

Certain economic aspects of the installation of a sensor-based automatic animal monitoring system in an intensive dairy herd

D. Iványos^{1*}
Cs. Fogarassy²
J. Szádvári³
L. Ózsvári¹

1. Állatorvostudományi Egyetem,
Törvényszéki Állatorvostani és
Gazdaságtudományi Tanszék,
H-1078 Budapest, István utca 2.

*e-mail: ivanyos.dorottya@univet.hu

2. Szent István Egyetem, Gazdaság-
és Társadalomtudományi Kar,
Gödöllő

3. Hunland-Farm Kft.,
Gomba, Felsőfarkasd

Szenzoros automatikus állat- megfigyelő rendszer bevezetésének egyes gazdasági kérdései egy intenzív tejtermelő tehenészetben

Iványos Dorottya^{1*}, Fogarassy Csaba², Szádvári József³, Ózsvári László¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők azt vizsgálták, hogy egy szenzoros állatmegfigyelő rendszer (AfiMilk™) 2019. évi bevezetése hogyan változtatta meg a főbb termelési mutatókat és azok gazdaságosságra gyakorolt hatását egy 1500 holstein-fríz tehenet tartó tehenészetben a 2017–2018. évi értékekhez képest. A bevezetést követően a klinikai tőgygyulladások okozta veszteségek csökkentek, a fejési átlag 2,4 kg-mal, az istálló átlag pedig 1,5 kg-mal nőtt, míg a szomatikus sejtszám közel 65 000 sejt/ml-rel, a két ellés közötti idő pedig 13,6 nappal csökkent. Összességében a szenzoros állatmegfigyelő rendszer bevezetése után az egy tehenre számított éves jövedelem több mint 44 000 forinttal emelkedett.

SUMMARY

Background: On dairy farms as economic units, the primary goal is to increase the economic profit. Precision Dairy Management (PDM) real-time monitoring systems, which assist and complement the farmer's sensory observations and contribute to the effectiveness of individual cow treatments, allow the farmer to respond quickly and gain greater control over the animal health conditions affecting profitability.

Objectives: The aim of the study was to survey the change of the major production parameters after the introduction of a sensor-based animal monitoring system (AfiMilk™) and the impact of the investment on the farm profitability.

Materials and Methods: The study took place on an intensive dairy farm with 1,500 Holstein-Friesian cows in Central-Hungary, where a sensor-based animal monitoring system was introduced in January 2019. In the economic analysis we used the partial budgeting method and we calculated the changes in the losses caused by clinical mastitis, premature culling and excess insemination, and in the net income due to the non-optimal calving interval between the period of two years before the introduction of the new system (the average of 2017-2018) and the first year of its operation (2019).

Results and Discussion: After the introduction of the sensor-based animal monitoring system, the daily milk yield increased by 2.4 kg and the daily milk production per cow by 1.5 kg, respectively, while the somatic cell count decreased by nearly 65,000 cells/ml and the calving interval by 13.6 days, respectively. In the economic analysis the losses due to clinical mastitis decreased and the annual net milk receipts due to the shorter calving interval increased significantly. In contrast, the costs of premature culling and that of extra inseminations grew in 2019, but these negative economic items were much smaller than the increase in the total revenue of the farm. In total, after the introduction of the sensor-based animal monitoring system, the annual net income per cow increased by more than 44,000 HUF (120.5 EUR, 1 EUR = 365 HUF) in 2019.

SZARVASMARHA

Napjainkban az intenzív tejtermelő gazdaságokban az információs technológia alkalmazása kulcsszerepet tölt be a megfelelő napi rutin munkamenet támogatásában és az állatjólét ellenőrzésében (35). A gazdasági nyomás, a technológiai innovációk, a demográfiai változások, a fogyasztói elvárások és a fejlődő szabályozási keretek mind hozzájárultak a globális tejipar változásához, amelynek célja a termelékenység és a hatékonyság maximalizálása (1, 14). A tejelő tehenészetek számának csökkenése világszerte megfigyelhető az átlagos tehénlétszám és a tejtermelés egyidejű növekedésével (36), amely jelentős hatással van a tejelő tehenészetek állatállományának egészségi állapotára és jóllétére, valamint a tehenészetek üzemi gyakorlatára és a munka-szervezés folyamatára is (1).

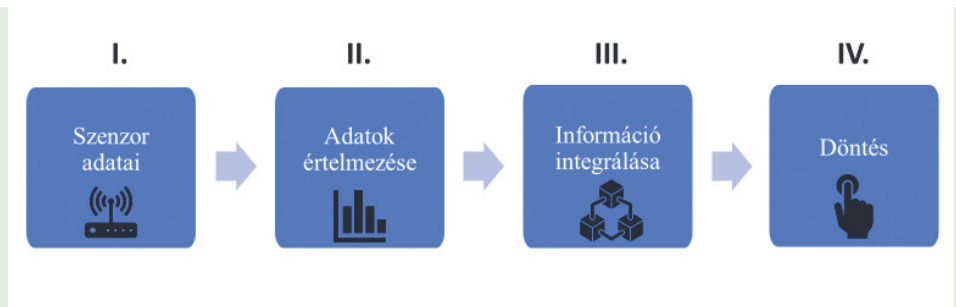
Az intenzív tejtermelő gazdaságokban egyre nagyobb szerepe van az információs technológiának

