

Első laktációs holstein-fríz tehének fejési és tejtermelési mutatóinak változása az automatizált fejési rendszerre történő átállást követő évben

Changes in milking and milk production performance of first lactation Holstein-Friesian cows in the year after the transition to an automated milking system

BOROS Norbert – HOLLÓ Gabriella – BÚS Bence – GULYÁS Miklós –
KÓTINÉ SEENGER Julianna – SZABÓ Bálint – SZABARI Miklós

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányukban egy mélyalmos tartású, de szabad tehen forgalmú rendszerben működő, fejőrobotokat alkalmazó telepen termelő első laktációs tehének termelési eredményeit értékelik. Az adatok lekérdezése két időpontban, az automatizált fejésre történő átállás utáni első hónap végén és az egy évvel az átállást követően, de az év ugyanazon időszakában (2020. és 2021. augusztusában) történt. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az egy évvel későbbi felvételezés során számos fejési, tejtermelési mutató jelentősen javult. Többek között, állomány szinten jelentősen nőtt a tehenenkénti átlagos fejésszám: 2,5-ről 3,2 fejés/tehen/nap értékre (közel 30%-os növekedés). A tehenenkénti fejésszám növekedéssel párhuzamosan csökkent a két fejés között eltelt idő, az egy fejésre leadott tej mennyisége és az egy fejési eseményre fordított idő. Ezen mutatók kedvező változása miatt javult a tehének termelési hatékonysága, hisz a megnövekedett fejésszám a termelt tej mennyiségére is kedvezően hatott. A két vizsgálati időpont közötti időszakban jelentősen – közel 15%-kal – nőtt a tehének által egy nap alatt termelt tej mennyisége. A kapott eredmények egyértelműen igazolják, hogy az automata fejési rendszerre történő átállást követő évben számos olyan változás történik a telepi menedzsment és a termelő állomány oldaláról, melyek végső soron a telep működési hatékonyságának javulásához vezet.

Kulcsszavak: automata fejés, első laktáció, átállás, telepi menedzsment, hatékonyság

SUMMARY

Objective: In this paper, the authors evaluate the production performance of first lactation cows in a deep-bedded dairy farm with free cow traffic and milking robots.

Methods: The data were collected in two periods, at the end of the first month after the transition to automated milking and one year after the transition, but in the same period of the year (August 2020 and 2021). Two Lely Astronaut milking robots (Lely Industries N.V., Maasluis, The Netherlands) are used to milk the cows per group. The installation of the milking robots and the transition to an automated milking system was completed in the summer of 2020. During the study periods, so-called sample days (7-7 days) were selected and analyzed at 24 hours. In 2020, data from 96 first-lactation cows were analyzed, while in 2021 the number of cows analyzed was limited to 81 first-lactation cows. Statistical analysis of the data was carried out using LibreOffice 7.5 Calc, IBM SPSS Statistics 29.0, and Microsoft Office Excel software.

Results: The results show that several parameters have improved significantly in the one-year follow-up. One was a significant increase in the average milking rate per cow at herd level, which rose significantly from 2.5 to 3.2 milking/cow/day (nearly a 30% increase). In parallel with the increase in milking rate per cow, the milking interval, the amount of milk yielded per milking and the time spent per milking event decreased. Due to the positive changes in these parameters, the milk production efficiency of the cows has improved, as the increased milking rate has also had a positive effect on the quantity of milk produced. The quantity of milk produced by cows per day increased significantly by almost 15% between the two periods.

Conclusions: Based on the results obtained, it is clear that in the year following the transition to an automatic milking system, several changes were implemented on the side of the farm management and herd, which ultimately led to improvements in the operational efficiency of the farm.

Keywords: automatic milking, first lactation, transition, farm management, efficiency

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az elmúlt években, világszinten megfigyelhető tendencia, hogy az egy helyen tartott tejelő szarvasmarha állományok mérete folyamatosan növekszik, és ezzel párhuzamosan jellemző az is, hogy a gazdálkodók állandósult munkaerőhiánnyal küzdenek. Ezen okok miatt, napjainkban egyre inkább előtérbe kerül a termelési rendszerek automatizálása és a precíziós állattenyésztési technológiák alkalmazása.

A fejőrobotok vagy automata fejőrendszerek (Automatic Milking Systems, AMS) napjainkban egyre fontosabbá válnak a magyarországi tejtermelő ágazatban is. A fejőrobotok használatára egyre több telep tér át és egyre több telep tervezi az automatizált fejésre történő átállást a jövőben. A hagyományos fejőházra alapozott termelési rendszerhez képest a fejőrobotok használatának számos előnye van. A fejőrobotok képesek a teheneket automatikusan (önállóan), a nap során többször, bármely időpontban megfejni. Teszik mindezt anélkül, hogy szükség lenne élő munkaerő jelenlétére. A fejést már nem meghatározott időpontokban végzik, hanem a tehén maga választhatja meg, hogy mikor akar bemenni a fejőrobotba, ennek köszönhetően az állomány fejése a nap 24 órában oszlik el (*John és mtsai, 2016; Piwarczyński és mtsai, 2023*).

