cultivar (*Malus × domestica* Borkh) quality parameters, *CyTA - Journal of Food*; Vol. 8; No.1.;1-6,

*Lee S.K.- Kader A.A.* (2000): Preharvest and postharvest factors influencing Vitamin C content of horticultural crops, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 20, Issue 3, 207-220.

*Marcilla, A.- Zarzo, M.- del Rio, M.A.* (2006). Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4(4), 336-344.

*Paul D.R.- Clarke R. (2002): Modeling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations, Journal of Membrane Science 208(1):269-283. DOI: 10.1016/S0376-7388(02)00303-4*

*Tembo, L.- Chiteka, Z.A.- Kadzner, I.- Akinnifesi, F.K.- Tagwira, F. (2008). Storage temperature affects fruit quality attributes of ber (Ziziphus mauritiana Lamk.) in Zimbabwe. Afr. J. Biotechnol. 7, 3092–3099.*

*Zhang, W.- Jiang, H.- Cao, J.- Jiang, W. (2021): Advances in biochemical mechanisms and control technologies to treat chilling injury in postharvest fruits and vegetables. Trends in Food Science & Technology;113: 355-365.*

*Vicente, A.- Manganaris, G.- Sozzis, O.G.- Crisosto, H. C. (2009): Chapter: Nutritional quality of fruits and vegetables. In: Florkowski W.J., Shewfelt R.L., Brueckner B., Prussia S.E., (eds) Postharvest Handling: A Systems Approach. Academic Press, San Diego, CA.2009; 57–106. DOI: 10.13140/2.1.3302.4960*

*A szerzők levélcíme –Address of the authors:*

Dr. Korzenszky Péter Emőd

Műszaki Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1. (Hungary)

korzenszky.peter.emod@uni-mate.hu

Salma Kassebi

Műszaki Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1. (Hungary)

kassebi.salma@phd.uni-mate.hu



## A MEZŐGAZDASÁGBAN ALKALMAZOTT MŰANYAGOK FORGÁCSOLÁSA

KOVÁCS RÓBERT – KORZENSZKY PÉTER – KERESZTES RÓBERT

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS

A diagramokon ábrázolt fajlagos forgácsolóerőkről elmondható összességében, hogy a kis fogásmélységek és kis előtolások esetén magas értékeket mutatott, míg nagy előtolás és nagy fogásmélység értékek esetén ennek az ellenkezője volt megfigyelhető, tehát alacsony forgácsolóerők mutatkoztak. Ezek közül az utóbbi a kedvezőbb, gazdaságossági szempontból.

A POM C esetét a meghatározott fajlagos forgácsolóerő és szakítószilárdság arányok a gyakorlatban nagyon jól használhatóak a fellépő fajlagos forgácsolóerő becslésére a szakítószilárdság alapján és ebből meghatározható akár a várható fellépő főforgácsoló erő nagysága adott fogásmélység és előtoláshoz. Ez gyakorlati szempontból rendkívül előnyös lehet gyors kalkulációk, szerszám kiválasztás és még számos szempontból.

A PA 6 esetén az arány már nagyobb szórást mutatott, illetve itt a forgácsoló sebesség növelésével nőtt az érték. A nagyobb szórás ellenére ez is alkalmazható a fellépő fajlagos forgácsolóerő megbecslésére, azonban figyelembe kell venni, hogy bizonytalanabb eredményt kapunk.

Az UHMW PE HD 1000 esetén az arány hasonló szórást mutatott, mint a PA 6 esetén. Azonban itt a forgácsoló erő növekedésével csökken ez az arányszám értéke. Az említett nagyobb szórás ellenére ez is alkalmazható a forgácsolási adatok megbecslésére, igaz hasonlóan a PA 6 esetéhez, pontatlanabb mértékben. Ami ennél az anyagnál kevésbé lényeges mivel kisebb erők lépnek fel a forgácsolásakor.

A meghatározott fajlagos forgácsolási erő és az anyag szakítószilárdság hányadosai előnyösen használhatók és gyors, jó közelítésű eredményeket hoznak, mely a gyakorlatban fontos szempont.

**Kulcsszavak:** forgácsolás, esztergálás, műanyag, forgácsolóerő, mezőgazdaság

## **BEVEZETÉS**

Napjainkban a műanyagok szerepe rendkívül megnőtt mind a mindennapi életünk során, mind az iparban, beleértve a mezőgazdaságot is. Gyakorlatilag, bárhova tekintünk műanyagokat látunk. Számos gépelemet műanyagból készítenek. A mezőgazdasági gépeknél gyakori a teherviselő vagy hajtásátviteli elemként való alkalmazás is, mint például a műanyag siklócsapágyak, fogaskerekek, szíjtárcsák. Számos esetben a növényi részekkel érintkező csúszó vezetőelemek anyaga is műanyag. Ilyenkor megesik, hogy nagy pontosságú illesztésre is szükség lehet műanyagok esetén is, ekkor már szükség lehet a sok esetben a forgácsolással való megmunkálásra.

Természetesen itt is mint minden gyártási folyamatnál nagy szerepe van a termelékenységnek, illetve a gazdaságosságnak, ezért elengedhetetlen a forgácsolási paraméterek megfelelő meghatározása, illetve annak beállítása szerszámgépeken. Ezzel kapcsolatban merül fel a szerszámozás kérdése is, mivel a speciális műanyag megmunkáló szerszámok ára igencsak magas. Alacsony darabszámnál nem biztos, hogy kifizetődő a megvásárlásuk, ekkor jönnek szóba a más anyagokhoz ajánlott megmunkáló szerszámok, például lágyabb fémekhez valóak, mint például az alumíniumhoz.

## **IRODALMI ÁTTEKINTÉS**

A műanyagok makromolekulákból, azaz óriásmolekulákból álló anyagok. Fő összetevőjük a szén és a hidrogén, melyek mellett még bizonyos esetekben megtalálhatók bennük a nitrogén, az oxigén, a fluor és a kén. A műanyagok a természetben nem fordulnak elő, de előállíthatóak természetes anyagokból is.

Megkülönböztetjük a műanyagokat eredetük szerint is, attól függően, hogy a monomer honnan származik és milyen módszerrel kerül polimerizációra.

- hagyományos műanyagok
- bio- vagy biolebontható polimerek

Utóbbi jelentősége egyre növekszik a fosszilis energiahordozók árának növekedése, illetve a környezetvédelmi, klímaváltozási szempontok miatt. Előnyük a bio-lebontható polimereknek az újrahasznosíthatóság, az egyszerű lebontás és a kedvezőbb hulladékkezelés igénye.

A bio-lebontható műanyagok lehetnek szintetikus, vagy természetes alapúak. Az utóbbiakat megújuló nyersanyagokból állítják elő, míg az előbbit kőolajszármazékokból. A lebontási mechanizmus alapján a műanyagok lehetnek:

- bio-lebonthatóak
- komposztálhatóak
- hidro bio-lebonthatóak
- bio-erodálhatóak

Jelenleg a műszaki gyakorlatban használt polimerek a hagyományos műanyagok csoportjába tartoznak. (Kalácska *et al* 2007)

#### *A műanyagok előállítás:*

A monomerek kémiai alapegységek között kémiai kötéssel létrehozott, hosszú molekulaláncú anyagokat nevezük műanyagoknak. A kis molekulatömegű monomerek akkor képesek egymáshoz kapcsolódni, ha rendelkeznek kettős kötésekkel vagy más aktív csoporttal. A monomereknek legalább két funkcionálisan aktív részre van szükségük, ahhoz, hogy makromolekulákat alkothassanak.

A monomerek közötti reakció eredményeként három féle műanyag keletkezhet:

- hőre lágyuló (termoplasztok)
  - részben kristályos szerkezetű
  - amorf szerkezetű
- hőre nem lágyuló (duroplasztok)
- elasztomerek

#### *A műanyagok előnyei a fémekhez képest:*

- alacsony sűrűség és nagy fajlagos szilárdság
- korrózióállóság, vegyszerállóság
- kiváló hő és villamos áram szigetelő képesség
- nagy tervezési rugalmasság
- alakos késztermékek könnyen gyárthatók
- korlátlan színezési lehetőség



- az energiaköltségek csökkenthető

(*Kalácska at al 2007*)

*A műszaki műanyagok:*

A műszaki műanyagok olyan polimerek, amelyek széles hőmérséklettartományban kitűnő mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezért sok konstrukcióban szerkezeti anyagként használhatók, gyakran előnyösebbek a fémeknél. Kiváló mechanikai jellemzőik mellett jó a kémiai ellenálló képességük, főleg elektromos szigetelők.

Ezek a műanyagok az alábbi formában szerezhetőek be:

- por, granulátum
- félkész termékek (rudak, csövek, táblák, fóliák, stb)
- késztermékek

A műszaki műanyagok egyaránt előnyösen használhatók új termékek előállítására, valamint a karbantartásban és a javításban.

A hőállóság, a mechanikai tulajdonságok és a kémiai stabilitás szempontjából megkülönböztetnek:

- tömeggyártású, bizonyos esetekben műszaki cél-felhasználású műanyagokat
- általános rendeltetésű
- kiemelkedő jellemzőkkel rendelkező, nagyteljesítményű (HPM) anyagokat

(*Kalácska at al 2007*)

### Az esztergálásról

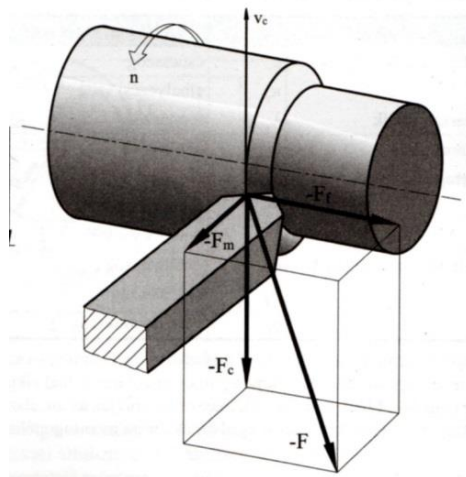
Az esztergálás az egyik leggyakoribb forgácsoló megmunkálás az iparban, alkalmazzák az egyedi gyártásban és a tömeggyártásban főként automatizált formában egyaránt. Az esztergálás egyélű szerszámmal, állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztásával végzett forgácsolás. (Kári-Horváth *et al* 2016)

#### Az esztergálás közben fellépő mozgások:

Az esztergálás során eltérő irányú mozgások lépnek fel, melyeket a szerszám illetve a munkadarab végez. A munkadarab végzi a forgácsoló főmozgást mely az esztergálás esetében a forgó mozgás. A mellékmozgásokat pedig a szerszám végzi, amelyek az előtolás irányú, illetve a fogásvétel irányú mozgás.

#### Az esztergálás során fellépő erők:

Az esztergálás során a késre három irányú erő hat. (1. ábra) A késre merőlegesen hat a főforgácsoló erő ( $F_c$ ), a kés szárával párhuzamos irányú a fogásvétel irányú erő ( $F_m$ ), illetve a kés szárára merőlegesen, vízszintes irányban hat az előtolás irányú erő ( $F_t$ ). Ezek közül a legnagyobb mértékű a főforgácsoló erő.

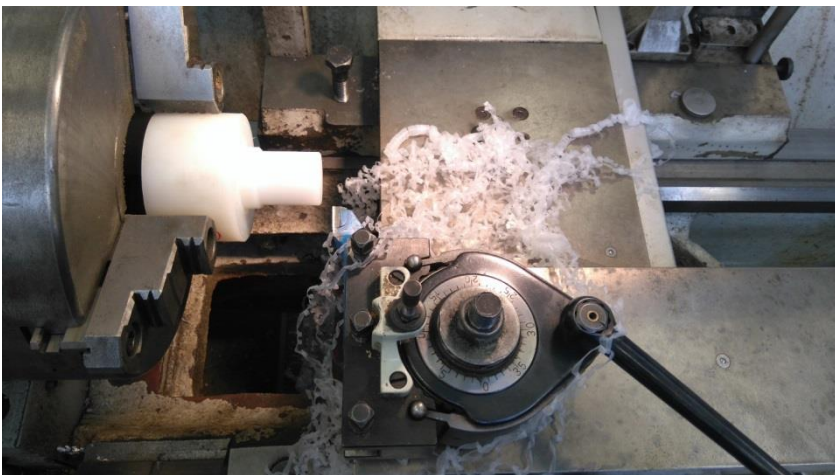


1. ábra Esztergálás erőviszonyai (Fenyvessy *et al* 2010)

Figure 1: Turning force conditions (Fenyvessy *et al* 2010)

***A keletkező forgács típusok:***

A forgácsolási eljárások során 3 féle forgács típus szokott kialakulni: elemi, átmeneti, illetve folyó forgács. Az elemi forgács, apró darabos forgács kemény anyagok forgácsolásánál alakul ki, amely azért kedvező, mert nem okoz problémát a forgácsfeltekeredése munkadarabra vagy a szerszámra. (2. ábra) Az átmeneti forgács, mikor az apró forgácsrészek nagyobb darabokba összehegednek a leválás után. Az utolsó típus a folyó forgács, lágy anyagoknál keletkezik, emiatt a műanyagoknál jelentős szerepe van. Mint ahogy az elnevezése is mutatja, olyan forgácsról van szó, amely a megmunkálás közben a folyamatos akár több méter hosszú darabokban képes leválni, ami munkabiztonsági szempontból és a forgácsolási technológia szempontjából is kedvezőtlen, mivel feltekeredhet a munkadarabra, a szerszámra, és ez a felületi érdességet rontja, növeli a forgácsoló erőt, rontja a méretpontosságot. (Kalácska 2005)