Az átlagos teleti tehénlétszám emelkedésével egyre nehezebbé válik az állatok ellenőrzése

Az állatok megfigyelésére precíziós technológiákat fejlesztettek ki

A tehénlétszám emelkedésével a tejelő tehenészetekben egyre nehezebbé és bonyolultabbá válik az állatok ellenőrzése, ezért általában a precíziós technikákat a munkavégzés megkönnyítésére, ill. a megnövekedett állatállomány kezelésének megkönnyítésére alkalmazzák (2). Ilyen eszközök például fejőrendszereken belül a tej mennyiségét és elektromos vezetőképességét mérő berendezések, a tehenek közötti automata készüléköblítők vagy az automata tőgybimbó-fertőtlenítők, az automata fejőkehely leemelők berendezések, a válogató kapu, a tejtaxi, a fejőházi mosórendszer. Ezen kívül további precíziós technológiák is léteznek, amelyek az egyedi adatgyűjtés segítségével támogatják a termelést. Ebbe a csoportba tartoznak a nagytermelésű tehénállományok számára az egyik legnagyobb kihívást jelentő, a szaporasági mutatók javítását célzó munkát segítő különböző automatikus állatmegfigyelő rendszerek, mint pl. az aktivitásmonitorok, a tejmérők, elektronikus tehenazonosító rendszerek és a telepírányítási szoftverek (2, 5, 17). GARGIULO és mtsai megállapították, hogy az 500 tehénnél többet tartó gazdálkodók 2–5-ször inkább alkalmaztak különböző precíziós technológiákat, mint a kevesebb állatot tartó gazdálkodók (13).

Az intenzív tejtermelő gazdaságok elengedhetetlen részévé váltak a telepírányítási és nyilvántartási rendszerek, amelyek egyedi, ill. állományszinten rögzítik a különböző termelési és egészségügyi adatokat (6). A tejelő tehenek viselkedésének megfigyelése hasznos az állatjólét és az állategészségügy értékeléséhez a gazdaság szintjén. Valójában a viselkedésváltozás a tejelő tehenek egészségügyi és jólléti problémáinak egyértelmű mutatója, ezért felhasználható egy korai figyelmeztető rendszer bevezetésére (23). A precíziós állattenyésztésben alkalmazott online, automatizált eszközöket az állatok viselkedésének és biológiai reakcióinak ellenőrzésére, megfigyelésére és modellezésére használják (34). Az 1980-as évektől kezdődően folyamatosan fejlesztenek olyan készülékeket, amelyek képesek mérni a tehenek egyedi egészségügyi mutatóit (18). Ezek a rendszerek általában magából az érzékelő eszközből és a szoftverből állnak, ami képes az adatok feldolgozására is (31). Számos, tejelőágazatban használt precíziós technológia képes a tőgyegészségügy, az ivarzás, a lábvég, valamint az anyagcsere-problémák monitorozására (31). Ezen technológiák nagy előnye mind a termelők, mind a kutatók számára, hogy anélkül figyelik meg az állatokat, hogy megzavarná azok természetes viselkedését (26). Ahhoz, hogy ezek a technológiák növeljék a munkaerő és a termelés hatékonyságát könnyen és pontosan kell számszerűsíteniük az élettani és viselkedésszerű paramétereket (32). RUTTEN és mtsai létrehoztak tejelő tehenészetek számára egy négy szintű rendszert a szenzorok által generált adatok feldolgozásához: I. szint – maga a technika (szenzor vagy bármilyen algoritmus, ami az érzékelő adatait dolgozza fel), II. szint – adatok értelmezése (detektáló algoritmus), III. szint – az adatok integrálása (döntéshozatal támogatása és nyomonkövetés) és a IV. szint – döntéshozatal (autonóm gazda) (1. ábra) (31).



1. ÁBRA. Négy szintű rendszer a szenzorok által generált információk feldolgozásához

FIGURE 1. A four-tier system for processing information generated by sensors

A nagy mennyiségben generálódó adat feldolgozása és elemzése komoly kihívás

A szerzők bemutatják egy állománykezelő rendszer bevezetésével kapcsolatos tapasztalataikat

A vizsgált 1500 tehén állattartó telep a közép-magyarországi régióban található

2019 januárjában vezették be az AfiMilk™ állománykezelő, ivarzás- és egészségmegfigyelő rendszert

A tejtermelés egy rendkívül dinamikus és integrált termelési rendszer, amely folyamatos és intenzív döntéshozatalt igényel az optimális gazdálkodás elérése céljából, ezért kulcsfontosságú a számítógépes adatvezérelt döntéstámogatási eszközök alkalmazása. A jobb döntéshozatal jobb teljesítményt, csökkentett környezeti terhelést és fokozott jövedelmezőséget eredményez (3), amihez a mai tejtermelő ágazatban elengedhetetlen az adatalapú döntéshozatal. Azok a tejtermelő gazdaságok, amelyek már alkalmazzák a különböző technológiai újításokat hatalmas mennyiségű adatot halmoznak fel, de ezeket az információkat nem integrálják hatékonyan az irányítási és döntéshozatali folyamatokba. A döntéshozók nem programozott módon, hanem megérzéseik és tapasztalataik alapján hoznak meg fontos üzem szervezési döntéseket (15). Ezért rendkívül fontos, hogy olyan rendszereket dolgozzunk ki, amelyek képesek az adatokat begyűjteni, integrálni, kezelni és elemezni az adott gazdaságra vonatkozóan (3).

