

Doktori (PhD) értekezés tézisei

A vízlábnyom és a vízhasználati hatékonyság vizsgálata fejőházakban

Nagypál Virág

Témavezető:

Prof. Dr. Hodúr Cecilia

Egyetemi tanár, az MTA Doktora

Társ-témavezető:

Dr. habil Mikó Edit

Egyetemi docens

Környezettudományi Doktori Iskola

Szegedi Tudományegyetem

2023

1. Bevezetés - Célkitűzés

A növénytermesztés és az állattenyésztés termelési kapacitásának növeléséhez alapfeltétel a víz célszerű használata különösen, mivel az édesvíz készleteink kimerülő, véges formában állnak rendelkezésre. A növekvő vízigény, az erőforrás hatékony technológiák alkalmazása és a tisztított víz újrahasználatának elfogadása mind-mind döntő tényezővé vált. Az egyes ágazatok vízhasználatának összehasonlítása érdekében alkották meg a vízlábnyom fogalmát, melynek alkalmazásával tisztább képet kapunk a valós vízhasználat és a vízfogyasztás alakulásáról. Az állattenyésztés vízlábnyoma tehát egy olyan átfogó mutató, ami akár egy adott telep szintjén elemzi a kék-, a zöld- és a szürkevíz mennyiségi és minőségi alakulását. A tejelő tehenészetek vízlábnyomának meghatározása egyre több országban kulcsfontosságú ahhoz, hogy fenntartható módon végezhesék a termelést, figyelembe véve annak környezeti, szociális és ökonómia hatásait. A tartási körülmények, a választott fajta, a menedzsment, a fejéstechnológia, a takarmányozás, az itatás és a keletkező szennyvíz tárolási lehetőségei mind-mind befolyásolják egy tejelő szarvasmarha telep vízforgalmát, illetve a keletkező szennyvíz újrahasznosításának lehetőségeit.

A kutatásom során a magyarországi tejtermelő tehenészetekben leginkább elterjedt fejőház típusok vízhasználatának felmérését és a fejés körül keletkező szennyvíz tisztíthatóságát, esetleges újra hasznosítását vizsgáltam. Usva és mtsai (2013) a hagyományos, kötött tartási rendszerben történő vezetékes fejőberendezés, a kötetlen tartási rendszerben lévő fejőház, illetve fejőrobot vízhasználatát vizsgálták, és megállapításaik szerint nincs szignifikáns különbség az eltérő fejéstechnológiák és a takarmányozási gyakorlatok

vízfogyasztása között. Ennek alapján arra kerestem választ, hogy az általam vizsgált tehenészetekben van-e szignifikáns eltérés fejőházi/fejési technológiák tekintetében a vízlábnyom, vízhasználat szempontjából. Lehet-e tudományos és a gyakorlatban is hasznosítható adatokkal, információkkal, és javaslatokkal szolgálni a tejtermelő tehenészetek számára a legjelentősebb vízhasználatot igénylő munkafolyamat, a fejés, vízlábnyomának optimalása.

2. Kutatási módszerek

Dolgozatomban három fejőház típust hasonlítottam össze, a hagyományosnak mondható halszállkás elrendezésű, napi kétszeri fejést és tőgymosást alkalmazó telep (HLSZ) mellett egy még nem túl elterjedt, de egyre inkább előtérbe kerülő fejőrobotos (ROB) telepet és egy már kevésbé alkalmazott, de Dél-kelet Magyarországon még jellemző poligon (POL) típusú fejőházat, ahol naponta háromszor fejnek és nem alkalmaznak vizes tőgyelőkészítést.

A kék és szürke vízlábnyom meghatározásához a RISKÁ telepírányítási szoftvert illetve a dolgozók, telepvezetők információit, valamint saját méréseim eredményeit használtam

Az ivóvíz fogyasztás kiszámítására Meyer és mtsai (2004) képletét alkalmaztam, a kísérleti telepek kék és szürke vízlábnyomainak kiszámítása Mekonnen és Hoekstra (2012) vízlábnyom képletével történt.

A telepek között az ivóvízfogyasztás összehasonlítása varianciaanalízist, a tényleges, illetve a korrigált tejmenyiség (FPCM) és a kék víz felhasználása közötti összefüggés vizsgálatához regresszió analízist alkalmaztam. A technológiai vízhasználat összehasonlítása a fejésnél mutatkozó vízhasználati

kategóriáknál, valamint a kék vízlábnyomok összehasonlítása is többminta t-próba statisztikai elemzéssel történt.