2. ábra: Folyóforgács keletkezése

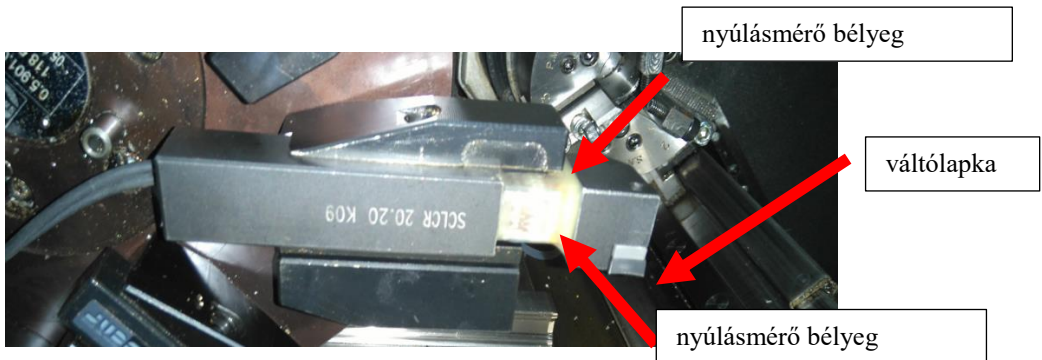
Figure 2: Formation of river chips

**ANYAG ÉS MÓDSZER**

A kutatás során alumínium forgácsolásához való esztergakés lapkát használtunk. (3. ábra) A mérések során a forgácsolt anyagok PA6, POM C, illetve UHMW PE HD 1000 voltak. Az esztergálási eljárás során vizsgáltuk a felmerülő problémákat, mint például a folyóforgács kialakulásának elkerülése, mértük a késre ható fő-, illetve az

előtolás irányú forgácsoló erőt, különböző előtolásoknál, fogásmélységeknél és különböző forgácsoló sebességeknél, melyek között megvizsgáltuk a lehetséges összefüggéseket.

A megmunkálások egy NCT Euroturn-12B típusú CNC vezérlésű esztergagépen kerültek lefolytatásra. A forgácsoló, illetve az előtoló erő mérése egy nyúlásmérő bélyegekkel felszerelt váltólapkás eszterga késszár segítségével történt. (3. ábra) A bélyegek jele egy Spider 8 típusú elektromos mérőrendszerbe jut, amely párhuzamos porton át van összeköttesben a számítógéppel.



3. ábra: A nyúlásmérő bélyegekkel ellátott kés a késtartóban elhelyezve

Figure 3: A knife with strain gauges placed in the knife holder

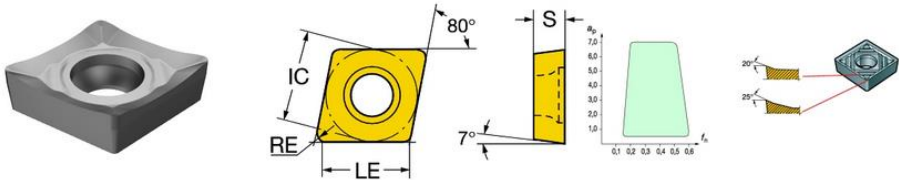
Az adatok gyűjtése Catman szoftver segítségével történt, mely gyűjti az adatokat, illetve grafikusán is ábrázolja a fellépő erőket az idő függvényében. Mentés után pedig táblázatkezelő programmal megnyithatóvá válnak a mérési eredmények.

Vizsgálatra kerültek a különböző forgácsolási paraméterekkel különböző anyagoknál keletkezett forgácsok. Az összes esztergálás a környezetvédelem és egyéb szempontok miatt emulziós és minden más hűtő-kenő folyadék nélkül került lefolytatásra.

Meghatároztuk a fajlagos forgácsolóerőt, melyek fontosak a szerszám jó kihasználtságának meghatározásához és a megmunkálás gazdaságosságának tervezéséhez is alkalmazható.

Alkalmazott esztergákés lapka: (4.ábra)

CCGX 09 T3 04 AL H10

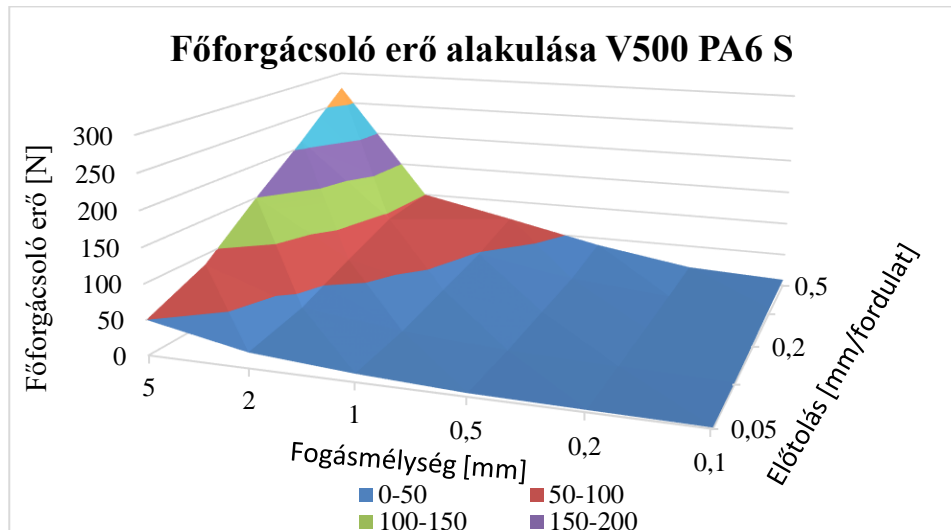


4. ábra: A lapka geometriája (www.sandvik.coromant.hu)

Figure 4: The geometry of the tile (www.sandvik.coromant.hu)

#### EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

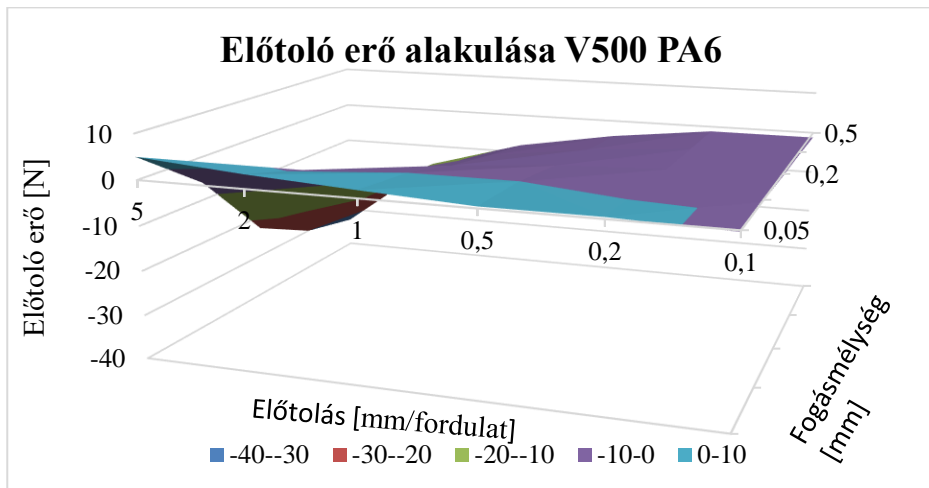
A diagram jól mutatja a főforgácsoló erő értékeit az előtolás, illetve a fogásmélység függvényében. (5. ábra) A mérés során megjegyezhető, hogy a diagramban jelölt legnagyobb forgácsolási paramétereknél már erőteljes hanghatás is kísérte az esztergálást, amely valószínűleg a rezgésekből adódóan jöhetett létre.



5. ábra: A főforgácsoló erő alakulása PA6

Figure 5: Evolution of the main cutting force PA6

Jól látszik, hogy az előtoló erő nagyrészt negatív értékeket vesz fel, amely azt mutatja, hogy a esztergákést nem tolni kell hanem húzni, tehát visszatartani, mert a munkadarab úgymond magára rántja a kést. (6.ábra) Ez a jelenség lényeges lehet mivel a CNC vezérlésű gépek hossz szánjának nincs holtjátéka, ellentétben a hagyományos esztergák többségével, melyeknek van holtjátéka, és ezáltal ez a jelenség rendkívül hátrányos. Ilyen estben a holtjáték mértékével magára rántja a kést és hirtelen nagy dinamikus terhelés jön létre mely károsíthatja a kést, növeli hirtelen a fellépő erőket és rontja a felületi minőséget. Tehát hagyományos gépeken érdemes figyelembe venni ezen paramétereket.



6. ábra: Előtoló erő alakulása PA6

Figure 6: Evolution of feed force PA6

A fenti diagramokon ábrázolt előtolás és fogásmélység értékekkel kerültek lefolytatásra a mérések a PA6 esetén 300m/min, illetve 100m/min forgácsolósebességekkel is. (6. ábra) A 300m/min forgácsolósebesség esetén a forgácsoló erő végig nagyobb értékeket mutatott, mint az 500 m/min forgácsoló sebességnél. Itt is megfigyelhető volt, hogy a főforgácsoló erő szinte ugrásszerűen csökkent a 0,3 és a 0,2 mm/fordulat előtolás értékek között.

Az előzőhöz hasonlóan csak a legfelső előtolás és fogásmélység értékeknél volt észlelhető jelentősebb változás a főforgácsoló erőben. Az előtoló erő hasonlóan az előző

forgácsoló sebességénél mértékhez alakult, tehát megfigyelhető volt, ahogy egy bizonyos forgácsolási paramétereknél az előtoló erő átvált negatív értékre.

100m/min forgácsolósebességénél már egyenletesebb változást mutatott a főforgácsoló erő, az előtoló erő pedig szintén hasonlóan viselkedett, mint a korábbi mérések során.

Elvégeztük az UHMW PE HD1000, illetve a POM C esetében is ugyanazon mérési sorozatokat, ugyanazon paraméterek beállításával.

Az UHMW PE HD1000 esetén kisebb erők léptek fel, mint a PA6-nál és sokkal egyenletesebben is változnak az előtolás és a fogásmélység függvényében. Az előtoló erők esetében is hasonlóan alakultak az erők a korábban vizsgált PA6-hoz képest, sokkal kisebb erők keletkeztek.

A POM C forgácsolása során megfigyelhető, hogy a főforgácsoló erő egyenletesen változik az előtolás és a fogásmélység függvényében. Nem mutat sehol nagyobb kiugrásokat.

Az előtoló erőben kisebb pozitív erők jelentek meg, mint általában az előzőekben vizsgált polimerek esetén.

#### ***A fajlagos forgácsolóerő alakulása:***

A fajlagos forgácsolóerő azt mutatja meg, hogy mekkora erő szükséges 1mm<sup>2</sup> anyag leválasztásához. Jól látható, hogy kis előtolás és kis fogásmélység esetén magasabb értékeket mutat, mint ugyanezen paraméterek magasabb értékeinél. Azért lényeges vizsgálni, mivel így könnyebben meghatározható a szerszám kihasználtsága és a forgácsolás gazdaságossága is optimalizálható.

$$\text{Számítása: } k_c = \frac{F_f}{f \cdot a} \left[ \frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

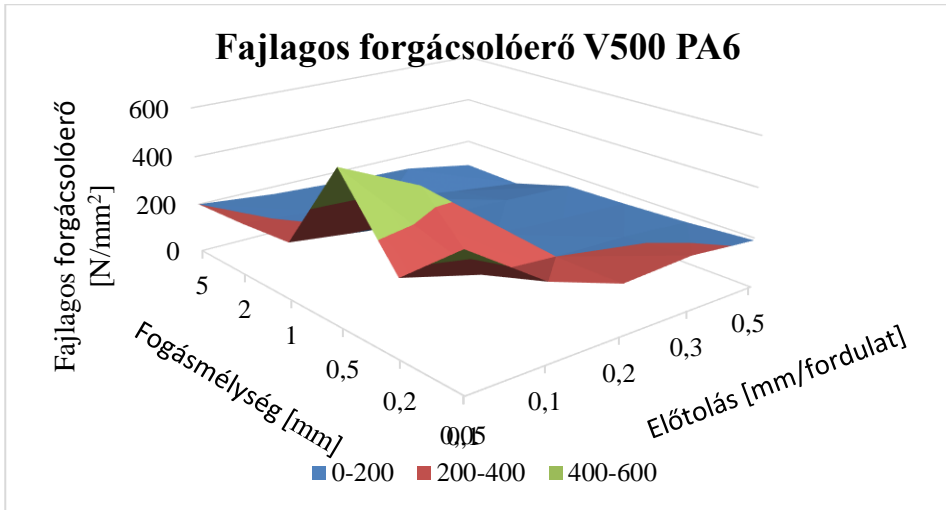
Ahol:

$F_f$  – főforgácsoló erő [N]

$f$  – előtolás [mm/fordulat]

$a$  – fogásmélység [mm]