Egy jól működő automata fejési rendszer képes növelni a tejhozamot, egyedi és állomány szinten egyaránt, ugyanis kedvező hatással van az állatok egészségére, jóllétére, és emellett a telepi dolgozók munkakörülményei is jelentősen javulnak. Az automatikus fejőrendszerek akár 12%-kal is képesek növelni az állomány tejtermelését, és akár 18%-kal csökkenthetik a telep működtetéséhez szükséges munkaerőt (*Jacobs és Siegford, 2012; Drach és mtsai, 2017*). *Jurkovich és mtsai (2017)* vizsgálataik eredményeként bebizonyították, hogy a robotokkal történő fejés kevesebb stresszt okoz a tehenek számára, mint a hagyományos fejőházi fejés. *Boródi (2023)* szerint az istállóban elhelyezett fejőrobotok által elért termelékenységnövekedés két okra vezethető vissza: az egyik a stresszmentes, szabad környezet, a másik a termelési szinthez igazodó takarmányozás. Az automata rendszerek további előnye, hogy alkalmasak a tehenek egészségi állapotának megfigyelésére, amit korábban a gazdák vagy a dolgozók a fejési folyamat során végeztek el. Emellett képesek a tehenek termelékenységére vonatkozóan további adatok gyűjtésére és elemzésére (pl. a tejhozam, tejladási sebesség, elektromos vezetőképesség stb. mérésére akár tőgynegyedenként is) (*Butler és mtsai, 2012; Wethal és Heringstad, 2019*). *Gráf és mtsai (2022)* vizsgálataik alapján megállapították, hogy robotfejéssel nemcsak több tej állítható elő a laktáció teljes tartama alatt, hanem a szomatikus sejtszám értékek is lényegesen alacsonyabbak a hagyományos fejési technológiával szemben. *Owen (2003)* szerint a fejőrobotok alkalmazása alapvetően megváltoztatja a tehenek megismerésének és a velük való foglalkozásnak a módját, pl. csökkenti az emberek és a tehenek közötti fizikai

érintkezés mértékét, miközben potenciálisan növeli azt az időt, amelyet az emberek a tehenek megfigyelésével tölthetnek.

Az említett előnyök mellett, azonban néhány nehézséggel is számolni kell az automatizált fejésre történő átállás során. A robotfejés a hagyományos fejestől teljesen eltérő megközelítést igényel a telepi menedzsment részéről. A robotfejés során a munkafolyamatok és a tehenek napi rutinja jelentősen megváltozik (*Spahr és Maltz, 2017*). A gazdák az AMS legnagyobb hátrányaként az állandó készenlétben állást és a hatalmas információ mennyiség (big data) okozta túlterheltséget emelik ki. Az AMS sikeréhez a gazdálkodóknak motiválnak kell lenniük, proaktívan kell viselkedniük, és az új technológiát a telep saját adottságaihoz kell igazítaniuk (*Butler és mtsai, 2012; Jacobs és Siegford, 2012; Hansen, 2015*).

A telep menedzsmentjében szükségszerűen végbemenő változások számos potenciális előnnyel járnak a telep tulajdonosa, illetve a telepet irányító vezetők, és a tehenek számára. Ugyanakkor, az átállás számos új kihívást is jelent mind a telepi dolgozóknak, mind a teheneknek, hiszen a robotfejés során mindkettőjük szerepe megváltozik (*John és mtsai, 2016; Spahr és Maltz, 2017*). *Mangalis és mtsai (2021)* szerint az AMS hatékonysága több tényezőtől is függ, amelyek közül sarkalatos kérdés a fejési engedélyek megadásának szabályozása, amit egyedenként, a laktációs stádium és a várható tejhozam függvényében szükséges beállítani. Figyelembe kell azt is venni, hogy az első laktációs tehenek robot látogatási mutatói eltérnek a több laktációs tehenekétől, az első laktációs tehenek robot látogatása gyakoribb, amely később a laktáció előrehaladtával csökkenő tendenciát mutat (*Solano és mtsai, 2022*).

Vizsgálatunkban célul tűztük ki az első laktációs holstein-fríz tehenek néhány, a fejőrobotban rögzített fejési mutatóinak összevetését az automatizált fejőrendszer bevezetését követő első hónap végén, majd az azt követő év azonos időszakában.

2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat egy mélyalmos tartástechnológiájú, és emellett szabadforgalmú automatizált fejési rendszert használó szarvasmarha telep első laktációs tehenein végeztük. A tehenek fejését csoportonként 2 darab Lely Astronaut (Lely Industries N.V., Maasluis, Hollandia) fejőrobot látja el. A fejőrobotok beüzemelése és a telep automatizált fejési rendszerre történő átállása 2020 nyarán valósult meg. A kutatásban az első laktációs, holstein-fríz tehenek termelési eredményeit és a fejőrobotból származó adatokat elemeztük két egymást követő évben (2020. augusztus, 2021. augusztus). Az adatok lekérdezése az állatok beszoktatásának végén (egy hónappal a fejőrobotok beüzemelését követően), és a telepi rendszer feltételezett teljes átállását követően (egy évvel a fejőrobotok beüzemelése után) történt.

A vizsgált időszakokban, un. mintanapok (7-7 nap) kerültek kiválasztásra, amelyeken 24 órás elemzéseket végeztünk. Az egymást követő 7-7 mintanap kiválasztása során arra törekedtünk, hogy azokon a napokon ne történjen a vizsgált állománnyal olyan esemény (pl. műszaki meghibásodás, takarmányreceptúra váltás, befejes, jelentős hőstressz stb.), amely a tehenek viselkedését jelentősen befolyásolná az átlagos viselkedésükhöz képest. 2020-ban 96 első laktációs tehen adatát elemeztük, míg 2021-ben a vizsgált állomány létszáma 81 első laktációs tehenre korlátozódott. A vizsgált tehenek valamennyien 98% feletti holstein-fríz

vérhányaddal rendelkeztek, a két vizsgált időszakban értékelt tehenek genetikai hátterük alapján azonosnak tekinthetők. Az elemzésből kihagytuk azokat az egyedeket, amelyeknél csak egy fejési esemény volt a nap során, mert azok vagy akkor kezdték meg a laktációjukat, vagy akkor kerültek apasztásra, selejtezésre. 2020-ban egyetlen tehenet, 2021-ben három tehenet kellett kizárnunk ilyen ok miatt a vizsgálatból.

Az adatok statisztikai elemzését LibreOffice 7.5 Calc, IBM SPSS Statistics 29.0 és Microsoft Office Excel szoftver segítségével végeztük el. Meghatároztuk az egyes paraméterekre vonatkozó átlag és szórásértékeket. Hisztogramon ábrázolva vizsgáltuk a fejési események eloszlását a nap során. Box-plot analízissel elemeztük az eltérő napi fejésszám alapján kialakított csoportok fejési idejének (egy fejésre fordított idő) és a fejések között eltelt idő hosszának megoszlását az adott vizsgálati időszakban, illetve a két vizsgálati időszak összehasonlításában. A kapott eredmények könnyebb értelmezhetősége érdekében elvégeztük az adatok egytényezős varianciaanalízisét (ANOVA), majd Tukey HSD post-hoc próba segítségével vizsgáltuk az eltérő napi fejésszám mellett kapott eredmények közötti különbségek statisztikai igazolhatóságát ($p < 0,05$ szinten).