A vizsgált telep 2019-ben bevezette a komplett állománykezelő AfiMilk™ rendszert, amelynek része egy telepírányítási szoftver és az ahhoz tartozó szenzoros ivarzás- és egészségmegfigyelő berendezés. A tanulmány célja annak vizsgálata, hogy a szenzoros állatmegfigyelő rendszer bevezetését követően hogyan alakultak a főbb termelési mutatók, valamint milyen hatással volt a beruházás a telep jövedelmezőségére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált 1500 tehén állattartó telep a közép-magyarországi régióban található. A napi háromszori fejés 68 állásos parallel fejőházban történik, ami a második leggyakrabban használt fejőházi technológia hazánkban (20). A termelőistállók pihenőboxosak, ill. mélyalmosak. A szárazonálló és előkészítő csoport istállója mélyalmos, az elletés kis csoportokban, szintén mélyalmos istállóban történik. Almozásra szalmát használnak. Takarmányozásra komplett monodietet (TMR) alkalmaznak, aminek tömegtakarmány-alapja nagyrészt saját termesztésű. A tehenészet gümőkórtól, brucellózistól és leukóvizistól hivatalosan mentes.

A telep intenzív ún. „high input/high output” gazdasági modell alapján működik. Ebben a modellben a cél az output maximalizálása (33 000 kg életteljesítmény és közel 3 zárt laktációs élettartam), de annak ellenére, hogy ez a rendszer a legelterjedtebb hazánkban, a termelés a valóságban nem éri el a kitűzött célokat, aminek elsősorban menedzsment és telepírányítási okai vannak. Emellett ebben a technológiai rendszerben jelentős lehet az idő előtti selejtezés és az elhullás járulékos költsége (11).

A termelés további növelése érdekében 2019 januárjában a vizsgált tehenészetben bevezetésre került az AfiMilk™ rendszer, az AfiFarm™ telepírányítási szoftverrel és a hozzá tartozó AfiAct™ szenzoros ivarzás- és egészségmegfigyelő berendezéssel. A rendszer szenzorai által begyűjtött adatok és az AfiFarm™ telepírányítási szoftver

**A rendszer gazdasági
megtérülésének
számítása során
a rész kalkuláció
módszerét használták**

adatbázisa együttesen segítik a telepírányítási munkát. Az adatok részletesen feltárják az állományra jellemző tejtermelést, az állategészségügyi és szaporodásbiológiai állapotot, ill. az állatok állományból való kikerülésének okait, valamint elemzésekkel és jelentésekkel támogatják a telepi döntéshozatalt.

A szenzoros állatmegfigyelő rendszer gazdasági megtérülésének számítása során a rész kalkuláció módszerét használtuk, aminek az alap gondolata az, hogy a termelési mutatók értékének megváltoztatásával kiszámítható, hogy betegség hiányában a telepen mekkora többletjövedelem keletkezne (28). Vizsgálatunk során számszerűsítettük a klinikai tőgygyulladások, az idő előtti selejtezések és a két ellés közti idő változása, ill. az eredménytelen termékenyítések által okozott veszteségeket egy átlag tehén esetén az új rendszer bevezetését megelőző két évben (2017–2018) és a bevezetést követő évben (2019). Számításainkhoz az 1. táblázatban szereplő ár- és költség adatokat használtuk.

1. TÁBLÁZAT. Telepi ár és költség adatok

TABLE 1. Farm price and cost data

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017-2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)
Tejár (Ft/kg)	99	103
Selejt tehén ára (Ft/kg)	186	176
Üszőnevelési költség (Ft/egyed)	191 825	189 766
Fajlagos tejtermelési takarmányköltség (Ft/tej kg)	49	51
Sperma költség (Ft/db)	3810	5336
Borjú értékesítési ára (Ft/egyed)	17 015	15 770
Borjú felnevelési költsége eladásig (Ft/egyed)	14 465	13 230
Selejt tehén vágóértéke (Ft)	113 899	115 136
Selejtezés költsége/tehén (Ft)	77 926	74 630

**Számszerűsítették a
- klinikai tőgygyulladások
- az idő előtti
selejtezések
- a két ellés közti idő
változása, ill.
- az eredménytelen
termékenyítések által
okozott veszteségeket**

A tőgygyulladás által okozott veszteségek három fő részre oszthatók: (a) a csökkent tejárbevételre, (b) a kezelés költségeire és (c) az idő előtti selejtezések költségére. A csökkent tejárbevételt a tejhozam csökkenése, a gyógykezelt tehének tejének elkülönítése és a tejminőség romlása okozza (28). Jelen vizsgálatban a telepen a klinikai tőgygyulladással diagnosztizált tehének gyógykezelés miatt elkülönített tejének értékével és a gyógykezelés költségével számoltunk. Az elkülönített tej mennyiségének kiszámításához szükséges volt a tőgykezelés miatt kiesett fejési napok átlagszámának kiszámítása, amit a kezelési idő és az ételmezés-egészségügyi várakozási idő összegéből számoltunk. Az elkülönített tej mennyiségét a kezelt tőgygyulladások számának, a fejési átlagnak és a tőgykezelés miatt kiesett napok átlagszámának szorzatából kaptuk meg. Ezt beszorozva az átlag tejárral kaptuk meg az elkülönített tej értékét. Gyógyszerköltséget a készítmények piaci árának és a felhasznált darabszámának szorzatából számítottuk (28).