**PA6:**

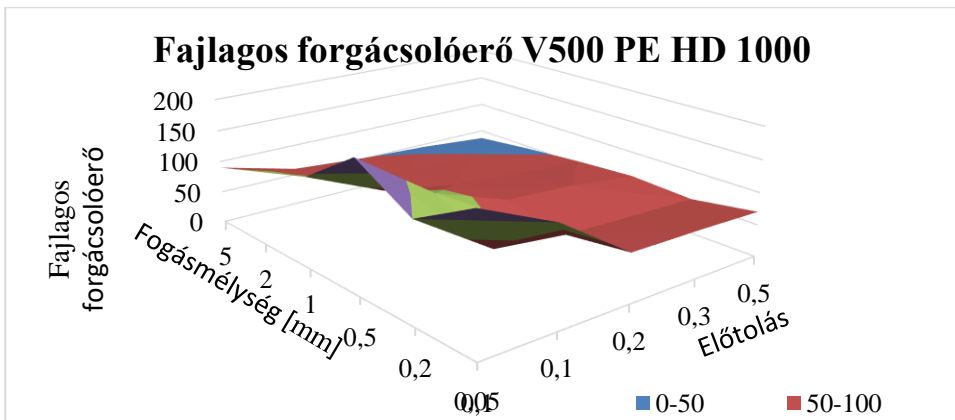


7. ábra: Fajlagos forgácsolóerő PA6

Figure 7: Specific cutting force PA6

A PA6 esetén nem teljesen egyenletes a változás, de ennek ellenére jól látszik, hogy a fajlagos forgácsolóerő értéke a fogásmélység és az előtolás növelésével együtt csökken és egy bizonyos érték után szinte nem is változik. (7. ábra)

**UHMW PE HD 1000**



8. ábra: Fajlagos forgácsolóerő UHMW PE HD1000

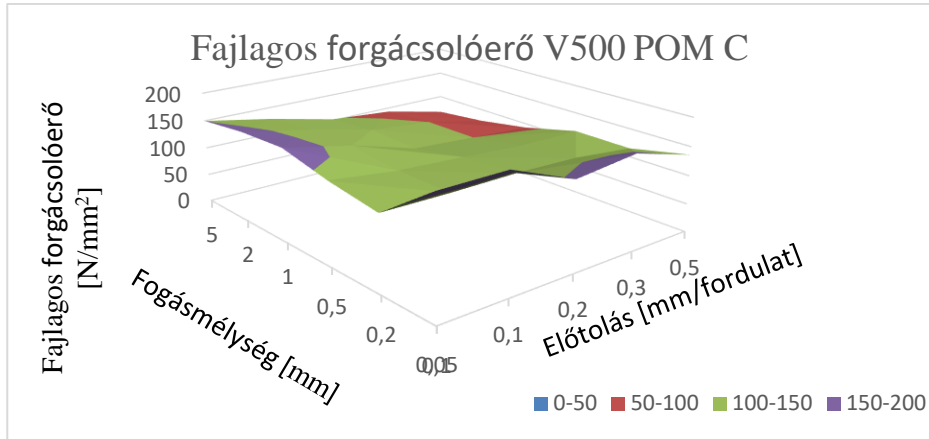
Figure 8: Specific cutting force UHMW PE HD1000

Az UHMW PE HD 1000 esetén már kisebb az fajlagos forgácsolóerő értéke, azonban arányaiban sokkal eltérőbb értékeket mutat a diagram az eltérő fogásmélység és előtolás



beállításoknál. (8. ábra) Itt is megfigyelhető, hogy egy bizonyos területen szinte állandó az értéke az fajlagos forgácsolóerőnek.

**POM C**



9. ábra: Fajlagos forgácsolóerő POM C

Figure 9: Specific cutting force POM C

A POM C esetén a fajlagos forgácsolóerők értékei az előzőekben vizsgált PA6-nál és PE HD 1000-nél megállapított értékek között helyezkednek el. (9. ábra) Az előzőekben megfigyelhető szinte állandó értékű terület itt elmarad, de itt szűkebb határok között mozognak az értékek a teljes vizsgált tartományban.

**A fajlagos forgácsolóerő és a szakítószilárdság aránya**

A vizsgálatok során igyekeztünk, valamilyen összefüggést keresni a szilárdság és a forgácsolásnál fellépő erők között, mely alapján előre meg lehet becsülni a fellépő főforgácsoló erő nagyságát.

Az alkalmazott összefüggés:

$$\frac{k_c}{\sigma_B} [-]$$

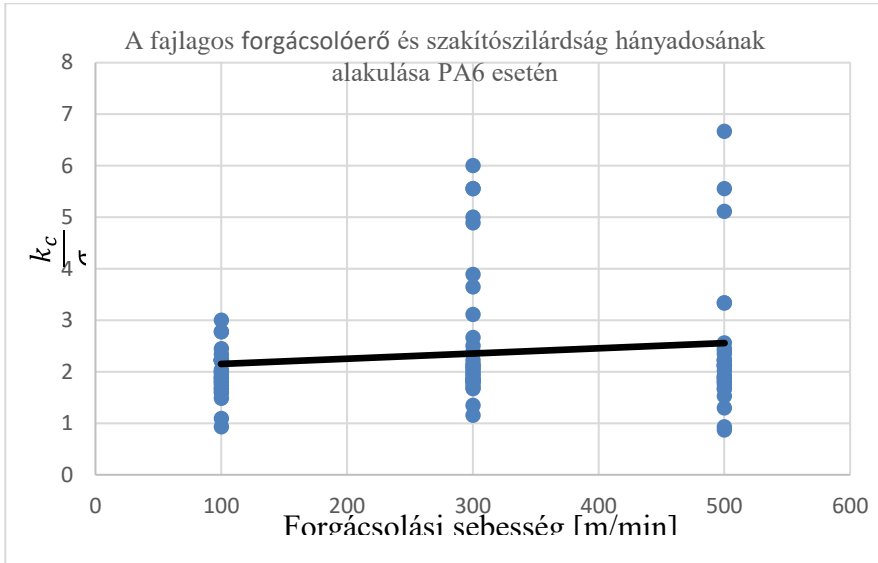
Ahol:

$k_c$  – fajlagos forgácsolóerő  $[\frac{N}{mm^2}]$

$\sigma_B$  – a polimer szakítószilárdsága  $[\frac{N}{mm^2}]$

Az eredmény egy dimenzió nélküli arányszám, melynek változását az alábbiakban bemutatok.

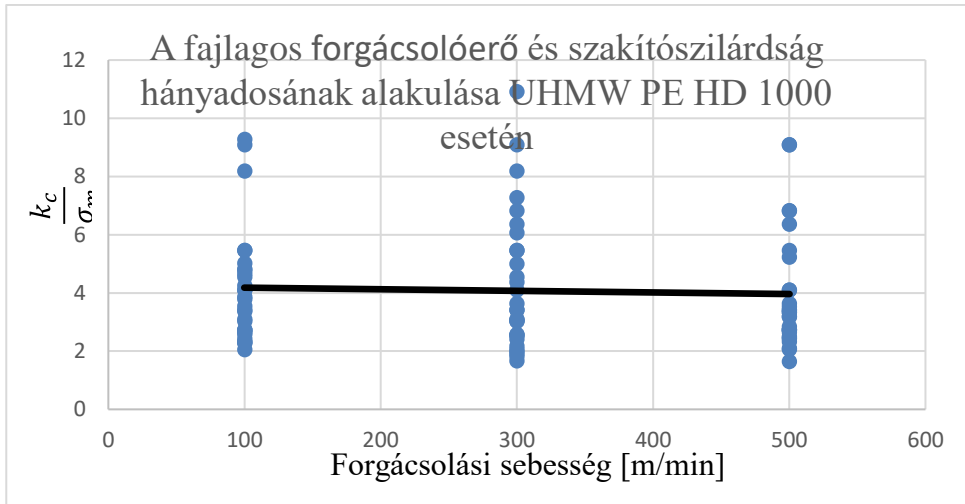
**PA6**



10. ábra: A fajlagos forgácsolóerő és szakítószilárdság hányadosának alakulása PA6 esetén

Figure 10: Evolution of the ratio of specific cutting force to tensile strength for PA6

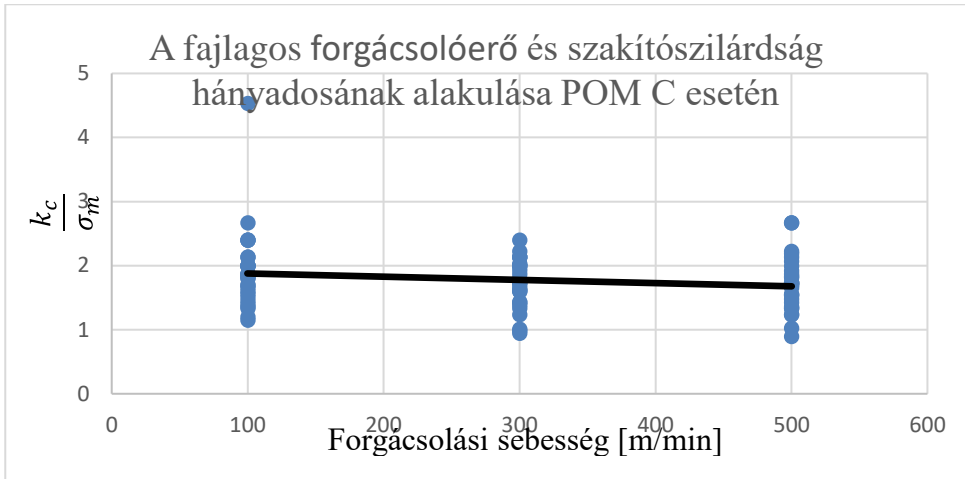
A diagram jól mutatja, hogy az arányok a 2 érték körül helyezkednek el főként. (10.ábra) Az egyenes az átlaguk változását mutatja a forgácsolási sebesség változtatásával.

**UHMW PE HD 1000**

11. ábra: A fajlagos forgácsolóerő és szakítószilárdság hányadosának alakulása UHMW PE HD 1000 esetén

Figure 11: Development of the ratio of specific cutting force to tensile strength for UHMW PE HD 1000

Az UHMW PE HD 1000-nél ellentétes jelenség figyelhető meg, mint a PA6-nál.(11. ábra) Az általunk felállított arány átlagosan a forgácsoló erő növekedésével csökken. Itt az arány 4 körül helyezkedik el.

**POM C**

12. ábra: A fajlagos forgácsolóerő és szakítószilárdság hányadosának alakulása POM C esetén

Figure 12: Development of the quotient of the specific cutting force and tensile strength in the case of POM C.

POMC esetén is hasonlóan változik az arány, mint az UHMW PE HD 1000-nél. (12.ábra) Az is jól látszik, hogy az értékek, hasonló eloszlást is mutatnak. Az arány az 1,5 és a 2 között veszi fel átlagosan az értéket.

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A diagramokon ábrázolt fajlagos forgácsolóerőkről elmondható összességében, hogy a kis fogásmélységek és kis előtolások esetén magas értékeket mutatott, míg nagy előtolás és nagy fogásmélység értékek esetén ennek az ellenkezője volt megfigyelhető, tehát alacsony forgácsolóerők mutatkoztak. Ezek közül az utóbbi a kedvezőbb, gazdaságossági szempontból.

A POM C esetét a meghatározott fajlagos forgácsolóerő és szakítószilárdság arányok a gyakorlatban nagyon jól használhatóak a fellépő fajlagos forgácsolóerő becslésére a szakítószilárdság alapján és ebből meghatározható akár a várható fellépő főforgácsoló erő nagysága adott fogásmélység és előtoláshoz. Ez gyakorlati szempontból rendkívül előnyös lehet gyors kalkulációk, szerszám kiválasztás és még számos szempontból.

A PA 6 esetén az arány már nagyobb szórást mutatott, illetve itt a forgácsoló sebesség növelésével nőtt az érték. A nagyobb szórás ellenére ez is alkalmazható a fellépő fajlagos forgácsolóerő megbecsülésére, azonban figyelembe kell venni, hogy bizonytalanabb eredményt kapunk.

Az UHMW PE HD 1000 esetén az arány hasonló szórást mutatott, mint a PA 6 esetén. Azonban itt a forgácsoló erő növekedésével csökken ez az arányszám értéke. Az említett nagyobb szórás ellenére ez is alkalmazható a forgácsolási adatok megbecsülésére, igaz hasonlóan a PA 6 esetéhez, pontatlanabb mértékben. Ami ennél az anyagnál kevésbé lényeges mivel kisebb erők lépnek fel a forgácsolásakor.

A meghatározott fajlagos forgácsolási erő és az anyag szakítószilárdság hányadosai előnyösen használhatók és gyors, jó közelítésű eredményeket hoznak, mely a gyakorlatban fontos szempont.