3. Eredmények és értékelésük

A két év (2020, 2021) azonos időszakában gyűjtött adatok összehasonlítása során megfigyelhető, hogy az első laktációs tehenek létszáma és a napi átlagos fejésszám is némileg eltérő volt. Az első laktációs tehenek a második adatgyűjtés során is ugyanabban a mélyalmos technológiájú istállóban voltak elhelyezve és ugyanabban a termelési környezetben termeltek, mint korábban. Természetesen, az eltelt egy év során az állomány egyedi összetétele megváltozott, és a telepi menedzsment teljesen átállt arra a működési rendszerre, amit az automatizált fejési technológia megkövetel.

2020-ban az első laktációs tehenek létszáma a vizsgálatkor 96 egyed, míg a napi átlagos fejésszám 243 ± 18 volt (1. táblázat). A teheneket átlagosan $2,5 \pm 0,7$ alkalommal fejték meg a robotok naponta, a fejésenkénti tejmenyiség $13,3 \pm 3,9$ kg, a napi termelt tejmenyiség $33,2 \pm 8,3$ kg/tehen volt. Ez megegyezik a holstein-fríz fajtára korábban közölt értékekkel (Kliś és mtsai, 2021; Piwczyński és mtsai, 2023). Egy év elteltével 81 egyed tartózkodott az istállóban, és a napi átlagos fejésszám 239 ± 16 volt. A létszám 16%-kal csökkent az előző évben történt adatfelvételezéshez képest, viszont a napi fejésszám szinte nem változott (2%-os csökkenés). A teheneket a robotok átlagosan naponta $3,2 \pm 0,9$ alkalommal fejték meg, jellemzően $11,9 \pm 3,8$ kg fejésenkénti tejmenyiség mellett. A megnövekedett tehenenkénti átlagos fejésszám és a kismértékben csökkent fejésenkénti tejmenyiség, összességében a tehenek által naponta termelt tej átlagos mennyiségét $38,1 \pm 7,2$ kg-ra növelte.

Rodenburg (2017) szerint a 33 kg napi tejtermelést elérő teheneket már célszerű automatikus fejőrendszerben fejni; ennek a feltételnek a vizsgált holstein-fríz állományunk megfelelt. Korábbi vizsgálatok eredményei szerint (Kozłowska és mtsai, 2013) az első laktációs tehenek aktivitása a fejőrobotban szignifikánsan meghaladja a több laktációs tehenek robotlátogatási eredményeit. Eredményeinkkel megegyezően, az első laktációs tehenek robotlátogatása 3,1 gyakorisági értéket mutatott.

1. táblázat:

A termelési paraméterek a két vizsgálati időszakban

Megnevezés (1)	2020 (n=96)	2021 (n=81)
Napi fejésszám, db (2)	243±18	239±16
Óránkénti fejésszám, db (3)	10,1±3,7	10,0±3,1
Napi fejésszám/tehen, db (4)	2,5±0,7	3,2±0,9
Két fejés között eltelt idő, óra (5)	9,5±3,4	8,3±2,8
Napi tejmenyiség/tehen, kg (6)	33,2±8,3	38,1±7,2
Fejésenkénti tejmenyiség, kg (7)	13,3±3,9	11,9±3,8
Tejleadási sebesség kg/perc (8)	2,5±0,9	2,4±0,8
Egy fejésre fordított idő, perc (9)	5,4±2,3	5,0±1,9
Tejelő napok száma (10)	178	177

Table 1. Production parameters in the two studied periods

item (1); milkings per day (2); milkings per hour (3); milkings per cow per day (4); milking interval, hour (5); daily milk yield per cow (6); milk yield per milking (7); milking speed, kg/min (8); duration of a milking, min (9); days in milk (10)

Az automata fejési rendszerre történt átállást követő első hónap végén a teheneket kétszer, háromszor és négyszer fejték meg a robotok naponta. A kétszer fejt tehenek (n=51) fejésenkénti tejmenyisége $15,1 \pm 4,3$ kg, a háromszor fejt tehenek (n=36) fejésenkénti tejmenyisége $12,0 \pm 3,1$ kg, és a négyszer fejt tehenek (n=8) fejésenkénti tejmenyisége $11,7 \pm 2,1$ kg volt. Ebben az időszakban az állomány 53%-át csak kétszer fejték meg, és a kétszer vagy háromszor fejt tehenek jelentették az állomány 91%-át. A fejőrobotra történő átállást követő egy év múlva, az elsőlaktációs tehenek napi átlagos fejésszám növekedését az okozta, hogy megnőtt a háromszor, négyszer vagy akár ötször fejt tehenek aránya. Már voltak olyan tehenek (n=4), akiket naponta ötször fejték meg a robotok, és ekkor már az állománynak csupán 60%-át (n=56) fejték kétszer vagy háromszor, miközben a négyszer fejt tehenek (n=18) száma növekedett, és ők adták az állomány 30%-át. Kozłowska és mtsai (2013) vizsgálatában az elsőlaktációs teheneket 48%-át háromszor, 28%-át pedig négyszer fejték három különböző telep átlagát tekintve.

Az automata fejési rendszerben az átlagos napi fejésszám mellett az óránkénti átlagos fejés szám is egy fontos mutató. A fejőrobotoknak megvan a maximális kapacitása, tehát az az érték, ami megmutatja, hogy egy óra alatt egy fejőrobot hány tehenet képes potenciálisan megfejni. Ez a szám egy Lely Astronaut fejőrobot esetében 8-10 körül van, ekkor az egy tehen fejésére fordított idő 6-8 perc közötti érték. A robot hatékonysági mutató, vagyis az, hogy naponta hány órászázalékban üzemel a fejőrobot, fontos mutató gazdaságossági szempontból. André és mtsai (2010) szerint 62 egyed esetében, ha 64%-ról 85%-ra emelkedik a fejőrobot kihasználtsága, 31 eurós többletbevétel érhető el.