Az állattenyésztés víz fogyasztását meghatározó paraméterek közül elsősorban a fejőházak vízlábnyomának meghatározó elemeit határoztam meg, feltételezve, hogy a fejési módszer alapvetően befolyásolja ezt az értéket, valamint annak a kimunkálását is megcéloztam, hogy a vizsgálati telepek különböző fejőházi szennyvíz mintáit milyen kezelésekkel, milyen hatékonysággal sikerül tisztítani. A flokkulálás, a centrifugálás, a fenton reakción alapuló oxidációs kezelés, és az ózonozás mellett mikroszűrést és ultraszűrést is alkalmaztam tisztítási műveletként.

3. Új tudományos eredmények

1. **Mérésiem alapján megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a különböző fejési technológiát alkalmazó telepek egy tehénre, ill. egy fejésre jutó napi technológiai vízhasználatában.**

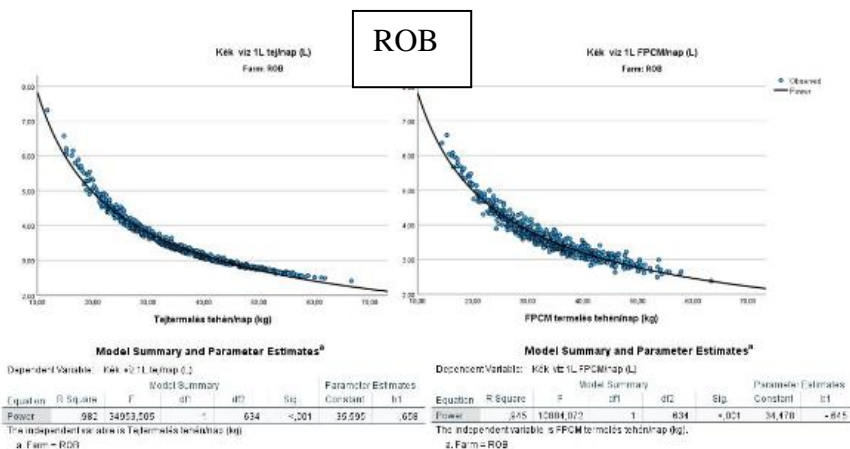
1. táblázat: Átlagos napi technológiai vízhasználat

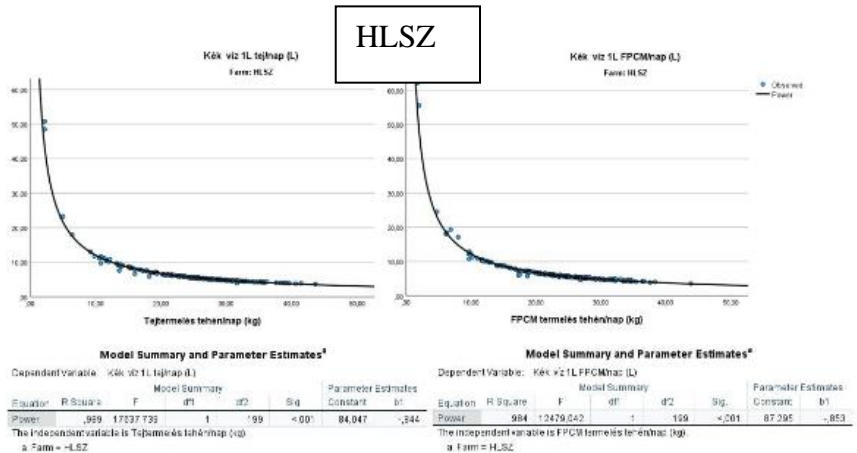
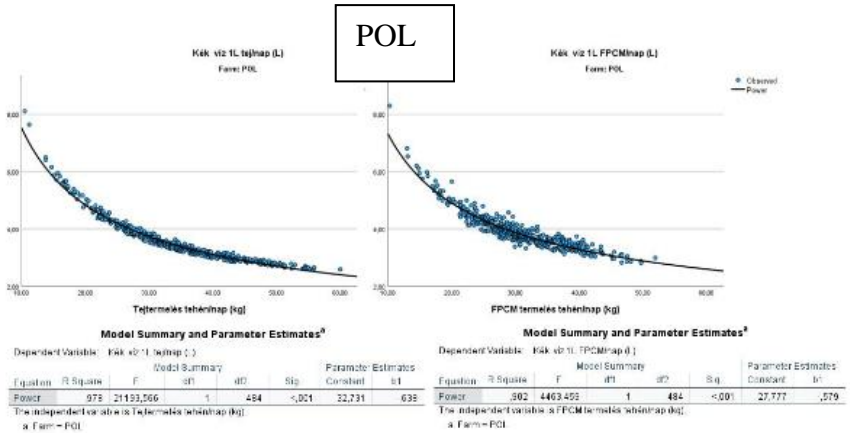
	HLSZ	POL	ROB
Tejtank(ok) (m ³ /nap)	0,17	0,28	0,43
Tőgyelőkészítés (m ³ /nap)	2,23	k)	2,68
Fejőberendezés belső mosása (m ³ /nap)	1,36	2,88	2,88
Padozat és fejőberendezés külső mosása (m ³ /nap)	3,80	5,70	4,20
Teljes átlagos napi technológiai vízhasználat (m ³ /nap)	7,56 ^a	8,86 ^b	10,19 ^c
1 tehén napi technológiai vízhasználat (m ³ /tehén/nap)	0,0346 ^a	0,0167 ^b	0,0195 ^c
1 fejés napi technológiai vízhasználat (m ³ /nap/fejés)	0,0173 ^a	0,0055 ^b	0,0069 ^c