## **MACHINING PLASTICS USED IN AGRICULTURE**

RÓBERT KOVÁCS –PÉTER KORZENSZKY –RÓBERT KERESZTES

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

Gödöllő

### **SUMMARY**

Overall, the specific cutting forces shown in the diagrams showed high values at low depths and low feed rates, while the opposite was observed at high feed rates and high depths, so low cutting forces were observed. The latter is more favorable from an economic point of view. In the case of POM C, the specified specific cutting force and tensile strength ratios can be used very well in practice to estimate the specific cutting force based on the tensile strength and from this the expected main cutting force can be determined for a given depth and feed. From a practical point of view, this can be extremely advantageous in terms of quick calculations, tool selection and many more. In the case of PA 6, the ratio already showed a larger standard deviation, and here the value increased with increasing cutting speed. Despite the larger standard deviation, this can also be used to estimate the specific cutting force that occurs, but it should be noted that

a more uncertain result is obtained. For UHMW PE HD 1000, the ratio showed a similar standard deviation as for PA 6. However, here the value of this ratio decreases as the cutting force increases. Despite the greater variance mentioned, this can also be used to estimate cutting data, albeit to a lesser extent than in the case of PA 6. Which is less important for this material as less forces are encountered during cutting. The quotients of the specified specific cutting force and the tensile strength of the material can be used advantageously and give fast, good approximation results, which is an important aspect in practice.

**Keyword:** scutting, turning, plastic, cutting power, agriculture

### **IRODALOMJEGYZÉK**

- Fenyvessy T.- Fuchs R.- Plósz A.* (2010): Műszaki Táblázatok, NSZFI, Budapest
- Kalácska G.* (2005): Műszaki műanyag féltermékek forgácsolása, Quattroplast Kft. Gödöllő
- Kári-Horváth A. - Fledrich G. - Dr. Kakuk Gy. - Zsidai L.* (2016): Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő
- Keresztes R. - Kozma M.- Zsidai L.* (2007): Műszaki Polimerek és Kompozitok a gépészmérnöki gyakorlatban, Kalácska G szerk., 3C-Grafika Kft., Gödöllő

[www.sandvik.coromant.hu](http://www.sandvik.coromant.hu)

[www.quattroplast.hu](http://www.quattroplast.hu)

*A szerzők levélcíme –Address of the authors:*

Kovács Róbert

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Műszaki Intézet

2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

[kov.robert93@gmail.com](mailto:kov.robert93@gmail.com)

Korzenszky Péter Emőd  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Műszaki Intézet  
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
korzenszky.peter.emod@uni-mate.hu

Keresztes Róbert Zsolt  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Műszaki Intézet  
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
keresztes.robort.zsolt@uni-mate.hu



## MEZŐGAZDASÁGI TERÜLET MELLETT LÉTESÜLT LAKÓÉPÜLETEKBEN KELETKEZŐ SZENNYEZŐANYAGOK KOMFORTRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

FEKTI LÁSZLÓ RICHARD<sup>1</sup> - GÉCZI GÁBOR<sup>2</sup>

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

<sup>1</sup>MVM Paksi Atomerőmű Zrt. <sup>2</sup>Műszaki Tudományi Doktori Iskola,

### ÖSSZEFOGLALÁS

Lakóépületekben, zárt terekben ott, ahol életünk döntő részét (80-90%-át) töltjük, sokféle szennyezőanyag fordul elő és kimutatott tény, hogy rendkívül sok esetben a szennyezőanyag értékei az előírt határértékek felett vannak. A koncentráció bizonyos anyagoknál (mint CO<sup>2</sup>, radon) különösen akkor magas, ha nincs megfelelően betervezett, kivitelezett szellőztető berendezés. A pandémiás helyzet óta egészségtudatosabban élünk és jobban odafigyelünk a belső – külső levegő minőségére. Abelső terek levegőjének minősége új értelmet kapott, amit komplexen kell kezelni, ami jelen helyzetben az emberek nézetébe felértékelődött. Méréseim folytatásával céloom meghatározni az optimális légcsereszámot figyelembe véve a szellőztető berendezéssel rendelkező, szellőztető berendezés nélküli lakóépületeket a két különböző lakókörnyezetben más-más tulajdonságok mellett.

**Keywords:** radonkoncentráció, levegő minőség, beltér, szennyezőanyagok

### BEVEZETÉS

A világ bármely részén is tartózkodunk éppen, a külső és belső terek levegője mindig tartalmaz adott mennyiségű és minőségű szennyezőanyagot. A leginkább jellemző szennyezőanyagforrás a szén-dioxid, de természetesen e gázon kívül egyéb szilárd, illetve gáz halmazállapotú szennyezőanyagok is megtalálhatók a levegőben (pl. radon, azbeszt,



dohányfüst stb.). Mégis, a szén-dioxid az egyik leginkább vizsgált, meghatározó szennyezőanyag típus. Mindez nem véletlen, hiszen az emberi tartózkodás egyik következménye az élettani folyamatok eredményeként kilélegzett szén-dioxid.

Kutatásunk során különböző helyszíneken, mezőgazdasági terület mellett és városias környezetben épület lakóépületek komfortjára összpontosul. Vizsgáljuk, miként változnak a szennyezőanyag koncentráció értékei egy mezőgazdasági terület közelében, szemben egy városias környezetben fekvő lakóépület esetében.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassuk, hogy a szakirodalmi áttekintést követően rendkívül sok kutatás foglalkozik a belső levegő minőségével, sokan kutatják a különböző szennyezőanyagok forrásait, okait, megengedett koncentrációjukat, viszont semmilyen mutatószám nincs arra vonatkozóan, hogy a radon és a toron mekkora szellőztetéssel lehet a belső térből eltávolítani, úgy, hogy különösebb veszélyt ne jelentsen az ember egészségére. Maximálisan megengedett koncentráció értéke Magyarországon  $300 \text{ Bq/m}^3$  értéknél lett meghúzva a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet szerint, szabványok szabályozzák és ajánlásokat is kapunk, de arra vonatkozóan, hogy mekkora légcserével lehet eltávolítani a belső térből, arra semmilyen mutatószám nincs.

A leginkább jellemző szennyezőanyag a gáz halmazállapotú szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ), de ezen kívül más gáz, illetve szilárd szennyezőanyagok is jelen vannak körülöttünk, mint pl. radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), formaldehid ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), valamint dohányfüst, építő és burkoló anyagok kipárolgási termékei, vírusok stb.

Csáki 2010-ben kísérletekkel igazolta, hogy lakások légterében a benttartózkodók számától függően a kezdeti  $500 \text{ ppm CO}_2$  érték néhány óra alatt meghaladja a  $2500 \text{ ppm}$  koncentrációt (Csáki I. 2009). Herczeg 2008-as kutatásai során megállapította, hogy a személyek közérzete romlik és koncentrálóképesége hanyatlak, mikor 2-3 órát töltenek olyan zárt térben, ahol a levegő  $\text{CO}_2$  koncentrációja  $3000 \text{ ppm}$ , vagy magasabb (Herczeg L. 2008).

Rovira et al., 2016-ban Katalóniában, Spanyolországban kiválasztott véletlenszerűen 10 lakóépületet, beltéri és kültéri levegőminták gyűjtésére. Megállapították, hogy a házakban a található formaldehid koncentráció meghaladták a küszöb értéket, így a rákkeltő kockázatok sem voltak elfogadhatók [J. Rovira et al 2016) A radon egy szintelen,

szagtalan, természetes előfordulású radioaktív nemesgáz. Magas olvadási- és forráspont jellemzi, a legnehezebb nemesgáz. Oldhatósága a hőmérséklet növekedésével csökken, hideg vízben jobban oldódik. A periódusos rendszer 86. eleme, tömegszáma 200 és 226 között változhat. Mindegyik izotópja radioaktív, összesen 27 izotópja van (Cothorn. C.R.1987)

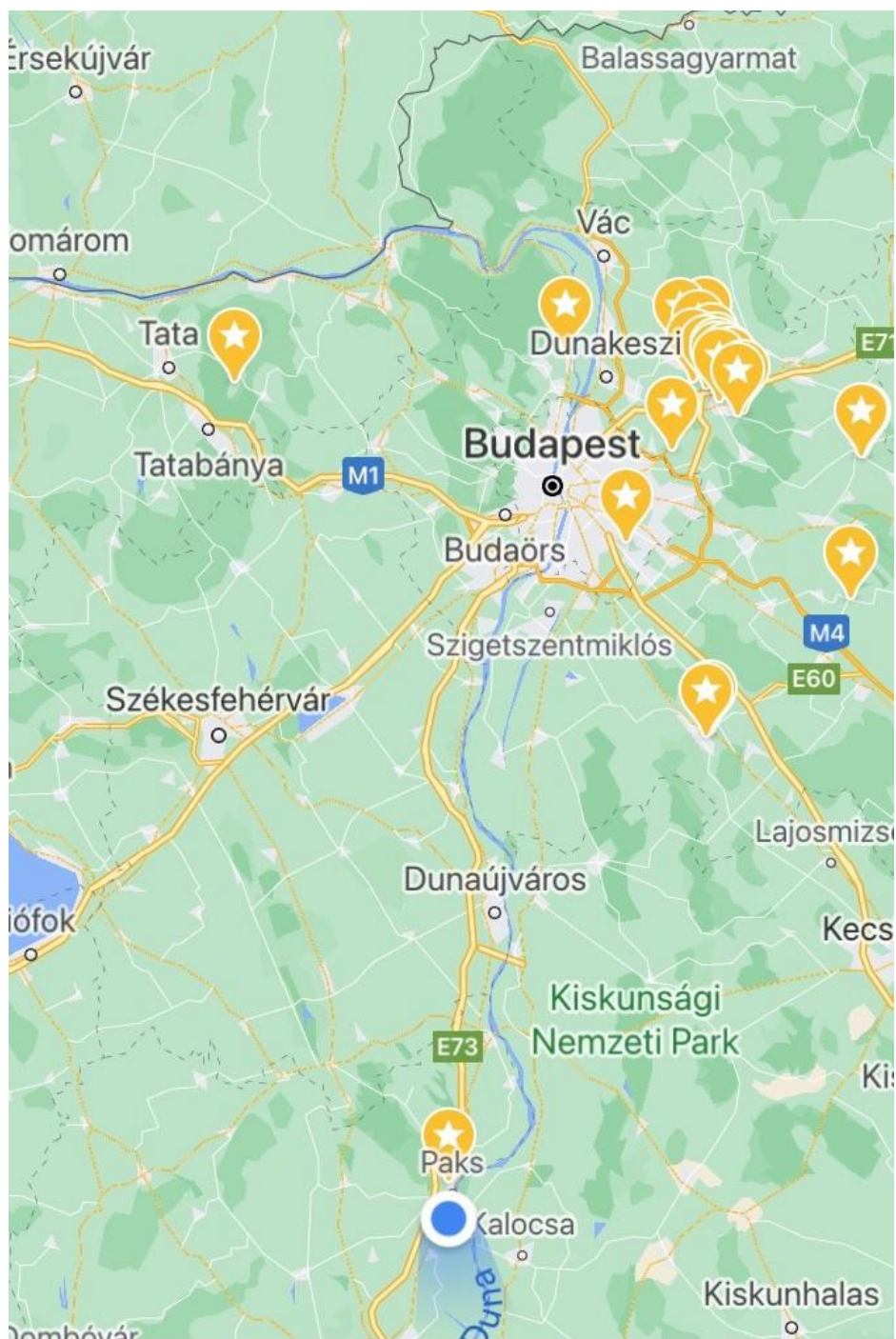
Minden talaj, talajvíz és építőanyag tartalmaz radont. Vannak bizonyos esetek, amikor a radon nagy mennyiségben be tud jutni a lakóépületekbe, mely súlyos egészségügyi kockázatot jelenthet. Nagy többségben a lakóépületekbe kialakult radon koncentráció a talajból, valamint az építőanyagokból származik, kisebb százalékban a nyílásokon keresztül a talaj mélyebb rétegeiből és üregeiből diffundál be. Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapott az egészségügyi kockázata, mert alfa bomló, így belélegezve a tüdő sejtjeit pusztítja, roncsoolja, ezzel rákos elváltozást okoz. A beltéri radon koncentráció kialakulása függ az épület alatti talaj tulajdonságaitól, épülethatároló szerkezet anyagától, lakók szokásaitól, szellőztetés gyakoriságától is.

A radon legfontosabb izotópjai az Rn-219, Rn-220 és a Rn-222., tömegszáma 200 és 226 között változik. A 27 izotópja közül az összes radioaktív. Az Rn-222 az U-238 bomlási sorában található, felezési ideje elég hosszú, hogy kilépen a szilárd közegből, építőanyagokból és a lakótérbe jusson.

## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

A kutatás első lépéseként összegezve lett, hogy hány féle szennyezőanyag vizsgálatával foglalkozunk a kutatás során. Fontosnak tartottuk, hogy minél több, minél nagyobb adathalmaz álljon rendelkezésre, továbbá azt, hogy kutatás többoldalról legyen végezve. Mérés során vizsgáljuk a radon és szén-dioxid koncentrációt, valamint meghatározzuk a páratartalom és a hőmérséklet értékeket. Első lépésben meghatároztuk a helyszíneket, ahol a méréseket lefolytattuk. Az épületek fel lettek mérve, úgy, hogy a felmérés adatai táblázatba lettek foglalva. Többek között tartalmazza az építés idejét, az épület funkcióját, lokációját, a lakók számát, nyílászárók anyagát, építőanyagok típusait, szellőztetés gyakoriságát, valamint rendelkezik-e épületgépészeti rendszerrel megvalósított gépi szellőztetéssel vagy sem. Anyag és módszert tekintve egy időben 2 különböző mérés lett elindítva.