A vizsgálatok alapjául szolgáló telepen az istállóban két fejőrobot üzemelt, tehát potenciálisan elérhető fejésszám 16-20 fejés/óra. A gyakorlatban mindez csak ritkán érhető el, hisz a tehenek fejése között valamennyi idő kiesik, a robotoknak van mosási szervizelési ideje, illetve a tehenek napi aktivitása is változik a nap során. Megvizsgáltuk, hogy a két időszakban hogyan alakult az óránkénti fejések

száma. Az 1. ábrán jól látható, hogy a két adatsort összehasonlítva, az óránkénti fejésszám változása nagy hasonlóságot mutat. Reggel 6-7 órától megemelkedik a fejések száma, 11-12 óra között lecsökken, majd újra emelkedni kezd a délutáni etetést követően, és viszonylag magas értéken marad egészen éjfélig. Ezt követően megfigyelhető egy visszaesés a fejések számában, ami hajnal 1 és 2 óra között kismértékben megemelkedik, majd újra lecsökken és reggel 6 óráig alacsonyan marad. Ez a hullámváz mintázat alapvetően nem különbözik a két vizsgált időszakban, amiben különbség van az a hullámváz mértéke (a fejések eloszlásának kiegyenlítetttsége a nap során). Korábban, Laurs és mtsai (2009) eredményeinkkel megegyezően szintén kicsit nagyobb aktivitást figyeltek meg a délutáni és esti órákban. Újabban Solano és mtsai (2022) is azt tapasztalták, hogy 9, 16 és 22 órakor megemelkedik a fejőrobotok látogatottsága.

Mindkét évben sikerült megközelíteni a fejőrobotok maximális kapacitását, a nap során többször is elérték a 14 fejést óránként. A gyakorlatban az egy fejőrobottal óránként átlagosan megfejt 7 tehén egy nagyon jó értéknek tekinthető. 2020-ban láthatunk egy kiugró értéket, amikor a két robot egy óra alatt (21 és 22 óra között) 18 tehenet fejt meg. Ebben az időpontban történt az elmaradt tehenek felhajtása és fejése, és ez okozta ezt a némileg kiugró értéket. A beszoktatást követő első hónap végén 14 olyan óra volt, amikor legalább 10 tehenet fejt meg a robotok, míg egy évvel később, 15 ilyen óra volt a nap során kisebb létszámú állomány mellett. Ez egyértelműen annak tulajdonítható, hogy a robotok kihasználtsága, a tehenek robotlátogatása kiegyenlítettebbé vált.

A fejőrobotok kihasználtságának másik fontos mutatója az óránkénti fejések száma mellett, hogy mennyi ideig tart egy fejés. Az adatok értékelésénél összehasonlítottuk a két vizsgálati időszakot (1. táblázat), de emellett a tehenenkénti napi fejések száma függvényében is végeztünk elemzéseket. Az egy tehén fejésére fordított átlagos idő (fejési idő) 2020-ban $5,4 \pm 2,3$ perc volt, ami 0,3 perccel hosszabb, mint a 2021-ben tapasztalt ($5,1 \pm 1,9$ perc). Általánosságban elmondható, hogy az egy tehenre vonatkoztatott fejések száma emelkedett, az egy fejés alatt kifejt tej mennyisége csökkent és az egy fejésre fordított idő rövidült. Tehát gyorsabban és gyakrabban fejték meg a robotok a teheneket egy évvel az automata fejőrendszerre való átállást követően, mint egy évvel korábban, a beszoktatás után.

A 2. ábra az első hónap végén mutatja meg a tehenek egy fejésére fordított idejének alakulását. A box plot diagram alapján általánosságban megállapítható, hogy a napi fejésszám növekedésével csökkent az egy fejésre fordított idő. A kétszer fejt csoport egyedeinél ($n=102$ fejés) az átlagos fejési idő $5,9 \pm 2,5$ perc volt és a legrövidebb és leghosszabb fejési idő közötti különbség 12,3 perc volt, ami egy viszonylag tág tartományt jelent. A csoportban volt olyan tehén, akit a robot valamivel több, mint 2 perc alatt képes volt megfejni, de volt olyan tehén is a csoportban, akinek a fejése hatszor ennyi időt vett igénybe. A második (Q2) és a harmadik (Q3) kvartilisbe tartozó fejések (a fejési események 50%-a) között már csupán 3,0 perc volt a különbség a legrövidebb és a leghosszabb fejési idő között. A napi háromszor fejt teheneknél ($n=108$ fejés) az átlagos fejési idő $4,7 \pm 1,7$ percre rövidült, és a két középső kvartilis alsó és felső határa közötti távolság is kisebb volt (2,4 perc) a kétszer fejt tehenek azonos értékéhez képest. Az alsó kvartilisek (Q1) terjedelmében és a sikeres fejéshez szükséges legrövidebb idő tekintetében nem volt különbség a csoportok között. Jelentős különbség még a kétszer és háromszor

1. ábra: Az egy óra időtartam alatt megvalósult fejések átlagos száma a vizsgált időszakban