k) a tőgyelőkészítés fertőtlenítő kendővel történik, nem jár vízhasználattal
 A legalacsonyabb értéket a POL telep adatai mutatták: 0,0167 m³/tehén/nap, 0,0055 m³/fejés/nap; a legmagasabbat pedig a HLSZ telep:0,0346 m³/tehén/nap, 0,0173 m³/fejés/nap. Legjelentősebb tényező a tőgymosás, melynek használata mellett a technológiai vízszükséglet egy tehenre jutó mennyisége háromszorosa volt a “száraz” előkészítést alkalmazó eljáráshoz képest.

2. Igazoltam, hogy az egységnyi tejmennyiség termeléséhez szükséges kékvíz mennyisége között hatványos összefüggés áll fenn. Továbbá bizonyítottam azt is, hogy a telepek esetében a leíró függvények között szignifikáns különbség mutatható ki.

A regressziós egyenlet állandója, ami azt mutatja meg, hogy 1 kg tej termeléséhez hány liter kékvíz szükséges, a HLSZ telepen a legnagyobb: 84,0 liter; a ROB telepen 35,6 liter a POL telepen pedig a legkisebb 32,73 liter.





1.ábra: A tényleges, valamint a korrigált tejtermelés és a kék víz felhasználása közötti összefüggés

3. Bizonyítottam, hogy a tehenek számára vonatkozóan, a különböző fejési technológiát alkalmazó telepek kék vízlábnym értékei között szignifikáns eltérés van, de nincs

szignifikáns különbség a POL és ROB telep kék vízlábnyom értékei között, ha a fejések számára vonatkoztatjuk azt.

Ez az érték a ROB telep esetében 42,55 m³/tehén/év, 15,19 m³/fejés/év; a A POL telepnél 43,85 m³/tehén/év; 14,61 m³/fejés/év; a HLSZ telepnél 44,66 m³/tehén/év; 22,33 m³/fejés/év