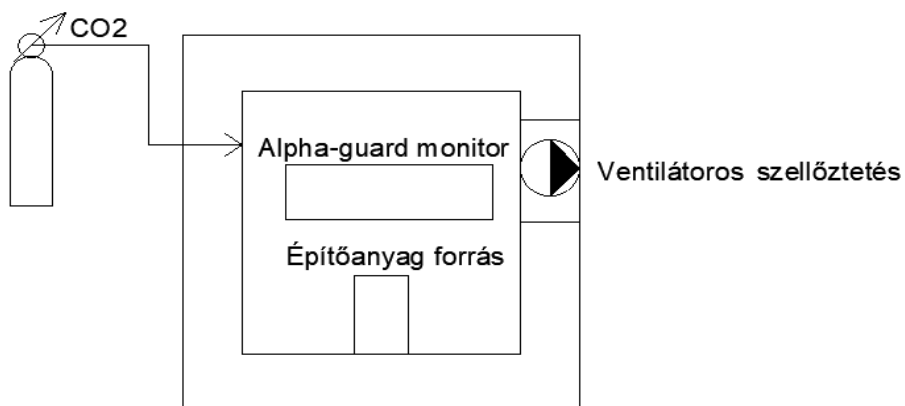
Elsősorban 26 helyszín lett kijelölve elsősorban Pest megyében, Gödöllő régiójában. A 26 helyszín (*1. ábra*) esetében vannak lakóépületek 1960-1980-as évekből, 2000-2020 között épült lakóépületek. Funkciójukat tekintve mindegyik családi ház. A mérésben résztvevő lakóépületek közül van olyan, ami műanyag, illetve fa nyílászáróval kivitelezett épület, téglá, ytong építőanyaggal épült ház, szigetelt – szigeteletlen, mesterségesen szellőztetett, természetesen szellőztetett lakóépület. Ezeken a helyszíneken egyedidőben nyomdetektorok helyeztünk ki és megkezdődött a radon szennyezőanyag koncentráció mérését. A nyomdetektorokban található töltött részecske ionizációt okoz, ami kölcsönhatásba lép az elektronokkal és energiát közöl. Ennek révén kémiai reakciók is végbe mennek és az alfa-részecske útja mentén az aktív komponensek feldúsulása figyelhető meg, nyomokat hagyva. A nyomok nagy felbontású mikroszkópok segítségével láthatóak, de a nyomok annyira picik, hogy azokat maratni szükséges. A nyomdetektorokat negyedévente cseréltük, a mérést 1 évig végeztük. A mérőeszközök cseréjénél ügyelni kell a mérőeszköz helyes csomagolására, hiszen alufóliába szükséges rakni a nyomdetektort, hogy azt hermetikusan zárjuk, ne zavarja meg a mérést. Fontos megjegyezni, hogy a mérőeszközök rendkívül drágák, több helyszínen egy időben való kihelyezésük pedig rendkívül költséges lenne, de a nyomdetektoros mérési módszer alkalmazásával ezek az akadályok könnyen leküzdhetők. Úgy választottuk ki a lakóépületeket, hogy az előre meghatározott 2 osztályba ugyanannyi mérési pont kerüljön. Egyik osztályt az újonnan épület, városias környezetben épület modernebb lakóházak, míg a másik csoportot a régebben épült, falusias, mezőgazdasági területek, szántók mellett létesült lakóépületek alkotják.



*I.ábra:* 26 Mérés helyszín városias – vidéki környezetben.

*Figure 1:* 26 Measuring areas in cities - agricultural atmosphere

Második mérési módszer esetében építve lett egy szigetelt zárt doboz (2. ábra), fokozatmentesen szabályozható légcserével rendelkező, szigetelt kísérleti tér, amely segítségével szimulálni lehet zárt terekben kialakuló helyzeteket. Ebben az esetben a kialakított kísérleti teret a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Épületgépészet és Környezettechnika laboratóriumában helyeztük el, ahol az épületben kialakuló radonkoncentráció napi átlaga  $6 \text{ Bq/m}^3$  a maximális értéke  $12 \text{ Bq/m}^3$ . Ez a háttérsugárzás, a szellőztetés esetén nem befolyásolta a kísérleti térben kialakuló értékeket. A szigetelt térben a radonforrásokat (építőanyagokat) folyamatos cseréjével pontosan meghatározható, hogy az adott típusú szennyezőanyag forrás, hogyan befolyásolja a radonkoncentráció szintjét a belső terekben. A doboz egyik oldalán kialakításra került egy légbevezető nyílás, másik oldalán létesült egy ventilátoros szellőzés, ahol a távozó légmennyiség mérhető, ebből pedig a légcsereszám meghatározható. A kísérletek során a radonkoncentrációt AlphaGuard Pq 2000 Pro berendezéssel mértük (3. ábra), 0,56 literes aktív térfogatú ionizációs kamra detektorral. A kísérleti tér külső és belső hőmérsékletét, páratartalmát Almemo 2590-4S mérő és adatgyűjtő segítségével határoztuk meg. A kísérleti térben elhelyezésre került városias környezetből, illetve vidéki, mezőgazdasági területek mellől származó építőanyag. Fontos megjegyezni, hogy a mérőeszközök rendkívül drágák, több helyszínen egy időben való kihelyezésük pedig rendkívül költséges lenne, de a nyomdetektoros mérési módszer alkalmazásával ezek az akadályok könnyen leküzdhetők. Kutatási célom az optimális légcsereszám megtalálása fókuszálva radonkoncentrációra.



2.ábra: Kísérleti doboz  
Figure 2: Measuring Box



3.ábra: Radonkoncentráció mérése AlphaGuarddal a kísérleti dobozban  
Figure 3: Measuring radonconcentration with Alphaguard in Measuring Box

Második mérési módszer esetében a potenciális radonforrásokat, mint a beton, téglá, ytong, kohósalak helyeztük el a kísérleti dobozba. Minden forrás esetében 1 kg-ot helyeztünk el, majd a mérést folyamatosan rögzítettük 24 órán keresztül.

## EREDMÉNYEK

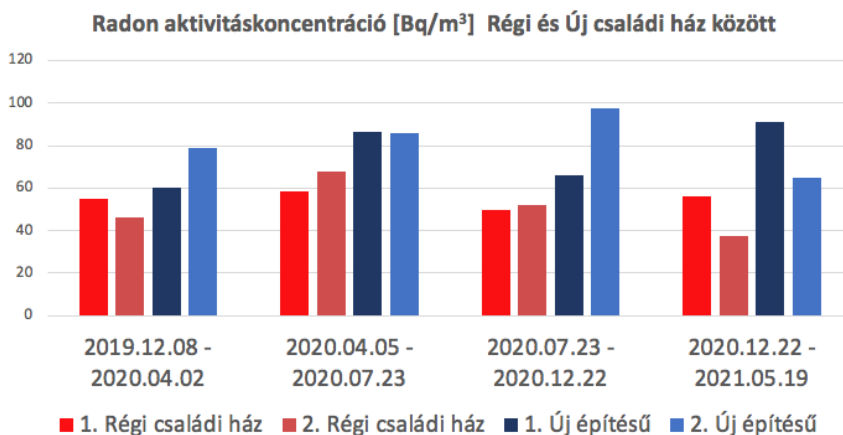
Nyomdetektoros mérési eredmények közül 2 darab régi családi ház és 2 darab új építésű családi házat emeltem ki. A régi családi házak 1959-ben és 1976-ban épületek, az új családi házak 2015-ben és 2019-ben épültek (4. ábra). Az eredmények eltérőek voltak: vidéken a radonkoncentráció 51 és 55 Bq/ m<sup>3</sup> (5. ábra) között alakult, míg városias környezetben ehhez képest magasabb, 76 és 82 Bq/ m<sup>3</sup> (5. ábra) között alakult. Az eltérő eredmények kialakulásában közrejátszott, hogy az új építésű családi házak jobban zártak, szigeteltek, kisebb a filtrációs veszteségük, ezáltal szellőztetésük is kevésbé megoldott. Nyílászárók anyagait tekintve mind a 4 családi ház műanyag nyílászáróval ellátott. Az eredmények esetében figyelembe kell venni, hogy átéltünk egy pandémiás időszakot. Szemmel látható, hogy az eredmények viszonylag alacsonyak figyelembe véve a magyarországi 300 Bq/m<sup>3</sup> vonatkoztatási szintet, hiszen pandémiás időszakban sokan home office-ra kényszerültek, a vírus okozta időszakban otthon töltötték idejük nagy részét, így változott az emberek napi rutinja, ami hatására sokkal többször szellőztettek.

Radon aktivitáskoncentráció [Bq/m <sup>3</sup> ]						Épület adatok													
	Period-1	Period-2	Period-3	Period-4	Átlag	Vizsgálat helyszíne	Helyiségben tartózkodók száma	Épület funkciója	Építési idő	Felújítás/átalakítás volt-e?	Szintek száma	Pince van-e az épület alatt?	Teljes épület alatt van aljzat?	Főfalak építőanyaga	Salak van-e beépítve a házban?	Nyílászárók anyaga	Külső szigetelés van-e?	Detektor pozíciója	Szellőztetés gyakorisága
B.ZS.	55	59	50	56	55	2300 Dabas Zlinszki köz 5.	2	családi ház	1976	Nem	Földszint + emelet	Nem	Igen	Tégla, Ytong	Nem	Műanyag	Van	Nappali	Naponta, központi szellőztetés nincs
B.G.	46	68	52	38	51	2100 Gödöllő St. János u. 42. fsz/2	1	családi ház	1959	Nem	Földszintes	nem	Igen	panel (beton szendvics)	Nem	Műanyag	belső oldali hőszigetelés	konyha-étkező	24h központi hővisszanyerős
O.A.	60	87	66	91	76	2100 Gödöllő Kertész köz	0	családi ház	2015	Nem	Földszintes	Részben alapincézett	Igen	Tégla, Ytong	Nem	Műanyag	van	nappali	Ritkábban, központi szellőztetés nincs
CS.Z.	79	86	97	65	82	Szada Panoráma u.	3	családi ház	2019	Nem	Földszintes	nem	Igen	Tégla	Nem	Műanyag	Van	Nappali	24h központi hővisszanyerős

4.ábra: Eredmények városias és vidéki környezetben

Figure 4: Results In city areas – agricultural atmosphere

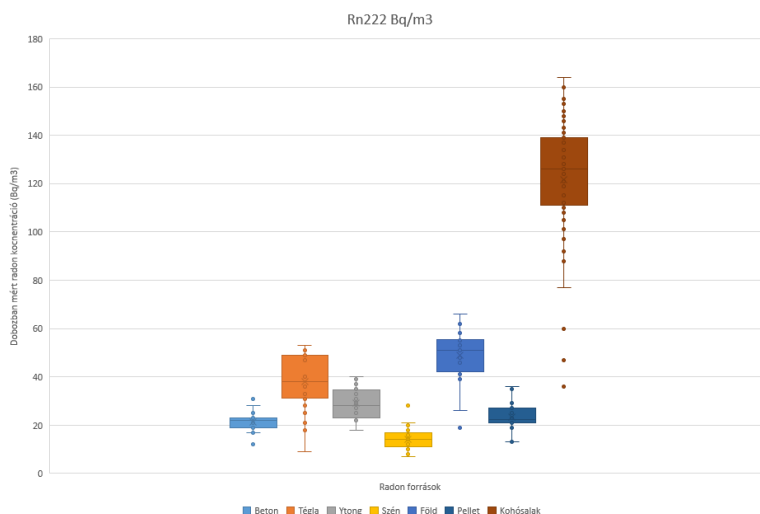




5.ábra: Diagramok városias és vidéki környezetben

Figure 5: Diagrams in city areas – agricultural atmosphere

Ezeket az eredményeket egy szórásdiagramon ábráztuk (6. ábra). Szellőztetést tekintve három alapvető esetben vizsgáltuk a kialakuló koncentrációkat: 1. mesterséges szellőztetés, ventilátor segítségével, 2. természetes légáram, nyitott szellőzőnyílásokkal, illetve 3. nem szellőztetett tér, zárt szellőző nyílásokkal. Mesterséges szellőztetés mellett a radonkoncentráció legalacsonyabb értéke 8 Bq/m<sup>3</sup> volt, maximális érték 59 Bq/m<sup>3</sup>.



6.ábra: Radonkoncentráció alakulása a kísérleti dobozban (különböző építőanyagok)

Figure 6: Radonconcentration in measuring box (different type of building material)

Természetes szellőztetés esetében megindult a radon dúsulás a kísérleti dobozban. Nem szellőztetett tér esetében a radonkoncentráció legalacsonyabb értéke  $50 \text{ Bq/m}^3$  körül alakult, csúcserőértéke  $122 \text{ Bq/m}^3$  értéket ért el. A kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy mesterséges szellőztetés nélkül a radonkoncentráció kétszeresésére is feldúsul rövid idő leforgása alatt, nagyon kis mennyiségű radonforrás mellett.

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

Lakóépületekben, zárt terekben ott, ahol életünk döntő részét (80-90%-át) töltjük, sokféle szennyezőanyag fordul elő és kimutatott tény, hogy rendkívül sok esetben a szennyezőanyag értékei az előírt határértékek felett vannak. A koncentráció bizonyos anyagoknál (mint  $\text{CO}_2$ , radon) különösen akkor magas, ha nincs megfelelően betervezett, kivitelezett szellőztető berendezés. A pandémiás helyzet óta egészségtudatosabban élünk és jobban odafigyelünk a belső – külső levegő minőségére. A belső terek levegőjének minősége új értelmet kapott, amit komplexen kell kezelni, ami jelen helyzetben az emberek nézetébe felértékelődött. Méréseim folytatásával célom meghatározni az optimális légcsereszámot figyelembe véve a szellőztető berendezéssel rendelkező, szellőztető berendezés nélküli lakóépületeket a két különböző lakókörnyezetben más-más tulajdonságok mellett.