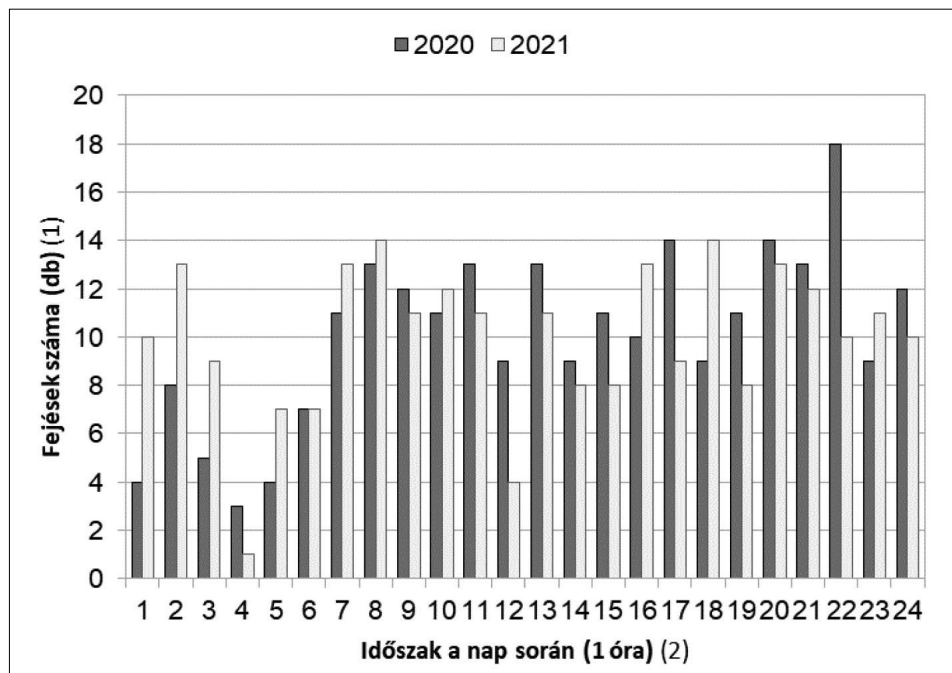


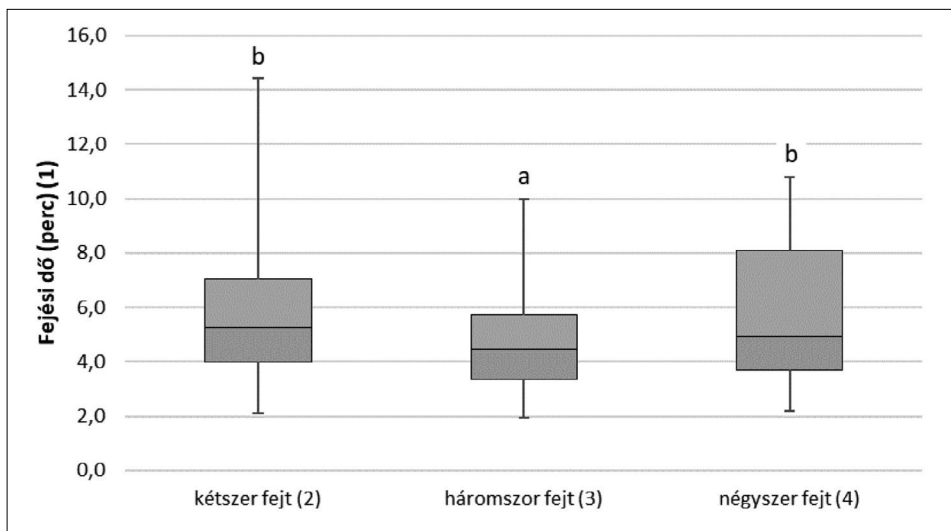
Figure 1: Average number of milkings per hour in the period studied

number of milkings (1); period of the day, 1 hour

fejt tehenek csoportja között az, hogy a felső kvartilis (Q4) terjedelme csökkent, és a leghosszabb fejés 10,0 percig tartott. A négyszer fejt csoport esetében ($n=32$ fejés) elmondható, hogy a fejések eloszlása némileg meglepő eredményt hozott. A fejés hosszának rövidülése a fejés szám növekedésével párhuzamosan nem következett be, az átlagos fejésre fordított idő $5,9 \pm 2,6$ perc (ami a kétszer fejt csoport értékével szinte megegyező). A legrövidebb és a leghosszabb ideig tartó fejés ideje közötti különbség ennél a csoportnál 8,6 perc, ami a naponta háromszor fejt csoport azonos adatával (8,1 perc) mutat hasonlóságot.

Az automata fejésre történt átállást követő első év végén jellemzővé vált, hogy a fejések számának növekedésével párhuzamosan az egy fejésre fordított idő fokozatosan csökkent. A fejési idő ebben az időszakban a 2-szer fejt teheneknél ($n=48$ fejés) $5,9 \pm 1,9$ perc, a 3-szor fejt teheneknél ($n=96$ fejés) $5,3 \pm 1,9$ perc, a 4-szer fejt teheneknél ($n=72$ fejés) $4,5 \pm 1,3$ perc, és az 5-ször fejteknél ($n=20$ fejés) már csak $3,3 \pm 0,6$ perc volt átlagosan. A csökkenés nem csak az átlagértékek esetében tetten érhető, hanem a minimum és maximum értékek közötti távolság, illetve a második és harmadik kvartilis szélső értékei közötti távolság csökkenésében is (3. ábra). A fejésre fordított minimális időben nincs jelentős különbség sem az eltérő napi fejésszámmal jellemezhető tehenek között, sem a két vizsgált időszak értékei között, az minden esetben 1,9 és 2,7 perc közötti érték volt. A második adatfelvétel során is voltak olyan egyedek, amelyeknél a fejési idő meghaladta a

2. ábra: Az egy fejésre fordított idők alakulása a napi fejésszám függvényében az automata fejésre történő átállást követő első hónap végén (2020. augusztus)



a,b szignifikáns különbséget jelöl $p < 0,05$ (5)

Figure 2: Milking times per milking according to the number of milkings per day at the end of the first month after the transition to automatic milking

milking time, min (1); milked twice per day (2); milked three times per day (3); milked four times per day (4). a,b means significant differences $p < 0.05$ (5)