2. táblázat: Kék vízlábnyom eredmények

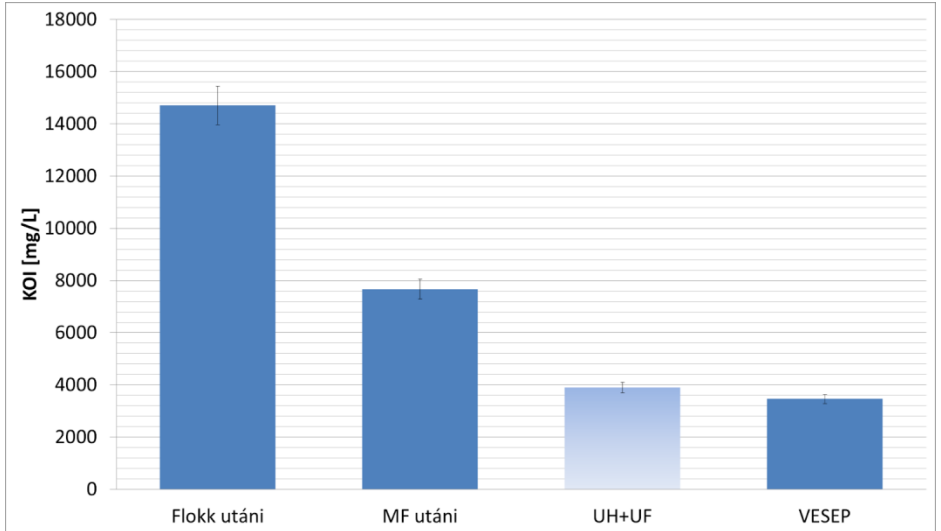
	HLSZ	POL	ROB
Ivóvízfogyasztás kék vízlábnyoma (m ³ / év/tehén)	32,04 ^a	37,76 ^b	35,44 ^b
Technológiai vízhasználat kék vízlábnyoma (m ³ / év/tehén)	12,62 ^a	6,09 ^b	7,11 ^c
Teljes kék vízlábnyom (m ³ / év/tehén)	44,66 ^a	43,85 ^b	42,55 ^c
Teljes kék vízlábnyom (m ³ / év/fejés)	22,33 ^a	14,61 ^b	15,19 ^b

4. **Meghatároztam, hogy a flokkulálás, ózonozás és Fenton reakción alapuló oxidációs eljárás egyformán hatékony szennyvíztisztítási módszer a fejóházi eredetű szennyvizek esetében a kémiai oxigénigény tekintetében.**

A kiindulási minta szennyezettségétől függően 35-50 %-os hatásfok érhető el mindhárom módszer alkalmazása esetén, közöttük szignifikáns különbség nem mutatható ki.

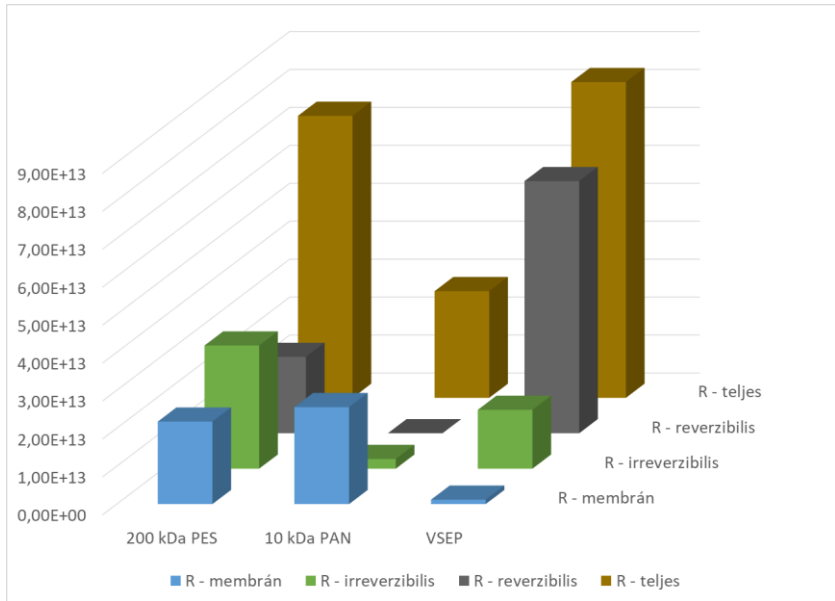
5. **A flokkulálás-mikorszűrés és 200 kDa vágási értékű PES membránnal végzett vibrációs ultraszűrés szignifikánsan**

**alacsonyabb kémiai oxigénigény értékű - 3462 mg/L-,
permeátumot eredményez, mint a statikus, de
ultrahanggal segített szeparálás – 3900 mg/L-**



2. ábra Kémiai oxigénigény értékek alakulása a VSEP és UH+UF kezelési sorozatban

6. **Bizonyítottam, hogy a vibrációs ultraszűrés reverzibilis és irreverzibilis ellenállás értékeinek aránya lényegesen meghaladja az ultrahanggal kísért szeparáció arányát.**