## **INVESTIGATION OF THE EFFECT OF POLLUTANTS IN RESIDENTIAL BUILDINGS NEAR AGRICULTURAL LAND ON COMFORT**

LASZLO RICHARD FEKTI <sup>1</sup>- GABOR GECZI <sup>2</sup>,

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

<sup>1</sup>MVM Nuclear Power Plant Ltd, <sup>2</sup>Doctoral Schools of Mechanical Engineering

## **SUMMARY**

No matter where we are in the world, the air in the outside and inside always contains a certain amount and quality of pollutants. The most common source of pollutants is carbon-dioxide, but of course, in addition to this gas, other solid or gaseous pollutants are

also found in the air (eg. radon, tobacco smoke etc.) This is not a coincidence, as one of the consequences of human stay is the carbon-dioxide exhaled as a result of physiological processes. My research topic focuses on the comfort of residential buildings located in different locations, next to agricultural land. I study how the values of pollutant concentrations change near an agricultural area as opposed to a residential building in an argienvironment.

**Keywords:** Radonconcentration, air quality, indoor, air pollutants

## IRODALOM

*Csáki I. (2009): Szennyező anyagok a belső környezet levegőjében, 1. Alpok-Adria Passzívház Konferencia, Pécs, 2009.*

*Cothorn, C.R., Smith, J.E. (1987) Environmental radon. Environmental Science Research, Series Volume 35, Springer Press, New York.*

European Environment Agency 2019a. Air quality in Europe: 2019 report. LU: Publications Office. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/822355>

European Environment Agency 2019b. Hungary - Air pollution country fact sheet — European Environment Agency. Available at: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2019-country-fact-sheets/hungary>

*Herczeg L. (2008): A széndioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére Doktori értekezés, Budapest 2008*

*J. Rovira, N. Roig, M. Nadal, M. Schumacher, J. L. Domingo (2016): Human health risk of formaldehyde indoor levels: An issue of concern 2016*

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Fekti László Richard

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

e-mail cím: laszlo.richard.fekti@gmail.com



## DEBRECENBEN MEGFIGYELT MAGAS SZÁLLÓ POR (PM<sub>10</sub>) KONCENTRÁCIÓ ELEMZÉSE

GÉCZI GÁBOR<sup>1</sup>- QOR-EL-AINE ACHRAF<sup>2</sup>- BÉRES ANDRÁS<sup>3</sup>

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

<sup>1</sup>Környezettudományi Intézet, <sup>2</sup>Műszaki Tudományi Doktori Iskola, <sup>3</sup>Egyetemi

Laborközpont

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szálló por (PM<sub>10</sub>) problémát jelent az emberi élet, az épített környezet és a mezőgazdasági termelés számára, különösen akkor, ha a koncentráció magas. A tanulmány fő célja, hogy magyarázatot találjunk hazánk második legnépesebb és harmadik legnagyobb területű településén - Debrecenben – 2019 októberében tapasztalt magas PM<sub>10</sub> koncentráció okaira.

Alkalmaztuk a légtömeg pályák visszakövetését HYSPLIT szoftver segítségével és kerestük az összefüggéseket a térséget jellemző meteorológiai jellemzők és a szállópor (PM<sub>10</sub>) koncentráció között.

Az eredmények azt mutatják, hogy Debrecen magas PM<sub>10</sub> koncentrációja abban az időszakban, az alacsony szélsebességnek köszönhető. A fűtési rendszer porterhelése mellett meghatározó Románia nyugati régióiból és Szerbia közép-keleti területeiről a nagy hatótávolságú szennyezőanyag terjedés és mindezek mellett a széliránytól függően, Németország észak-nyugati része, Lengyelország déli régiói és Szlovákia keleti része is hozzájárulhatnak Debrecen PM<sub>10</sub> szintjéhez.

**Kulcsszavak:** PM<sub>10</sub>, levegőminőség, Debrecen

## BEVEZETÉS

A szálló por ( $PM_{10}$ ) problémát jelent az emberi élet, az épített környezet és a mezőgazdasági termelés számára, különösen akkor, ha a koncentráció magas. A tanulmány fő célja, hogy magyarázatot találjunk hazánk második legnépesebb és harmadik legnagyobb területű településén - Debrecenben – 2019 októberében tapasztalt magas  $PM_{10}$  koncentráció okaira.

Alkalmaztuk a légtömeg pályák visszakövetését HYSPLIT szoftver segítségével és kerestük az összefüggéseket a térséget jellemző meteorológiai jellemzők és a  $PM_{10}$  koncentráció között.

Az eredmények azt mutatják, hogy Debrecen magas  $PM_{10}$  koncentrációja abban az időszakban, az alacsony szélsőségeknek köszönhető. A fűtési rendszer portterhelése mellett meghatározó Románia nyugati régióiból és Szerbia közép-keleti területeiről a nagy hatótávolságú szennyezőanyag terjedés és mindezek mellett a széliránytól függően, Németország észak-nyugati része, Lengyelország déli régiói és Szlovákia keleti része is hozzájárulhatnak Debrecen  $PM_{10}$  szintjéhez.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A levegőszennyezés - az ember és a környezetének kapcsolatában - napjaink egyik legnagyobb kihívása és megoldandó problémája. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) adatai szerint évente több mint 4 millió halálesetet hozható összefüggésbe a környezeti levegő állapotával (Health Effects Institute 2019). Az egyik meghatározó szennyezőanyag a szálló porrészecskék (PM), amelynek a tartós expozíciója növeli a szív- és érrendszeri, valamint tüdőbetegségek és szívrohamok kialakulásának kockázatát és magas koncentrációban korai halálhoz vezethet. A szálló porszemcsék mérete különböző tartományba eshet, az emberi egészség szempontjából két meghatározó frakciót különítünk el: a  $PM_{10}$ , a durva részecskék, amelyek átmérője  $10\mu m$  alatti és a  $PM_{2,5}$ , az ún. finom részecskék, amelyek átmérője  $2,5\mu m$  és ez alatti tartomány (US EPA 2016).

A szálló por lehet természetes vagy antropogén eredetű. Természetes források, például vulkánok, erdőtüzek, porviharok és tengerek, óceánok párolgása (Misra et al. 2001), antropogén források közé soroljuk az ipari és mezőgazdasági tevékenységeket (*1. ábra*),

a közúti közlekedést és a háztartások tüzelőanyag felhasználását (Srimuruganandam és Shiva Nagendra 2012). A szállópor koncentrációjáról, terjedéséről és hatásáról szóló kutatások globálisan is (Lasiewicz et al. 2014) és lokálisan is (Srimuruganandam és Shiva Nagendra 2012, Krajčovičová et al. 2014, Shimadera et al. 2015) egyre nagyobb számban jelennek meg. Magyarországon a legnagyobb hangsúlyt a fővárost érintő szállópor tartalom, illetve a határokon áttérjedő szennyezőanyagok kutatása jelenti (Salma et al. 2001, Muránszky et al. 2010, Ferenczi és Bozó 2017a, Rodríguez-Urrego és Rodríguez-Urrego 2020). A vidéki városokról szóló tanulmányok kisebb számban találhatók.

A távolsági közlekedés hatása Közép-Európában befolyásolja a nagyvárosok, például Budapest levegőminőségét. Budapest elhelyezkedése kedvezőtlen, mert a szennyezett levegőt a szél minden irányból szállíthatja. Néhány kiemelkedő ipari terület, például a Pó-völgye vagy Lengyelország déli része fontos szerepet játszik Budapest levegőminőségében. A PM<sub>10</sub> esetében fontos a határokon átnyúló források hatása és aránya meghaladja az 50 százalékot (Ferenczi és Bozó 2017a). De kutatások bizonyítják azt is, hogy a téli szmog kialakulásában a meteorológiai viszonyok fontos szerepet játszanak Budapesten (Ferenczi és Bozó 2017b).



1. ábra: Mezőgazdasági területek, mint időszakos pontforrások

*Figure 1: Agricultural areas as periodic point sources*

A levegőminőségre vonatkozó európai szabványok szerint a  $PM_{10}$  -koncentráció éves határértéke  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a napi küszöbérték pedig  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , amelyet évente 35 napnál többször nem szabadna túllépni (European Environment Agency 2019a). Magyarország esetében, 2017 -ben a  $PM_{10}$  éves átlagos koncentrációja ( $50,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) meghaladta a határértéket és az év 90,41%-ban ennél is magasabb volt ( $58,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sajnos az értékek 2018-ban ( $50,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) és 2019-ben ( $50,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sem javultak. A leginkább meghatározó forrás a háztartások fűtése, amelyeket az ipari folyamatok és a közúti forgalom követ (European Environment Agency 2019b). Magyarországot azonban a határon túlról érkező szállópor terhelés is érinti.

A szennyező anyagok terjedésének vizsgálatához az egyik legnépszerű módszer az Amerikai Óceán- és Légkörkutató Hivatal Légkör-kutató Laboratóriuma (NOAA ARL) által kifejlesztett HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) modell, amely az úgynevezett trajektória (légtömegpálya) (*backward trajectory*) útját egy adott helyről időben visszafelé követi nyomon. A HYSPLIT modell egy olyan korszerű rendszer, ami egyszerű trajektóriák modellezése mellett a szennyező anyagok terjedését és ülepedését is képes szimulálni (Sábitz 2012). Nagy előnye, hogy alapvetően Lagrange-i modell, de ötvözi az ismert Euler-i és Lagrange-i szemléletmódokat: nyomon követi az adott légrést, tehát számításba veszi az advekciót és a diffúziót is, emellett figyelembe veszi az adott légrést térbeli helyét is egy háromdimenziós rácsba vetítve, vagyis bármely térbeli pontban meghatározhatók az egyes légszennyező anyagok koncentrációi is (Sábitz 2010, Stein et al. 2015, Koracin et al. 2011).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Jelen tanulmány célja, hogy felderítse azokat a potenciális területeket, országokat, ahonnan a 2019 októberében, Debrecenben és környékén bekövetkezett  $PM_{10}$  szennyezés származtatható. Debrecen egy kiterjedt mezőgazdasági térség centrumában helyezkedik el Budapeستől 230 kilométerre, Magyarország észak-alföldi régiójában, a román határ közelében. Hazánk második legnépesebb és harmadik legnagyobb területű települése 2019-ben 202 402 lakossal, és  $461,25 \text{ km}^2$  közigazgatási területtel (Magyar Központi Statisztikai Hivatal 2020). Jelenleg is meghatározó a mezőgazdaság szerepe a város gazdaságában. Debrecen porterhelésében is elsősorban a háztartások fűtése és a

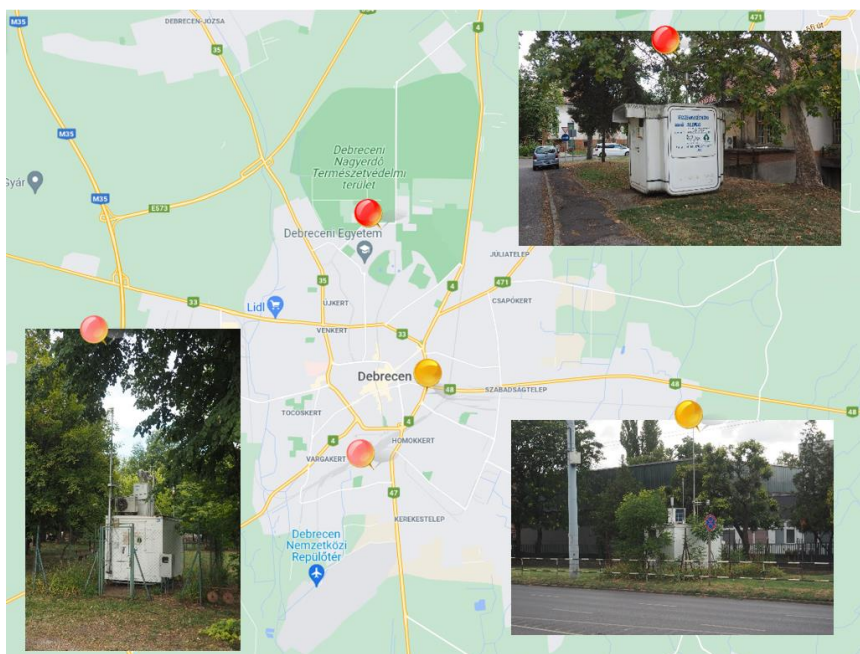
közlekedés a meghatározó, de az említett időszakban a forrásokat egyértelműen „messzebb” kell keresni.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adatai alapján Debrecen 123 méter tengerszint feletti magasságon található, éghajlata melegnek és mérsékeltnek tekinthető, a csapadék mennyisége eléri az 560 mm-t évente. A 2019 évben az átlaghőmérséklet 12°C volt, a leghidegebb hónap január (- 1,4°C), a legmelegebb hónap az augusztus (23,4°C) (OMSZ 2020).