Az idő előtti selejtezés költségének számításához a tenyészállat-értékkülönözettel kalkuláltunk, amely a vemhes üsző beállítási költségének és a selejt tehén vágóértékének a különbsége (28).

A tejlő tehenészetek gazdaságosságát alapvetően meghatározza a két ellés közötti idő. Minél rövidebb a két ellés közötti idő, évenként annál több születendő borjúra és annál nagyobb tejtermelésre számíthatunk, miközben a telep állandó költsége nem változik. A két ellés közötti idő hossza alapvetően három tényezőt befolyásol: a takarmányozási költségen felüli tejárbevételt (nettó tejárbevétel), a borjúeladásokat

és egyéb költségeket. A tehenenkénti éves bruttó tejárbevétel a termelt tej és a tejár szorzata, amiből kivonva az 1 liter tejre eső takarmányozási költséget, az éves nettó tejárbevételt kaptuk. A hosszabb két ellés közötti idő az egy év során született borjak számát is csökkenti, így az eladásra kerülő állatok száma is kisebb. Az egy tehenre jutó borjúeladásból származó éves jövedelmet a borjak eladási átlagárának és az eladásig felmerülő takarmányozási költségének különbségének és az egy tehenre jutó éves borjúeladások számának szorzataként számoltuk ki. Habár az elvégzendő munka éves szinten kismértékben csökken hosszabb két ellés közötti idő esetén (a fejési napok és a borjúszületések száma csökken), ezt nem vettük figyelembe a számításoknál, mivel a telepen órabéres elszámoláson alapuló, fix fizetésű alkalmazottak dolgoznak, így a telep bérköltségét ez nem befolyásolja (29).

A termelési költségeket tovább növelik az eredménytelen mesterséges termékenyítések is. A többszöri inszeminálásból adódó többletköltségeket úgy számoltuk, hogy az optimális (jelen vizsgálatban 1,8) és a telepi termékenyítési index hányadosát beszoroztuk az adott év összes termékenyítésének számával, így megkaptuk az adott évben optimálisnak tekinthető termékenyítésszámot. Az optimálisnak tartott és ténylegesen elvégzett inszeminálások számának különbségét beszorozva a mesterséges termékenyítés átlagos költségével, megkaptuk az optimálisnál több termékenyítésszám miatti többletköltséget is (29).

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

Az intenzív gazdasági rendszerekben a termelés gazdaságosságát jelentősen rontják a felmerülő állategészségügyi problémák, amelyek közül állományszinten legnagyobb kárt a tőgygyulladás, a szaporasági zavarok és a lábvégbetegségek okozzák (28). Tejtermelő tehenészetekben az állomány termelékenységének és egészségügyi állapotának folyamatos nyomonkövetése (monitoring) kulcsfontosságú, aminek egyik hatékony eszköze a tejtermelés jellemzőinek automatikus ellenőrzése (19).

TEJTERMELÉS

A tej összetétele folyamatosan változik fejéssről fejésre és függ a két fejés közti időtől, a tejelő napok számától, az évszaktól, a takarmányadag összetételétől, az etetések gyakoriságától, a tehen korától, ellések számától és a tehen általános egészségügyi állapotától is (30, 37). A vizsgált telep tejtermelési mutatói a szenzoros állatmegfigyelő rendszer bevezetését követően kedvezően alakultak. A fejési átlag 2,4 kg-mal, az istállóátlag 1,5 kg-mal növekedett, míg a szomatikus sejtszám közel 65 000 sejt/ml-rel csökkent (2. táblázat).

A rendszer bevezetését követően a fejési átlag 2,4 kg-mal, az istállóátlag 1,5 kg-mal növekedett, a szomatikus sejtszám közel 65 000 sejt/ml-rel csökkent

2. TÁBLÁZAT. A tejtermelési mutatók változása

TABLE 2. Changes in milk production parameters

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017–2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Átlagos tehenlétszám (egyed)	1459	1575	+116
Standard laktációs tejtermelés (kg/tehen)	10 156	10 371	+215
Fejési átlag (kg)	33,1	35,5	+2,4
Istállóátlag (kg)	27,6	29,1	+1,5
Átlag SCC (ezer sejt/ml)	252	187	-65
Átlag tejszír (%)	3,9	4,3	+0,3
Átlag tejfehérje (%)	3,4	3,5	+0,1
Átlag tejcukor (%)	4,9	4,8	-0,1