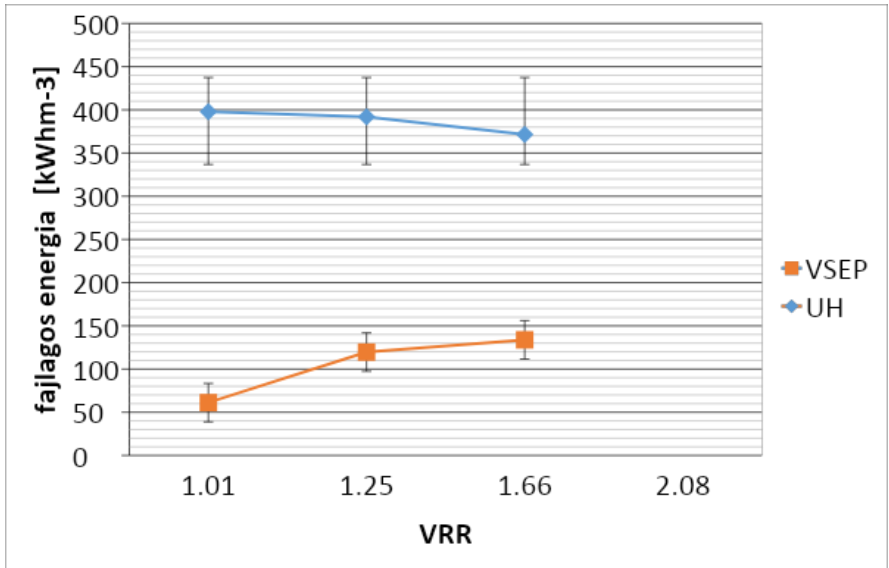


3. ábra: Az ultrahanggal kísért és vibráltatott ultraszűrés ellenállás értékei

Az arány VSEP esetében 4,29, míg UH&UF esetében 0,62, vagyis az egyszerű mechanikai lemosás alkalmazásával a membrán ellenállásának nagyrésze megszüntethető, a kezdeti ellenállás érték visszaállítható.

Az azonos membránon és azonos összetételű betáplálási áram mellett mért eltömődési indexek (statikusUF&UH:0,258 ill. VSEP:0,212) eltérő értékei is alátámasztják ezt, vagyis a kisebb eltömődési index kisebb áramlási ellenállás értéket, vagyis nagyobb fluxus értéket jelez. A 10 kDa vágási értékű membránnál mért nagyobb fluxus érték és kisebb eltömődési index az eltérő összetételű betáplálási áramnak köszönhető, hiszen a 200 kDa vágási értékű membrán permeátuma szolgált a kiindulási áramként.

7. Kimutattam, hogy fajlagos energiaráfordítás szempontjából [kWhm⁻³] a vibrációs ultraszűrés hatékonyabb az ultrahanggal segített ultraszűréshez viszonyítva.



4. ábra: Az UH és a vibráció fajlagos energiaigénye a térfogatcsökkentés függvényében

Ennek értelmében az azonos mennyiségű permeátum átáramlásához, átáramoltatásához kevesebb energia bevitel szükséges.

8. Köszönetnyilvánítás

Legnagyobb köszönettel témavezetőimnek, prof. Dr. Hodúr Ceciliának és Dr. habil Mikó Editnek tartozom, akik folyamatos szakmai támogatásuk mellett kitartó türelemmel kísérték utamat. Lehetőséget biztosítottak kutatómunkám elvégzéséhez mind a tejelő tehenészetek felkeresésénél, mind a laboratóriumi munkám elvégzéséhez.

Köszönöm a támogatását az SZTE Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete minden dolgozójának. Külön köszönöm a szakmai támogatást Fazekas Ákosnak, Jákói Zoltánnak, Lemmer Balázsnak és Beszédes Sándornak, akik bevezettek a laboratóriumi mérések izgalmas birodalmába.

Köszönöm a szakmai segítséget a telepvezetőknek Vas Zoltánnak, Szép Dánielnek és Pető Tibornak és a telepi dolgozóknak, hogy megosztották velem tapasztalataikat.

Külön köszönöm Farsang Alexandrának, hogy mindig rendelkezésemre állt az állattenyésztéssel kapcsolatos kérdéseknél.

Nem utolsó sorban hálával tartozom családomnak, testvéremnek és barátoknak a támogatásukért, és a sok szeretetért, amit tőlük kaptam.

Köszönöm az anyagi támogatást a kutatási munkámhoz a Nemzeti Tehetség Program keretében meghirdetésre került „Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj” (NTP-NFTÖ-20) pályázatnak, illetve Az Új Nemzeti Kiválóság Programnak.