Magyarországon a levegőminőség mérését, értékelését az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) végzi és az eredményeket hivatalos honlapján folyamatosan teszi elérhetővé. Debrecenben 3 mérő állomás található (Hajnal u.; Kalotaszeg tér és a Debreceni Egyetem Klinikai Központ területén) (2. ábra). Mindhárom állomás folyamatosan méri a kén -dioxid (SO<sub>2</sub>), a nitrogén -dioxid (NO<sub>2</sub>), a nitrogén -oxid (NO), a szén -monoxid (CO) és a PM<sub>10</sub> koncentrációt. A vizsgálatokhoz használt szennyezőanyag koncentrációk ezen mérőállomások adatbázisából származnak. 2019. október 19-29. között a PM<sub>10</sub>-koncentráció napi átlaga több mint 7 napon keresztül 50µg/m<sup>3</sup> felett volt. Az elemzésekhez felhasználtuk az OMSZ által biztosított meteorológiai adatokat, mint levegőhőmérséklet, relatív páratartalom, csapadék mennyiség, szélesebbesség és szélirány.

Tanulmányunkban a Debrecenre vonatkozó légtömegpályák visszakövetését végeztük el 2019. október 18. és 30. közötti időszakra. Összesen 5 darab 72 órás légtömeg pályát elemeztünk, mindegyiket 100 méteres kezdő magassággal, amelyeket a Global Data Assimilation System (GDAS) meteorológiai adatokkal indítottunk. Az adatok a National Climatic Data Centre (NCDC) adatbázisából származnak, amelyhez a National Centers for Environmental Information (NCEI) nyilvános hozzáférést biztosít.





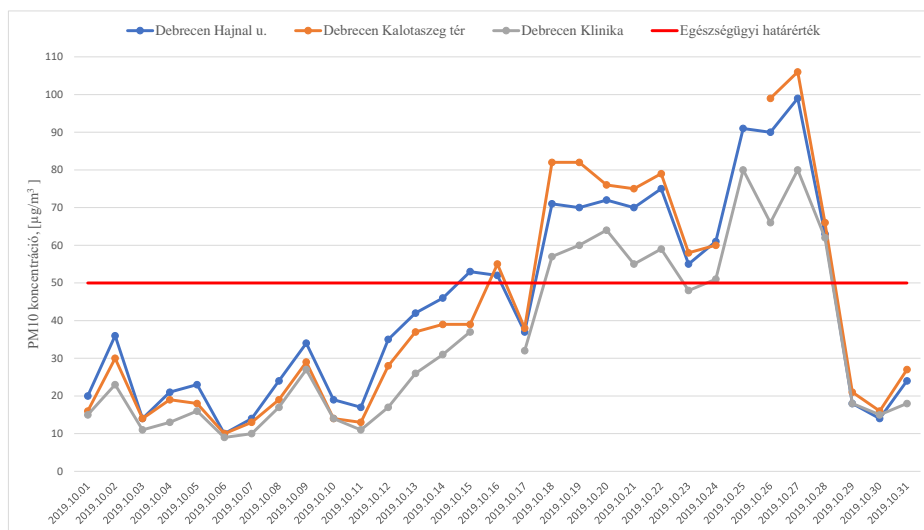
2.ábra: Debrecen levegőminőség mérőállomásainak elhelyezkedése

Figure 2: Location of air quality measuring stations in Debrecen

## EREDMÉNYEK

A 2019 októberében tapasztalható levegőminőségi paraméterek a korábbi években nem tapasztalható szennyezettséget mutattak. A 3. ábrán látható, hogy a szálló por ( $PM_{10}$ ) napi átlag koncentrációja 11 egymást követő napon a meghaladta – vagy nagyon megközelítette – az  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t mindhárom levegőminőség ellenőrző állomáson. A legmagasabb napi átlag koncentrációt -  $106\mu\text{g}/\text{m}^3$  - a Debrecen Kalotaszeg téri állomáson mérték. A legkritikusabb időszak október 18 és 28 közé esett. Ebben az időszakban még a Debreceni Egyetem Klinikai Központjánál, erdős, fás környezetben található mérőállomása is 10 alkalommal mért a napi egészségügyi határérték feletti  $PM_{10}$  koncentrációt. A 2019 októberében tapasztalható levegőminőségi paraméterek a korábbi években nem tapasztalható szennyezést mutattak. 2017 októberében az átlagos  $PM_{10}$  koncentráció  $26,92\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2018 októberében  $28,42\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ugyanakkor 2019 október havában az átlagos érték  $40,51\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A 3. ábrán látható, hogy a szálló por ( $PM_{10}$ ) napi átlag koncentrációja 11 egymást követő napon a meghaladta – vagy nagyon

megközelítette – az 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t mindhárom levegőminőség ellenőrző állomáson. A legmagasabb napi átlag koncentrációt - 106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - a Debreceni Kalotaszeg téri állomáson mérték. A legkritikusabb időszak október 18 és 28 közé esett. Ebben az időszakban még a Debreceni Egyetem Klinikai Központjánál, erdős, fás környezetben található mérőállomása is 10 alkalommal mért az egészségügyi határérték feletti koncentrációt.



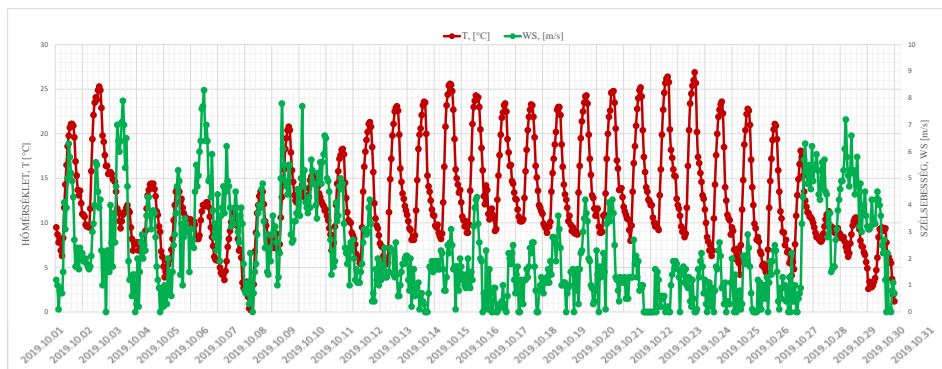
3.ábra: PM<sub>10</sub> koncentráció alakulása Debrecenben 2019 októberében

Figure 3: PM<sub>10</sub> concentration as a function of days on Debrecen in October 2019

A levegőminőséget a szennyező forrás távolsága és intenzitása mellett nagymértékben befolyásolják a meteorológiai viszonyok. Kiragadva a hőmérsékleti (T) értékeket és a szélsébséget (WS) a 4. ábrán némi magyarázatot kapunk a vizsgált időszak magas szállópor koncentrációjára. Debrecenben 2019 októberének átlaghőmérséklete 12,7 °C volt, a legmagasabb hőmérsékletet 24-én mérték, 26,9°C-t, a legalacsonyabb hőmérséklet pedig -1,6°C volt 8-án.

A szélsébség (WS) is nagymértékben változott a hónap folyamán. 2019 októberében az első két hét során többször meghaladta a 5 m/s szintet és 6-án 8,3 m/s is sebességet is regisztráltak. Október 10-e volt a legszelesebb nap, azon a héten, átlagosan 4,9 m/s szélsébség adódott és a maximális sebesség elérte a 7,7 m/s értéket. Október 12-e után azonban a szél sebessége jelentősen lecsökkent, 2 m/s alatt volt, a napi átlagok pedig 1

m/s-nál is kisebbek. Október utolsó 3 napjára ismét visszatért a hónap elejére jellemző nagyobb szélesség.



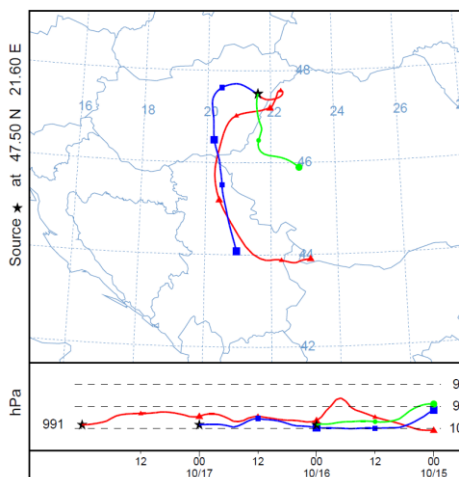
4 ábra: A hőmérséklet és a szélesség alakulása 2019 október hónapban

Figure 4: Temperature and wind speed changes in October 2019

A szélirány tekintetében – az ábrán nem látható – 10%-ban délről fúj, 9%-ban kelet-északkeleti és észak-északkeleti irányból. Azokban a napokban, amikor a  $PM_{10}$  koncentrációja meghaladta az egészségügyi határértéket, a szél sebessége nagyon alacsony értékű, a maximális hőmérséklet  $22^{\circ}C$  felett volt. A minimális hőmérséklet  $4$  és  $8^{\circ}C$  között adódott. Az utolsó 3 napban a  $PM_{10}$  koncentrációja ismét az egészségügyi határérték alá kerül - a napi átlag  $18,15$  és  $18 \mu g/m^3$  közötti - köszönhetően a növekvő szélességnek.

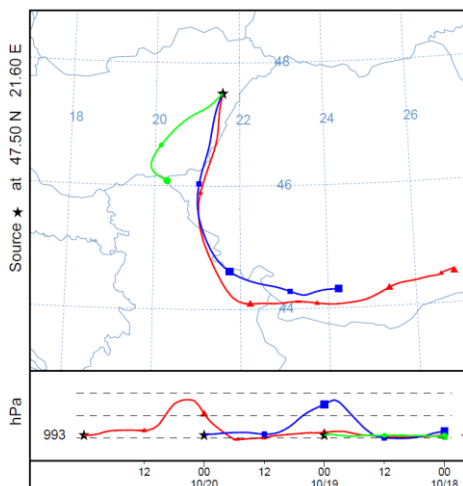
Az 5-9. ábrákon a HYSPLIT szoftver algoritmusával történt légtömegpályák visszakövetését mutatjuk be, hogy a magas szállópor koncentrációt okozó szennyezések forrására magyarázatot találjunk. Az október 18 -tól kezdődő pálya visszakövetés (5. ábra) azt mutatja, hogy a szilárd szennyezőanyagok Szerbia középső részéből (a Bor- és Braničevo -körzetből és Belgrád városából), valamint a magyar határhoz közeli, a Románia nyugati részén található Bánság és Crisana régió felől érkeztek. Az október 21-re történő légtömegpályá visszakövetés (6. ábra) szintén azt mutatja, hogy Románia Bánság, Crisana, Olténia és Walachia régiókból, valamint a Szerbia Bori kerületéből származott a szennyezőanyag, amelyek hozzájárultak a debreceni magas  $PM_{10}$  koncentrációhoz. Ugyanakkor a 7. ábrán már az is látható, hogy a Szerbiából érkező

légtömegek mellett a szállópor Horvátország nyugati részéről is származhat. A 8. ábra jól szemlélteti, hogy az október 27 -én kezdődő légtömegpályák romániai Crisana régióiból indulnak és hozzájárulnak Debrecen levegőminőség alakulásához. Az utolsó (9. ábra) 72 óras visszakövető pálya elemzés október 30-ra történt és bemutatja azon részecskék útját, amelyek Németország északnyugati partvidékéről, Lengyelországon és Szlovákián áthaladva Debrecenben végződnek.