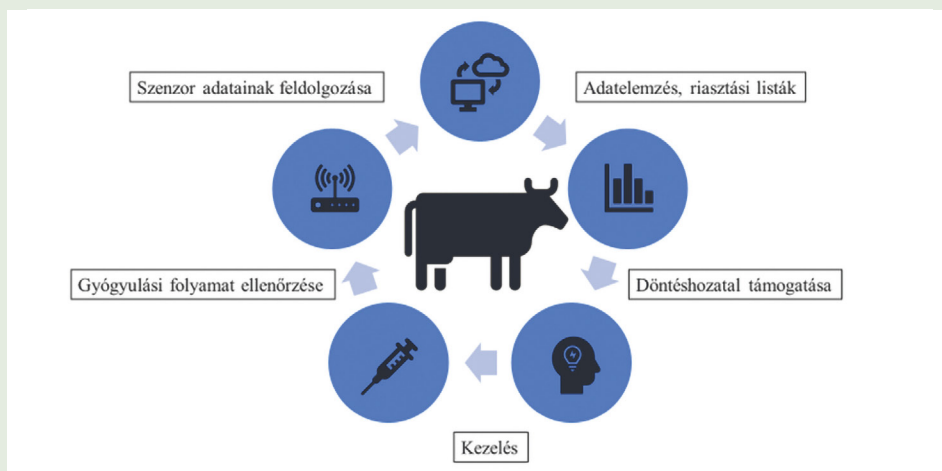
KLINIKAI TŐGYGYULLADÁS KÖLTSÉGE

A szenzoros állatmegfigyelő rendszer működésében az egyedi tehenadatok szoros megfigyelése három szinten valósul meg: figyelmeztetést ad a rendszer, ha az egészséges állapothoz képest eltérést érzékel, beteg tehenek esetén a kezeléssel kapcsolatos döntéshozatalt támogatja és követi a gyógyulás folyamatát (25). A szubklinikai és klinikai tőgygyulladás okozta veszteséget a csökkent tejtermelés, a gyógyszerköltség, az elkülönített tej, az állatorvosi költség, a gazdálkodó többletmunkája, a tej minőségének megváltozása, az esetleges kapcsolódó megbetegedések és a selejtezés teszi ki (16, 28). A szenzor által kiadott riasztások jóval megelőzhetik azt az időpontot, amikor a szenzor használata nélkül a kezelés megkezdődne, így lehetőség nyílik pontosabb diagnózis felállítására, ami alapján megkezdődhet a célzott kezelés (2. ábra) (25). 2019-ben az előző két év átlagához képest a tőgykezelések száma a beruházás előtti átlagos éves 1283 kezelésről, 1462 kezelésre növekedett a rendszer automatikus riasztásainak következtében. 2019-ben az elkülönített tej éves mennyisége 7300 kg-mal több volt, mint az előző évek átlaga, de az átlagos termelésből kiesett napok száma csökkent a hatékonyabb gyógyszerhasználat miatt. A bevezetés előtti időszakhoz képest 2019-ben az elkülönített tej értéke megközelítőleg 1,6 millió forinttal nőtt telepi szinten, ugyanakkor egy átlagtehenre számítva a klinikai tőgygyulladás okozta éves veszteség (elkülönített tej értéke + gyógyszerköltség) közel 3800 forinttal csökkent, de így is megközelítette a 18 000 forintot tehenenként (3. táblázat).

Egy átlagtehenre számítva a klinikai tőgygyulladás okozta éves veszteség közel 3800 forinttal csökkent

2. ÁBRA. Szenzoros állatmegfigyelés során kiadott riasztások elősegítik a célzott kezelést

FIGURE 2. Sensory animal monitoring alarms facilitate targeted treatment



3. TÁBLÁZAT. A klinikai tőgygyulladás által okozott éves veszteség változása

TABLE 3. Change in annual loss due to clinical mastitis

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017-2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Elkülönített tej mennyisége (kg)	182 699	190 031	+7332
Elkülönített tej értéke (Ft)	17 995 859	19 649 223	+1 653 364
Klinikai tőgygyulladás gyógyszerköltsége (Ft)	13 668 470	8 544 800	-5 123 670
Klinikai tőgygyulladás által okozott éves veszteség (Ft/tehen)	21 698	17 901	-3796

A SELEJTEZÉS KÖLTSÉGE

A szenzor alapú megfigyelés alkalmas az ismétlődő megbetegedések (például a tőgygyulladás) kiszűrésére is, amikor a kezelés helyett a selejtezés lenne a megfelelő

**Az éves
tehenselejtezési
arány 38,5%-ról
48,8%-ra nőtt**

**Csökken a két ellés
közti idő, az első
termékenyítéskori és az
első elléskori életkor,
valamint az ellés és a
vemhesülés közötti idő**

megoldás (25). Ezt támasztja alá a telepen 2019-ben megfigyelhető nagyobb mértékű selejtezés is, ugyanis a szenzoros megfigyelőrendszer bevezetését megelőző 38,5%-os tehenselejtezési arány 2019-ben 48,8%-ra növekedett. 2019-ben a selejtezés egy tehenre jutó költsége a selejt tehen felvásárlási árának, valamint az üszőfelnevelés költségének kedvező alakulása ellenére is meghaladta a 35 000 Ft-ot. Több, mint 5000 Ft-tal emelkedett az egy tehenre eső selejtezés költsége (4. táblázat).