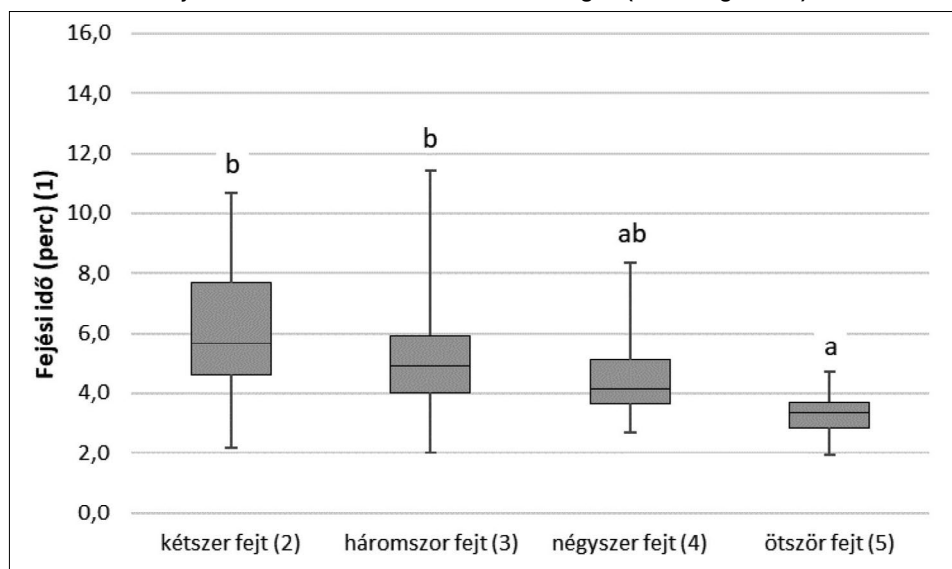
10 percet, de ezeknek az eseteknek a száma kevesebb volt, és kizárólag a kétszer vagy háromszor fejt teheneknél fordult elő.

A következő paraméter, ami jelentős hatással van egy automatizált fejőrendszer kihasználtságára, de természetesen a termelő tehenek teljesítményére is, a két fejés között eltelt idő. A fejésszám emelésének csak abban az esetben van termelésnövelő hatása, ha a fejések között biztosítunk a teheneknek elegendő időt a takarmányfelvételre és a pihenésre.

2020-ban a kevesebb fejésszám mellett értelemszerűen több idő telt el a fejések között $9,5 \pm 3,4$, mint egy évvel később $8,3 \pm 2,8$, amikor alacsonyabb létszám mellett, de nagyobb fejési gyakorisággal üzemelt a telep. A fejőrobotok beüzemelését követő első hónap végén gyűjtött adatok alapján jól látható, hogy a többször fejt teheneknél kisebb a fejések között eltelt idő (4. ábra). A kétszer fejt teheneknél a két fejés közötti idő $11,7 \pm 3,8$ óra, a háromszor fejteknél $8,3 \pm 2,0$ óra, a négyszer fejteknél $7,0 \pm 1,3$ óra volt. De az is látszik az ábrán, hogy voltak olyan esetek, amikor a két fejés között több mint 14 óra telt el. Sőt a kétszer fejt tehenek között az is előfordult, hogy a fejőrobotokat maguktól nem felkereső tehenek felhajtása még volt tökéletesen megszervezve, és ezeknél a teheneknél volt olyan eset, amikor a két fejés között akár több, mint 20 óra is eltelt.

A fejőrobotok egy éves használata és az automata fejőrendszerre történt teljes telepi átállást követően (2021. augusztusában) már sokkal kedvezőbb képet mutat az állomány (5. ábra). A kétszer fejt teheneknél a két fejés közötti idő $11,8 \pm 2,1$

3. ábra: Az egy fejésre fordított idők alakulása a napi fejésszám függvényében az automata fejésre történő áttállást követő első év végén (2021. augusztus)



a,b szignifikáns különbséget jelöl $p < 0,05$ (6)

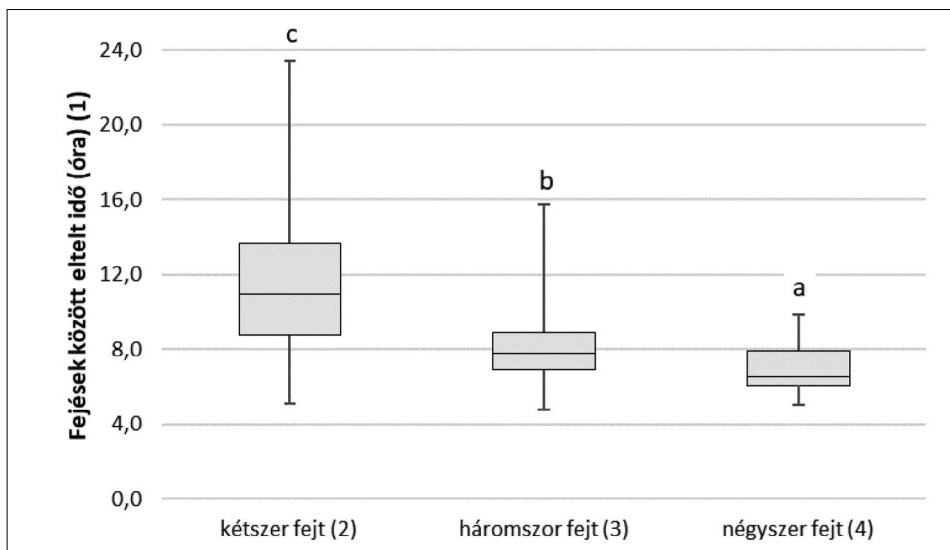
Figure 3: Milking times per milkings according to the number of milkings per day at the end of the year after the transition to automatic milking

milking time, min (1); milked twice per day (2); milked three times per day (3); milked four times per day (4); milked five times per day (5); a,b means significant differences $p < 0.05$ (6)

óra, a háromszor fejteknél $8,2 \pm 1,9$ óra, a négyszer fejteknél $6,5 \pm 1,2$ óra, és az ötször fejteknél már csak $5,3 \pm 0,8$ óra volt. A kétszer fejt teheneknél ebben az időszakban az átlagos fejési időköz néhány perccel hosszabb volt, de az átlaghoz tartozó szórásértékek és a minimum és maximum érték közötti távolság kisebb volt az egy évvel korábbihoz képest. Ebben az időszakban is előfordult a kétszer vagy háromszor fejt teheneknél, hogy a két fejés között több, mint 14 óra telt el. Ezeknek az eseteknek a száma azonban már kisebb, mint egy évvel korábban, és ekkor már nem történtek olyan esetek, amikor a két fejés között eltelt idő meghaladta volna a 20 órát.