A disszertációhoz felhasznált közlemények

1. Hodúr, Cecília ; **Nagypál, Virág**; Fazekas, Ákos ; Mikó, Edit
Blue and gray water footprint of some Hungarian milking parlors
In: WATER PRACTICE AND TECHNOLOGY 17: 7 pp. 1378-1389., 12 p.
(2022) (**IF: 1.03, Q3**)
2. **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó ; Cecília, Hodúr
Sustainable Water Use Considering Three Hungarian Dairy Farms
In: SUSTAINABILITY 12: 8 Paper: 3145 , 11 p. (2020) (**IF: 4.17, Q2**)
Nyilvános idéző összesen: 5, Független: 5,
3. **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó; Imre, Czupy ; Cecília, Hodúr
Water footprint: a new approach for a more sustainable future
In: ANALECTA TECHNICA SZEGEDINENSIA 13: 2 pp. 12-20., 9 p. (2019)
4. **Nagypál, Virág** ; Ordog, Dorottya; Laszlo, Zsuzsanna ; Miko, Edit
Factors affecting water use and water footprint of dairy farms
In: BME Energetikai Szakkollégium (szerk.) 2019 7th International Youth
Conference on Energy (IYCE)Bled, Szlovénia: IEEE (2019) pp. 8138-8143., 6
p.
5. **Nagypál, Virág** ; Mikó, Edit ; Hodúr, Cecília
Víz lábnyom: egy új szemlélet
In: Jakab, Gusztáv; Csengeri, Erzsébet (szerk.) XXI. Századi vízgazdálkodás a
tudományok metszéspontjában: II. Víz tudományi Nemzetközi Konferencia,
Szarvas, Magyarország: Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi
Kar (2019). pp. 157-164., 8 p.
6. **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó ; Cecília, Hodúr

Investigation of water use on dairy farms

In: Tamás, Monostori (szerk.) 17th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts: Agriculture Without Borders

Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2019) p. 61

7. **Virág, Nagypál**; Edit, Mikó ; Cecília, Hodúr,

FACTORS INFLUENCING WATER USE OF A DAIRY FARM

In: Abstract Book of 17th INTERNATIONAL SCIENTIFIC DAYS ONLINE CONFERENCE, “Environmental, Economic and Social Challenges after 2020”

Gyöngyös, Hungary, June 05, (2020) pp.173.

Egyéb publikációk

8. Hodúr, Cecilia ; Bellahsen, Naoufal ; Mikó, Edit ; **Nagypál, Virág** ; Šereš, Zita ; Kertész, Szabolcs

The Adsorption of Ammonium Nitrogen from Milking Parlor Wastewater Using Pomegranate Peel Powder for Sustainable Water, Resources, and Waste Management

In: SUSTAINABILITY 12 : 12 Paper: 4880 , 13 p. (2020) (IF: 4.17, Q2)

Nyilvános idéző összesen: 9, Független: 7, Független: 1, Nem jelölt: 1

9. Tóth, Violetta ; **Nagypál, Virág** ; Gulyás, László ; Mikó, Edit

A tőgygyulladásal kapcsolatos selejtezések vizsgálata egy Dél-Alföldi tejelő tehenészetben

ANIMAL WELFARE ETOLÓGIA ÉS TARTÁSTECHNOLÓGIA / ANIMAL WELFARE ETHOLOGY AND HOUSING SYSTEMS 16 : 1 pp. 79-86. , 8 p. (2020)

10. Violetta, Tóth ; Edit, Mikó ; Savas, Atasever ; **Virág, Nagypál**

Correlation between somatic cell count and drinking water consumption of a hungarian dairy farm

In: Hasan, Onder; Ugur, Sen (szerk.) Proceedings of the International Congress on Domestic Animal Breeding Genetics and Husbandry 2020 “ICABGEH-20” Samsun, Törökország: Black Sea Journals (2020) p. 117

11. Bellahsen, Naoufal ; **Virág, Nagypál** ; Chenar, A. Tahir ; Zita, Seres ; Szabolcs, Kertész ; Cecilia, Hodúr

REMOVAL OF AMMONIUM FROM MILKING PARLOUR WASTEWATER USING POMEGRANATE PEEL

In: Gábor, Rákhely; Cecilia, Hodúr (szerk.) II. Sustainable Raw Materials Conference Book - International Project Week and Scientific Conference Szeged, Magyarország: University of Szeged (2019) 312 p. pp. 40-46., 7 p.