SZAPORODÁSBIOLOGIAI MUTATÓK

Az ellést követően a szaporodásbiológiai ciklus újraindulása kiemelt fontosságú a tejelőszarvasmarha-tartás területén (8, 9, 33). A tejelő szarvasmarhák esetén az ivarzás időtartama és intenzitása változó, ezért szükséges a folyamatos monitorozás az optimális termékenyítési idő meghatározásához (24). Az ivarzáshoz kapcsolódó viselkedésbeli változások változó intenzitással 3–16 óra közötti időintervallumban figyelhetőek meg (4). A precíziós technológiák használata igen elterjedt az ivarzásmegfigyelés területén, hiszen a nap 24 órájában, az év minden napján képesek mérni a viselkedésbeli és élettani változásokat (27). Üszők esetén a fiatalabb korban termékenyült állatok később könnyebben ellenek, több tejet termelnek, valamint a selejtezés valószínűsége is csökken az első laktáció idején (10). A vizsgált telepi mutatók alapján megfigyelhetjük a szenzoros ivarzásmegfigyelés jótékony hatását: csökkent a két ellés közti idő, az első termékenyítéskori és az első elléskori életkor, valamint az ellés és a vemhesülés közötti idő (5. táblázat).

4. TÁBLÁZAT. A tehenselejtezés költségének változása

TABLE 4. Change in culling cost

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017–2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Tehenselejtezés mértéke (%)	38,52	48,79	+10,27
Éves selejtezési költség (Ft/átlagtehen)	30 116	35 491	+5375

5. TÁBLÁZAT. A szaporodásbiológiai mutatók változása

TABLE 5. Change in reproductive parameters

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017–2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Két ellés közötti idő (nap)	421,3	407,7	-13,6
Első termékenyítéskori életkor (hó)	15,9	14,3	-1,6
Első elléskori életkor (hó)	26,3	24,8	-1,5
Elléstől termékenyítésig eltelt idő (nap)	75,1	76,2	+1,1
Elléstől a vemhesülésig eltelt idő (nap)	137,1	127,1	-10,0
Termékenyítési index	3,2	3,6	+0,4
Első termékenyítések fogamzási rátája (%)	35,0	32,0	-3,0
Vemhesülési ráta (%)	12,9	12,0	-0,9
Átlag tejelő napok száma (nap)	175,7	161,2	-14,5
Átlagos laktációszám	2,4	2,1	-0,3

6. TÁBLÁZAT. Két ellés közötti időből származó nettó árbevétel változása**TABLE 6.** Change in net revenue due to calving interval

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017-2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Átlagos laktációs bruttó tejárbevétel (Ft/tehen)	1 000 379	1 072 332	+71 953
Átlagos laktációs nettó tejárbevétel (Ft/tehen)	493 385	530 773	+37 388
Átlagos éves nettó tejárbevétel (Ft/tehen)	427 434	475 143	+47 708
Borjaktól származó éves nettó árbevétel (Ft/tehen)	2930	3203	+273
Éves nettó árbevétel (Ft/tehen)	430 365	478 346	+47 981

7. TÁBLÁZAT. A többlet inszeminálás költségének változása**TABLE 7.** Change in cost due to extra inseminations

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017-2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Különbség
Optimális termékenyítésszám (db)	1657	1665	+8
Telepi termékenyítésszám (db)	2975	3357	+382
Többletinszeminálás költsége (Ft/tehen)	3441	5734	+2293

8. TÁBLÁZAT. A vizsgált bevételek és költségek változása**TABLE 8.** Change in examined revenues and expenses

Mutatók	Bevezetés előtti időszak átlaga (2017-2018)	Bevezetés utáni időszak (2019)	Változás
BEVÉTELEK			
Éves nettó tej és borjú árbevétel (Ft/tehen/év)	430 365	478 346	+47 981
KÖLTSÉGEK			
Klinikai tőgygyulladás okozta veszteség (Ft/tehen/év)	21 698	17 901	-3796
Selejtezés költsége (Ft/tehen/év)	30 116	35 491	+5375
Többletinszeminálás költsége (Ft/tehen/év)	3441	5734	+2293
JÖVEDELEM (Ft/tehen/év)			+44 109

KÉT ELLÉS KÖZÖTTI IDŐ

Minél rövidebb a két ellés közötti idő, egy évben annál több születendő borjúra és annál nagyobb tejtermelésre számíthatunk. Az éves borjúszaporulat a telep reprodukciójának, az önfenntartó-képességének és a szelekciós bázisának alapja is egyben. Az egy évre jutó borjúhozam annál nagyobb jelentőségű, minél kere-
settebb a borjú és minél kedvezőbb áron eladható (7, 29). A két ellés közötti idő 13,6 nappal történő csökkenése közel 48 000 Ft-tal növelte egy átlag tehen éves nettó tejárbevételét, míg a borjúeladásból származó, alapvetően kis jövedelem is növekedett az AfiMilk™ rendszer bevezetését követően (6. táblázat).