Az eredmények némileg ellentmondásosnak tűnhetnek. Bár a tehenenkénti, napi, átlagos fejésszám növekedésével párhuzamosan állományszinten nőtt a tehenenként naponta termelt tej átlagos mennyisége, viszont a fejésszámokra vonatkoztatott termelési átlagokban ez nem ennyire egyértelműen jelentkezik. A 2020-ban kétszer fejt tehenek napi átlagos tejtermelése $30,2 \pm 8,7$ kg, a háromszor fejt tehenek napi átlagos tejtermelése $35,9 \pm 9,3$ kg, a négyszer fejt tehenek napi átlagos tejtermelése $46,9 \pm 8,6$ kg volt. Ezekkel az eredményekkel összehasonlítva 2021-ben a tehenek napi átlagos tejtermelése a kétszer fejt egyedeknél $28,2 \pm 8,7$ kg, a háromszor fejt egyedeknél $37,4 \pm 11,5$ kg, a négyszer fejt egyedeknél $40,7 \pm 9,2$ kg, az ötször fejt egyedeknél $44,3 \pm 7,1$ kg volt. Az eredmények azt mutatják, hogy a kétszer fejt teheneknél az átlagos termelés mintegy 2 kg-mal csökkent, a há-

4. ábra: Fejések között eltelt idő alakulása az automata fejésre történő átállást követő első hónap végén (2020. augusztus)



a,b,c szignifikáns különbséget jelöl $p < 0,05$ (5)

Figure 4: Milking interval at the end of the first month after the transition to automatic milking

milking interval, hour (1); milked twice per day (2); milked three times per day (3); milked four times per day (4); a,b,c means significant differences $p < 0.05$ (5)

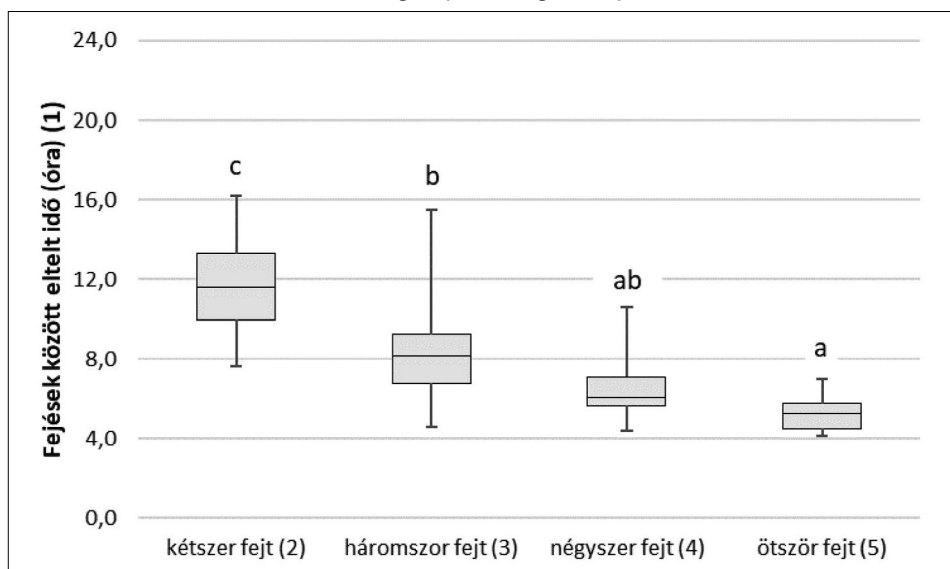
romszor fejt teheneknél 1,5 kg-mal nőtt, viszont a négyszer fejt teheneknél ismét csökkenést tapasztaltunk (-6,2 kg), sőt a 2021-ben ötször fejt tehenek termelése is 2,6 kg-mal elmaradt az előző évben négyszer fejt tehenek termeléséhez képest. Az állományszintű termelés javulás értékelésénél nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a két vizsgálati időpont között jelentős mértékben megváltozott a napi átlagos fejésszámok megoszlása. A napi átlagosan kétszer fejt egyedek aránya 53,1%-ról 29,6%-ra csökkent, a háromszor fejt egyedek aránya csak kis mértékben változott (37,5%-ról 39,5%-ra nőtt), a négyszer fejt tehenek aránya 8,3%-ról 22,2%-ra nőtt, és 2021-ben már 4 tehenet (4,9%-a a vizsgált állománynak) naponta átlagosan ötször fejtek a telepen. A két időszakban az állomány átlagos termelésben töltött ideje (DIM, days in milk) azonos volt (178 nap 2020-ban, 177 nap 2021-ben).

5. Következtetések

Amikor egy telep átáll a fejőházi fejésről a fejőrobotok alkalmazására nem csak a fejési rendszert változtatja meg, hanem a telep teljes működését is át kell alakítani, annak érdekében, hogy a robotok kapacitását a legmagasabb szinten ki tudjuk használni, és az elérhető legnagyobb profitot tudjuk realizálni.

A vizsgálatok során kapott eredmények alapján elmondható, hogy az automatikus fejési rendszerre történő átállást követő egy év alatt jelentős fejlődésen

5. ábra: Fejések között eltelt idő alakulása az automata fejésre történő átállást követő első év végén (2021. augusztus)



a,b,c szignifikáns különbséget jelöl $p < 0,05$ (6)