12. Edit, Mikóné ; Violetta, Tóth ; Myrtil, Kocsisné Gráff ; **Virág, Nagypál**

Investigation of factors affecting the reproductive performance of dairy cows

In: Tamás, Monostori (szerk.) 17th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts : Agriculture Without Borders

Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2019) p. 58

13. Naoufal, Bellahsen ; **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó ; Zita, Seres ; Szabolcs, Kertész ; Cecilia, Hodúr

Removal and recovery of ammonium from milking parlour wastewater using pomegranate peel

In: Senka, Vidović (szerk.) Book of Abstracts of the 1st International Conference on Advanced Production and Processing : (ICAPP2019)

Újvidék, Szerbia : Újvidéki Egyetem, Technológiai Kar (2019) 370 p. p. 258

14. Naoufal, Bellahsen ; **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó ; Zita, Šereš ; Szabolcs, Kertész ; Cecilia, Hodúr

Adsorption of ammonium from milking parlour wastewater by using pomegranate peel

In: Hungarian, Chemical Society (szerk.) PERMEA 2019 - Membrane Conference of Visegrád Countries - Program and Book of Abstracts

Budapest, Magyarország: Hungarian Chemical Society (2019) p. 45, 1 p.

15. Naoufal, Bellahsen ; **Virág, Nagypál** ; Edit, Mikó ; Zita, Šereš ; Szabolcs, Kertész ; Cecilia, Hodúr

Adsorption and recovery of ammonium from milking parlour wastewater using pomegranate peel

In: Gábor, Rákhely; Cecília, Hodúr; Balázs, Lemmer; Zoltán, Jákói (szerk.) II. Sustainable Raw Materials International Project Week And Scientific Conference: Book of Abstracts

Szeged, Magyarország: University of Szeged (2019) 76 p. p. 13

16. Violetta, Tóth ; **Virág, Nagypál** ; Ágnes, Süli ; Edit, Mikó

Investigation of culling practices on a dairy farm

In: REVIEW ON AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT 8: 1-2 pp. 96-101., 6 p. (2019)

17. Violetta, Tóth ; **Virág, Nagypál** ; Ágnes, Süli ; Edit, Mikó

Culling trends on a Hungarian large scale dairy farm

In: LUCRARI STIINTIFICE ZOOTEHNIE SI BIOTEHNOLOGII / SCIENTIFIC PAPERS ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES (2004-) 52: 2 pp. 117-122., 6 p. (2019)

18. Violetta, Tóth ; **Virág, Nagypál** ; Ágnes, Süli ; Edit, Mikó

Investigation of culling practices in a dairy farm

In: Tamás, Monostori (szerk.) 17th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts: Agriculture Without Borders Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2019) p. 78

19. Mikó, Edit ; **Nagypál, Virág** ; Tóth, Zsanett; Horváth, József

ECONOMIC EFFECTS RELATED TO MASTITIS IN DAIRY COW PRODUCTION

In: LUCRARI STIINTIFICE MANAGEMENT AGRICOL 20: 1 pp. 37-42., 6 p. (2018)

Konferencia előadások

Nagypál, Virág; Fenntartható vízhasználat tejelő tehenészetben- Magyar Tudomány Ünnepe MGK Konferencia- Fiatal kutatók a mezőgazdaság jövőjéért- Hódmezővásárhely 2018, november 13.

Nagypál, Virág; II. Víz tudományi Nemzetközi Konferencia, Szarvas: Vízlábnym: egy új szemlélet, 2019.03.22

Nagypál, Virág; Investigation of water use on dairy farms, 17th Wellmann International Scientific Conference, Hódmezővásárhely, 2019.05.08.

Nagypál, Virág ; Tóth, Violetta, Correlation between somatic cell count and drinking water consumption of a Hungary
International Congress on Domestic Animal
Breeding Genetics and Husbandry (ICABGEH-2020), 12-14 August 2020,
İzmir, Turkey.

Nagypál, Virág; Fenntartható vízhasználat tejelő tehenészetben- Magyar Tudomány Ünnepe MGK Konferencia- Fiatal kutatók a mezőgazdaság Jövőjéért- Hódmezővásárhely 2020, november 27.

Nagypál, Virág; Dulovics Junior Szimpózium 2021. Fenntartható vízhasználat tejelő tehenészetben, II. szekció - Fenntartható vízgazdálkodás, A Szekció legjobb előadása