TÖBBLETINSZEMINÁLÁS KÖLTSÉGE

LOPEZ és mtsai megállapították, hogy a nagy tejtermelésű tehenek ivarzáskor meg-
figyelhető viselkedésbeli változásai ($6,2 \pm 0,5$ óra vs. $10,9 \pm 0,7$ óra) és az álló ivarzás

A többletinszeminálások éves költsége közel 2300 forinttal emelkedett tehenenként

($6,3 \pm 0,4$ óra versus $8,8 \pm 0,6$ óra) rövidebb ideig tart, mint a kisebb tejtermelésű tehenek esetén (22). Ahogy nő a tejtermelés, úgy csökkennek az ivarzás látható jelei és nő az olyan ovulációk száma, amelyek nem járnak megfigyelhető ivarzási viselkedéssel (12). A termékenyítési index nőtt, az első termékenyítések fogamzási aránya és a vemhesülési arány csökkent a rendszer bevezetését követően, valamint megállapítottuk, hogy a telepi termékenyítések száma jóval meghaladja az optimális termékenyítési számot. A szenzoros ivarzásmegfigyelő rendszerek segítik az észrevétlenül maradt ivarzások észlelését, de nem helyettesítik a megfelelő mesterséges termékenyítési protokollokat, amelyek adott esetben figyelembe veszik a megrövidült ivarzási időt. Mind a termékenyítések számának, mind a sperma költségének növekedése hozzájárult, hogy a többletinszeminálások éves költsége közel 2300 forinttal emelkedett tehenenként a rendszer bevezetését követően (7. táblázat).

A szakirodalmi adatok (7, 8, 9) és a telep szaporodásbiológiai mutatói alapján, valamint figyelembe véve az általunk számított többletinszeminálási költség-növekedést (7. táblázat), javasolható a telepi szaporodásbiológiai protokoll és a szenzoros megfigyelő rendszer beállításainak felülvizsgálata.

A SENZOROS ÁLLATMEGFIGYELŐ RENDSZER BEVEZETÉSÉNEK MEGTÉRÜLÉSE

A szenzoros állatmegfigyelő rendszer bevezetését követően a vizsgált tehenészetben a klinikai tőgygyulladás okozta veszteségek csökkentek és a két ellés közötti idő rövidülése miatt nagymértékben nőtt az éves nettó tejárbevétel, valamint kismértékben a borjak eladásából származó éves jövedelem is. Ugyanakkor az idő előtti selejtezés miatti költségek és a többletinszeminálások költsége növekedett, de ezek mértéke jóval kisebb volt, mint a fajlagos bevételek növekedése. Összesítve 2019-ben a szenzoros állatmegfigyelő rendszer bevezetését követően az egy tehenre számított jövedelem több, mint 44 000 forinttal (120,5 euróval, 1 euró = 365 forint) emelkedett (8. táblázat).

A rendszer bevezetését követően az egy tehenre számított éves jövedelem több, mint 44 000 forinttal emelkedett

KÖVETKEZTETÉSEK

A precíziós technológiák alkalmazásának előtérbe kerülése megkönnyíti a nagyobb állatlétszám és a munkaerőhiány okozta munkaszervezési nehézségek megoldását az intenzív tejelő tehenészetekben. A telep adottságainak megfelelő szenzoros állatmegfigyelő rendszer nemcsak megkönnyíti a telepi munkavégzést, de a döntéstámogató funkcióját betöltve, az állategészségügyre gyakorolt pozitív hatása a telep gazdasági mutatóit is pozitívan befolyásolja. Ezáltal, annak ellenére, hogy ezen technológiák bevezetésének beruházási költsége jelentős, már a működés első évében komoly többletjövedelmet eredményez, így a befektetés akár néhány éven belül megtérülhet.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A projekt az „Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap: a vidéki térségekbe beruházó Európa – European Agricultural Fund for Rural Development: Europe investing in rural areas” VP3 programnak a „Cirkuláris modellek precíziós rendszer-támogatása tejtermelő gazdaságokban” projektje (azonosító: 1906020653) támogatásával valósult meg.