Figure 5: Milking interval at the end of the first year after the transition to automatic milking

milking interval, hour (1); milked twice per day (2); milked three times per day (3); milked four times per day (4); milked five times per day (5); a,b,c means significant differences $p < 0.05$ (6)

ment át a telep. Csökkent az egy csoportban tartott tehének száma, miközben a napi átlagos fejésszám szinte változatlan maradt. A kisebb létszám mellett elért azonos napi fejésszám azoknak az egy év alatt megvalósított változtatásoknak az eredménye volt, ami az egy tehenre vetített átlagos napi fejésszám növekedést eredményezett. Javult a fejések eloszlása, és a fejőrobotok kihasználtsága egyenletesebbé vált a nap során. Növekedett a tehenenként naponta megtermelt tej átlagos mennyisége, miközben a vizsgált állomány termelésben töltött átlagos ideje nem változott. A fejőrobotokat alkalmazó gazdaságokban nagy jelentősége van annak, hogy a különböző termelési szintű egyedek, milyen időközönként kapnak fejési engedélyt. A vizsgálatok során kiderült, hogy az első év végére a fejésszám növekedése mellett, a beállított fejési engedélyek jobban igazodtak az egyedek napi termelési szintjéhez, mint az átállás utáni első hónap végén. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy az eltérő átlagos napi fejésszámmal jellemezhető tehenek az egy fejésre fordított idő, vagy a két fejés között eltelt idő mutatók tekintetében minden esetben szignifikánsan eltérnek egymástól.

A telepi menedzsmentben történt változások eredményeként, egy évvel az automata fejési rendszerre történő átállást követően 81 tehen képes volt közel ugyanazt a napi tejtermenységet megtermelni (3086 kg 2021-ben), amit egy évvel korábban 96 tehen termelt meg (3187 kg 2020-ban). Ekkorra az automatizált rendszer nemcsak jobban kiszolgálta a tehenek igényeit, hanem a telep működési hatékonysága is jelentősen javult.

5. Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket szeretnénk kifejezni Csiszár István úrnak, a Pinkamenti Agrár Kft. (Vasalja) tulajdonosának, aki hozzájárult a vizsgálatok elvégzéséhez a gazdaságában.

6. Felhasznált irodalom

- André, G. – Berentsen, P. B. M. – Engel, B. – De Koning, C. J. A. M. – Lansink, A. O. (2010): Increasing the revenues from automatic milking by using individual variation in milking characteristics. *J. Dairy Sci.*, 93. 942–953. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2373>
- Boródi, B. (2023): Folyamatos innováció a fejéstechnológiákban. *Holstein Magazin*, 31. 2. 32–35.
- Butler, D. – Holloway, L. – Bear, C. (2012): The impact of technological change in dairy farming: robotic milking systems and the changing role of the stockperson. *J. R. Agric. Soc. Engl.*, 173. 1–6.
- Drach, U. – Halachmi, I. – Pnini, T. – Izhaki, I. – Degani, A. (2017): Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. *Biosyst. Eng.*, 155. 134–141.
- Gráff M. – Tóth V. – Mikó E. (2022): Az automata és a hagyományos fejési rendszerek összehasonlítása a tejmennyiség, szomatikus sejtszám és a tejösszetétel szempontjából. *Holstein Magazin*, 30. 26–28.
- Hansen, B. G. (2015): Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jæren, Norway. *J. Rural Stud.*, 41. 109–117.
- Jacobs, J. A. – Siegford, J. M. (2012): Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *J. Dairy Sci.*, 95. 2227–2247. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>
- John, A. J. – Clark, C. E. F. – Freeman, M. J. – Kerrisk, K. L. – Garcia, S. C. – Halachmi, I. (2016): Review: milking robot utilization, a successful precision livestock farming evolution. *Animal*, 10. 1484–1492. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000495>
- Jurkovich, V. – Kézér, F. L. – Ruff, F. – Bakony, M. – Kulcsár, M. – Kovács, L. (2017): Heart rate, heart rate variability, faecal glucocorticoid metabolites and avoidance response of dairy cows before and after changeover to an automatic milking system. *Acta Vet. Hung.*, 65. 301–313. <https://doi.org/10.1556/004.2017.029>
- Kliś, P. – Piwarczyński, D. – Sawa, A. – Sitkowska, B. (2021): Prediction of lactational milk yield of cows based on data recorded by AMS during the periparturient period. *Animals*, 11. 383. <https://doi.org/10.3390/ani11020383>
- Kozłowska, H. – Sawa, A. – Neja, W. (2013): Analysis of the number of cow visits to the milking robot. *Acta Sci. Pol. Zootech.*, 12. 37–48.
- Laurs, A. – Priekulis, J. – Purins, M. (2009): Studies of operating parameters in milking robots. In 8th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. 28-29 May 2009, Jēlava, Latvia. 38–42.
- Mangalis, M. – Priekulis, J. – Vernavs, G. (2021): Research on cow traffic in facilities with automatic milking systems. Proceedings of 20th International Scientific Conference “Engineering for Rural Development”. 26-28 May 2021, Jēlava, Latvia, 194–198.
- Owen J. (2003): Evaluating robotic milking at Gelli Aur College. *State Vet. J.*, 13. 15–18.
- Piwarczyński, D. – Siatka, K. – Sitkowska, B. – Kolenda, M. – Özkaya, S. – Gondek, J. (2023): Comparison of selected parameters of automated milking in dairy cattle barns equipped with a concentrate feeding system. *Animal*, 17. 101011. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101011>
- Rodenburg, J. (2017): Robotic milking Technology, farm design, and effects on work flow. *J. Dairy Sci.*, 100. 7729–7738. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11715>
- Solano, L. – Halbach, C. – Bennett, T. B. – Cook, N. B. (2022): Milking time behavior of dairy cows in a free-flow automated milking system. *JDS communications*. 3. 426–430.

Spahr, S. L. – Maltz, E. (1997): Herd management for robot milking. *Comput Electron Agr.*, 17. 53–62.
Wethal, K. B. – Heringstad, B. (2019): Genetic analyses of novel temperament and milkability traits in Norwegian Red cattle based on data from automatic milking systems. *J. Dairy Sci.*, 102. 8221–8233. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16625>

Érkezett: 2024. július

Szerzők címe: Boros, N.* – Gulyás, M.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences

H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

*levelező szerző, boros.norbert@uni-mate.hu

Holló, G. – Szabari, M.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences
H-7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

Kótiné Seenger, J. – Szabó, B.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences
H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Bús, B.

Lely Center Gödöllő

H-2100, Gödöllő, Isaszegi út 168.