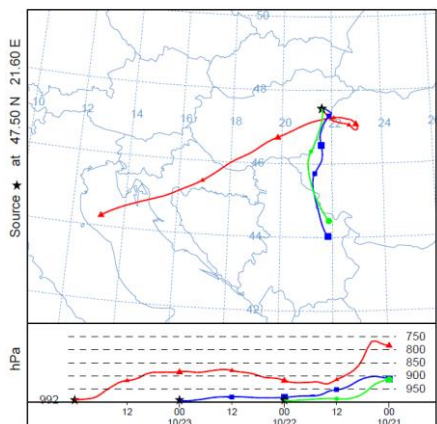
5. ábra: 72 óras légtömegpálya visszakövetés 2019. október 18-ra

Figure 5: 72-hour backward trajectory to October 18, 2019



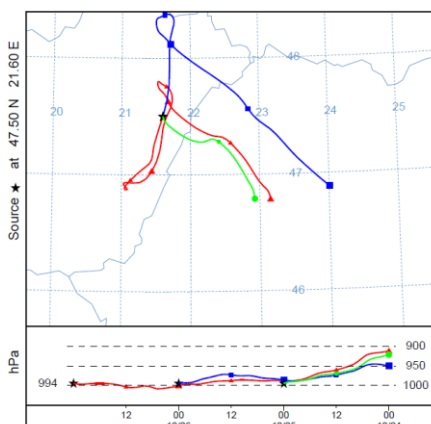
6. ábra: 72 óras légtömegpálya visszakövetés 2019. október 21-re

Figure 6: 72-hour backward trajectory to October 21, 2019



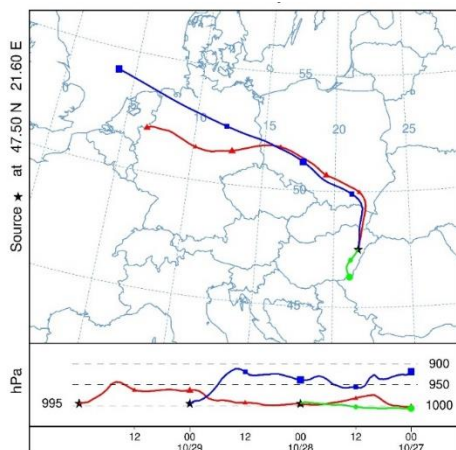
7. ábra: 72 órás légtömegpálya visszakövetés 2019. október 24-re

Figure 7: 72-hour backward trajectory to October 24, 2019



8. ábra: 72 órás légtömegpálya visszakövetés 2019. október 27-re

Figure 8: 72-hour backward trajectory to October 27, 2019



9. ábra: 72 órás légtömegpálya visszakövetés 2019. október 30-ra

Figure 9: 72-hour backward trajectory to October 30, 2019

## ÖSSZEFOGLALÁS

A PM<sub>10</sub> egyike azoknak a szennyező anyagoknak, amelyek egészségünkre és környezetünkre kedvezőtlen hatást gyakorolnak, eredetük megértése segít a monitoring rendszerek fejlesztésében, javításában. A 2019 -ben Debrecenben előforduló magas PM<sub>10</sub> koncentrációnak számos oka volt. Elsőként a magas légnyomás, az anticiklonális áramlási mező és ennek következtében a kis szélsébség járulhatott hozzá. De valószínűsíthető a vertikális hőmérsékleti profil is olyan volt, hogy kicsi volt a határreteg magasság, ezért alul beszorulhatott a szennyezőanyag, vertikálisan sem tudott hígulni. Ezek következtében a feldúsult szállópor részecskék semmilyen formában nem távoztak el a városból. Ezenkívül az októbert azon hónapok egyikének tekintik, ahol az emberek használni kezdik a fűtési rendszereket. Ez érthető, hiszen az éjszakai hőmérsékletek már alacsonyok voltak (4-8°C) és október 8-án a hőmérséklet -1,6°C-ra csökkent. A trajektóriák visszakövetései azt mutatták, hogy szerbiai Bor térsége mellett Románia Bánát és Crisana régiói hozzájárulnak a PM<sub>10</sub> Debrecenben mért koncentrációjához. Ezekben a régiókban találunk példákat ipari légszennyezőanyag kibocsátásra. Az említett régiók mellett Debrecen PM<sub>10</sub> terheltségi szintjét, a széliránytól függően, Németország észak-nyugati része, Lengyelország déli régiói és Szlovákia keleti része is befolyásolják.

## ANALYSING THE HIGH PM10 CONCENTRATION OBSERVED IN DEBRECEN, HUNGARY

GÁBOR GÉCZI <sup>1</sup>- ACHRAF QOR-EL-AINE <sup>2</sup>- ANDRÁS BÉRES <sup>3</sup>

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

<sup>1</sup>Institute of Environmental Science, <sup>2</sup>Doctoral Schools of Mechanical Engineering

<sup>3</sup>University Laboratory Center

## SUMMARY

Particulate matter (PM<sub>10</sub>) is a problem for human life, the built environment and agricultural production, especially when the concentration is high. The main goal of the study is to find an explanation for the reasons for the high PM<sub>10</sub> concentration

experienced in October 2019 in the second most populous and third largest settlement in Hungary, in Debrecen.

We used Air Mass Backward Trajectories by HYSPLIT software and searched for relationship between area-specific meteorological characteristics (temperature, wind speed, relative humidity, etc.) and particulate matter (PM<sub>10</sub>) concentrations.

The results show that the high concentration of PM<sub>10</sub> in that period is due to the low wind speed. In addition to the dust load on the heating system, the long-range particle transmission from the western regions of Romania and the middle-eastern parts of Serbia and depending on the wind direction, north-western Germany, southern Poland and eastern Slovakia may contribute to PM<sub>10</sub> levels in Debrecen.

**Keywords:** PM<sub>10</sub>, air quality, Debrecen

## IRODALOM

*European Environment Agency* (2019a): Air quality in Europe: 2019 report. LU: Publications Office.

*European Environment Agency* (2019b): Hungary - Air pollution country fact sheet — European Environment Agency.

*Ferenczi Z.- Bozó L.* (2017a): Effect of the long-range transport on the air quality of greater Budapest area. *International Journal of Environment and Pollution* 62(2/3/4) 407.

*Ferenczi Z.- Bozó L.* (2017b): The Influence of the meteorological on the extreme high PM<sub>10</sub> concentrations in Hungarian urban areas. Bologna, Italy

*Health Effects Institute* (2019): State of Global Air report 2019.

*Magyar Központi Statisztikai Hivatal* (2020): Detailed Gazetteer of Hungary - Debrecen.

*Kim, K.H. - Kabir, E. - Kabir, S.* (2015): A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International* 74, 136–143.

*Koracin, D. – Vellore, R. – Lowenthal, D.H. – Watson, J.G. – Koracin, J. – McCord, T. – DuBois, D.W. – Chen, L.W.A. – Kumar, N. -Knipping, E.M. – Wheeler, N.J.M. –*

*Craig, K. – Reid, S.* (2011) Regional Source Identification Using Lagrangian Stochastic Particle Dispersion and HYSPLIT Backward-Trajectory Models. *Journal of the Air & Waste Management Association* 61(6), 660–672.

- Krajčovičová, J. - Kremler, M. - Matejovičová, J.* (2014): Local PM<sub>10</sub> source apportionment for non-attainment areas in Slovakia. *International Journal of Environment and Pollution* 54(2/3/4), 166.
- Lasiewicz, M. - Bogusz, M. - Kośła, M.* (2014): Universal system for forecasting changes in PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> particulate matter air pollution concentration. *International Journal of Environment and Pollution* 56(1/2/3/4), 94.
- Misra, C. - Geller, M.D. - Shah, P. - Sioutas, C. - Solomon, P.A.* (2001): Development and Evaluation of a Continuous Coarse (PM 10 –PM 25 ) Particle Monitor. *Journal of the Air & Waste Management Association* 51(9), 1309–1317.
- Muránszky G. - Wei-wei, L. - Óvári M. - Jun, Y. - Shi-hua, Q. - Yasemin, B. - Zárny Gy.* (2010): Elemental analysis of urban aerosols collected in Budapest (Hungary) and Wuhan (China). *Toxicological & Environmental Chemistry* 92(3), 421–428.
- Reizer, M. - Juda-Rezler, K.* (2016): Explaining the high PM<sub>10</sub> concentrations observed in Polish urban areas. *Air Quality, Atmosphere & Health* 9(5), 517–531.
- Rodríguez-Urrego, D. - Rodríguez-Urrego, L.* (2020): Air quality during the COVID-19: PM<sub>2.5</sub> analysis in the 50 most polluted capital cities in the world. *Environmental Pollution* 266, 115042.
- Salma I. - Maenhaut, W. - Zemplén-Papp É. - Zárny Gy.* (2001): Comprehensive characterisation of atmospheric aerosols in Budapest, Hungary: physicochemical properties of inorganic species. *Atmospheric Environment* 35(25), 4367–4378.
- Sábitz J. - Solymosi Z. - Solymosi N.* (2012): AGMAAS: a GIS integrated tool for modelling wind-borne spreading of FMD virus. *Nat Prec.*
- Shimadera, H. - Kojima, T. - Kondo, A. - Inoue, Y.* (2015): Performance comparison of CMAQ and CAMx for one-year PM<sub>2.5</sub> simulation in Japan. *International Journal of Environment and Pollution* 57(3/4), 146.
- Srimuruganandam, B. - Shiva Nagendra, S.M.* (2012): Source characterization of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> mass using a chemical mass balance model at urban roadside. *Science of The Total Environment* 433, 8–19.
- Stein, A.F. - Draxler, R.R. - Rolph, G.D. - Stunder B.J.B. - Cohen, M.D. - Ngan, F.* (2015): NOAA's HYSPLIT Atmospheric Transport and Dispersion Modeling System. *Bulletin of the American Meteorological Society* 96(12), 2059–2077.
- Országos Meteorológiai Szolgálat* (2020): Annual data - Data - met.hu - Debrecen.
- US EPA* (2016): Particulate Matter (PM) Basics.



*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Dr. Géczy Gábor

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő  
Környezettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

e-mail: geczi.gabor@uni-mate.hu

Qor-El-Aine Achraf

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő  
Műszaki Tudományi Doktori Iskola, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

e-mail: qorelaine.achraf@gmail.com

Dr. Béres András

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő  
Egyetemi Laborközpont, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

e-mail: beres.andras@uni-mate.hu



## TÁJÉKOZTATÓ ÉS ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

### Általános szempontok

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növény-tudományok (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika, stb.), állattudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy, stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó szakcikket közölhetünk. Szemle rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések, stb. kerülnek.

2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat angol vagy magyar nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket. A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.

3. Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.

4. A kéziratot - annak mellékleteivel együtt - elektronikusan (e-mailben) kell megküldeni Dr. Szalka Éva címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; szalka.eva@sze.hu)

### A kézirat összeállítása

#### 1. Formai követelmények

1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16-20 gépelt - számozatlan - oldal legyen, Times New Roman betűtípussal 11 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépirás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközrel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.

1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1-1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.

1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.

A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

## **2. A kézirat szerkezete**

2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.

2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének és kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:

-Bevezetés

-Irodalmi áttekintés

-Anyag és módszer

-Eredmények

-Következtetések

-Összefoglalás

-Irodalom

az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a szerző(k) levélcímét (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

·magyar nyelvű közlemény esetén

-magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal

-táblázatok és ábrák

-angol nyelvű táblázat- és ábracímek

-az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

*1. táblázat* Az egynyári szélű előfordulása a Fertő-Hanság-medence  
kukoricavetéseiben

*Table 1 Occurrence of Mercurialis annua L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin*

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m <sup>2</sup> (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

\* a tenyészidőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4m<sup>2</sup>, \*during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

-angol nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal

-külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

### **3. Irodalmi hivatkozások**

3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe - hivatkozáskor - egy szerző esetében a szerzők családnévének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé "és" szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Ivánicsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor a dolgozatban idézett szerzők nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.

-Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma félkövéren, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.

Pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. *Növénytermelés.* 35, (1) 39-44.

-Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.

Pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

-Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és "in" megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét

Pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.): A lucerna termesztése.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

-Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet keli tenni.

Pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis.* 39, (1-2) 1-14.

-Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

#### **4. Ábrák és táblázatok**

4.1. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és ne a dokumentumba ágyazva.

4.2. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.

4.3. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.

4.4. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.

Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

### **5. Lektorálás, korrektúra**

5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bírálat) történik. Mint azt az *Általános szempontokban* említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az *előzetes nyelvi ellenőrzést*, amit *szakmai bírálat* követ.

5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszámban a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül - feltüntetjük.

5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza e-mail-ben ([szalka.eva@sze.hu](mailto:szalka.eva@sze.hu)). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

A Szerkesztőbizottság

**Kiadásért felelős:**  
Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja  
**A szerkesztőség címe**  
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

## Tartalom

ÁLLATTUDOMÁNYI ÉS TAKARMÁNYOZÁSI SZEKCIÓ.....	4
Márton A. - Balogh P. - Babay-Török B. - Biskup M. - Pajor G.:	
Folyamatos adatgyűjtés digitális szenzorokkal húsmarha gulyán a legeltetési szezonban.....	5
Á. Lenner - E. Török - I. Komlósi:	
The characteristic of fosterage in a hungarian grey cattle ( <i>Bos Primigenius Taurus Hungaricus</i> ) stock .....	23
Márton J. - Anton I. - Márton I. - Szabó F.:	
A hereford fajta eredete, szerepe a fenntartható szarvasmarhatenyésztésben.....	37
Csürhész - Mikó E. - Török - Szabó :	
Myostatin mutációk, genetikai terheltségek és azok hatásai a hazai charolais populáció termelésére.....	62
Szabó-Sárvári L.Cs. Gyökér E. - Németh A. - Templi K. - Póti P. - Pajor F. - Gulyás L.:	
Lacaune tőgymorfológiai vizsgálatok egy győr-moson sopron megyei törzstenyésztésben .....	78
AGRÁRMŰSZAKI SZEKCIÓ .....	94
Páger Sz. - Veres A. - Géczy G. - Földi L.:	
Állattartás fűtési hőszükséglet meghatározása épületgépész szemmel egy sertéshizlalda esetében.....	95
Patonai Z. - Géczy G.:	
Katonai tábor élelmiszertárolójának belső levegőminőség vizsgálata.....	112
Korzenszky P. - Kassebi S.:	
A tömegcsökkenés vizsgálata <i>Golden delicious</i> alma tárolása esetén.....	128
Kovács R. - Korzenszky P. - Keresztes R.:	
A mezőgazdaságban alkalmazott műanyagok forgácsolása.....	140
Feketi L. R. - Géczy G.:	
Mezőgazdasági terület mellett létesült lakóépületekben keletkező szennyezőanyagok komfortra gyakorolt hatásának vizsgálata.....	158
Géczy G. - Qor-El_Aine Achraf - Béres A.:	
Debrecenben megfigyelt magas szálló por (PM <sub>10</sub> ) koncentráció elemzése.....	170
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére.....	184