IRODALOM

1. BARKEMA, H. W. – VON KEYSERLINGK, M. A. G. et al.: Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *J. Dairy Sci.*, 2015. 98. 7426–7445.
2. BEWLEY, J.: Precision dairy farming: advanced analysis solutions for future profitability. In: *Proc. First North American Conference on Precision Dairy Management*, Toronto, Canada, 2010. 2–5.
3. CABRERA, V. E.: Invited review: Helping dairy farmers to improve economic performance utilizing data-driving decision support tools. *Animal*, 2018. 12. 134–144.
4. DRANSFIELD, M. B. – NEBEL, R. et al.: Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.*, 1998. 81. 874–882.
5. EDWARDS, J. P. – DELA RUE, B. T. – JAGO, J. G.: Evaluating rates of technology adoption and milking practices on New Zealand dairy farms. *Anim. Prod. Sci.*, 2015. 55. 702–709.
6. ESPETVEDT, M. N. – REKSEN, O. et al.: Data quality in the Norwegian dairy herd recording system: Agreement between the national database and disease recording on farm. *J. Dairy Sci.*, 2013. 96. 2271–2282.
7. FODOR, I. – ABONYI-TÓTH, Zs. – ÓZSVÁRI, L.: Management practices associated with reproductive performance in Holstein cows on large commercial dairy farms. *Animal*, 2018. 12. 2401–2406.
8. FODOR, I. – BAUMGARTNER, W. – ABONYI-TÓTH, Zs. – LANG, Zs. – ÓZSVÁRI, L.: Associations between management practices and major reproductive parameters of Holstein-Friesian replacement heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 2018. 188. 114–122.
9. FODOR, I. – GÁBOR, Gy. – LANG, Zs. – ABONYI-TÓTH, Zs. – ÓZSVÁRI, L.: Relationship between reproductive management practices and fertility in primiparous and multiparous dairy cows. *Can. J. Vet. Res.*, 2019. 83. 218–227.
10. FODOR, I. – LANG, Zs. – ÓZSVÁRI, L.: Relationship of dairy heifer reproduction with survival to first calving, milk yield and culling risk in the first lactation. *Asian Austral. J. Anim. Sci.*, 2020. 33. 1360–1368.
11. FOGARASSY, Cs. – OROSZ, Sz. – ÓZSVÁRI, L.: Evaluating system development options in circular economies for the milk sector – Development options for production systems in the Netherlands and Hungary. *Hung. Agric. Eng.*, 2016. 30. 62–74.
12. FRICKE, P. M. – GIORDANO, J. O. et al.: Reproductive performance of lactating dairy cows managed for first service using timed artificial insemination with or without detection of estrus using an activity monitoring system. *J. Dairy Sci.*, 2014. 97. 2771–2781.
13. GARGIULO, J. I. – EASTWOOD, C. R. et al.: Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies. *J. Dairy Sci.*, 2018. 101. 5466–5473.
14. GERBER, P. – VELLINGA, T. et al.: Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livest. Sci.*, 2011. 139. 100–108.
15. GROENENDAAL, H. – GALLIGAN, D. T.: Making informed culling decisions. *Adv. Dairy Technol.*, 2005. 17. 333–344.
16. HALASA, T. – HUIJIS, K. et al.: Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *Vet. Quart.*, 2007. 29. 18–31.
17. HEJEL P. – JURKOVICH V. – KOVÁCS P. – BAKONYI M. – KÖNYVES L.: A robotizált fejési rendszerek elterjedését és hatékony működtetését befolyásoló tényezők Irodalmi összefoglaló. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2018. 140. 289–301.
18. HOGEVEEN, H. – KAMPHUIS, C. et al.: Sensors and clinical mastitis – The quest for the perfect alert. *Sensors (Basel)*, 2010. 10. 7991–8009.
19. HOVINEN, M. – AISLA, A. M. – PYÖRÄLÄ, S.: Accuracy and reliability of mastitis detection with electrical conductivity and milk colour measurement in automatic milking. *Acta Agric. Scand., Sect A*, 2006. 56. 121–127.
20. IVANYOS, D. – MONOSTORI, A. – NÉMETH, Cs. – FODOR, I. – ÓZSVÁRI, L.: Associations between milking technology, herd size and milk production parameters on commercial dairy cattle farms. *Mjekarstvo*, 2020. 70. 103–111.
21. LIBOREIRO, D. N. – MACHADO, K. S. et al.: Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *J. Dairy Sci.*, 2015. 98. 6812–6827.
22. LOPEZ, H. – SATTER, L. – WILTBANK, M.: Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 2004. 81. 209–223.
23. MATTACHINI, G. – ANTLER, A. et al.: Automated measurement of lying behavior for monitoring the comfort and welfare of lactating dairy cows. *Livest. Sci.*, 2013. 158. 145–150.
24. MAYO, L. M. – SILVIA, W. J. et al.: Automated estrous detection using multiple commercial precision dairy monitoring technologies in synchronized dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2019. 102. 2645–2656.
25. MOLLENHORST, H. – RIJKAART, L. J. – HOGEVEEN, H.: Mastitis alert preferences of farmers milking with automatic milking systems. *J. Dairy Sci.*, 2012. 95. 2523–2530.
26. MÜLLER, R. – SCHRADER, L.: A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2003. 83. 247–258.
27. NEBEL, R. L. – DRANSFIELD, M. et al.: Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2000. 60–61. 713–723.
28. ÓZSVÁRI L. – GYÖRGY K. – ILLÉS B. Cs. – BÍRÓ O.: A tőgygyulladás által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi hols-tein-fríz tehenészetben. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2003. 125. 273–279.
29. ÓZSVÁRI L. – KERÉNYI J.: A szaporodásbiológiai zavarok által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2004. 126. 523–531.
30. QUIST, M. A. – LEBLANC, S. J. et al.: Milking-to-Milking Variability for Milk Yield, Fat and Protein Percentage, and Somatic Cell Count. *J. Dairy Sci.*, 2008. 91. 3412–3423.
31. RUTTEN, C. J. – VELTHUIS, A. G. J. et al.: Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 2013. 96. 1928–1952.
32. SENGER, P. L.: The estrus detection problem: New concepts, technologies, and possibilities. *J. Dairy Sci.*, 1994. 77. 2745–2753.
33. SENGER, P.: *Pathways to Pregnancy and Parturition*, 2nd ed. Current Concepts, Ames, IA. 2005.
34. TULLO, E. – FONTANA, I. – GUARINO, M.: Precision livestock farming: An overview of image and sound labelling. In *Proc. Precision Livestock Farming*, 2013. 30–38.
35. TULLO, E. – FONTANA, I. et al.: Technical note: Validation of a commercial system for the continuous and automated monitoring of dairy cow activity. *J. Dairy Sci.*, 2016. 99. 7489–7494.
36. USDA. National Agricultural Statistics Service. Accessed May 7, 2017. https://www.nass.usda.gov/Charts_and_Maps/Milk_Production_and_Milk_Cows/.
37. WELLER, J. I. – EZRA, E.: Genetic and phenotypic analysis of daily Israeli Holstein milk, fat, and protein production as determined by a real-time milk analyzer. *J. Dairy Sci.*, 2016. 99. 9782–9795.

Közlésre érke.: 2020. okt. 26.