

Állatorvostudományi Egyetem
Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszék



A vemhesség végén alkalmazott kiegészítő megvilágítás hatása angol telivér kancák plazma IGF-1 koncentrációjára, a colostrum IgG tartalmára, valamint a szőrzetük minőségére nézve

Szerző

Bartha Boróka

Témavezető

Dr. Gáspárdy András

tanszékvezető, egyetemi docens

Budapest

2019

1. Tartalomjegyzék:

| | |
|--|----|
| 1. Tartalomjegyzék: | 1 |
| 2. Rövidítések jegyzéke | 3 |
| 3. Bevezetés és célkitűzés | 4 |
| 4. Irodalmi áttekintés | 6 |
| 4.1. A ló szaporodási ciklusa | 6 |
| 4.2. A mesterséges fénykiegészítés hatása angol telivér kancák vemhességi hosszára, a csikó születési súlyára és szőrzetére nézve | 6 |
| 4.3. A szőrzet vizsgálata | 7 |
| 4.3.1. A mesterséges megvilágítás hatása vemhes kancák csikóinak szőrzetére nézve | 7 |
| 4.3.2. A meghosszabbított napi fotoperiódus hatása az ivari működésre és a szőrzet állapotára nézve telivér mén-, és kanca csikók esetében | 10 |
| 4.4. IGF-1 vizsgálata | 11 |
| 4.4.1. Az IGF-1 család intrauterinális kifejeződése lovak korai vemhessége idején .. | 12 |
| 4.4.2. Az ösztrogén kancákban és csikókban mérhető hatása az IGF-1 koncentrációra a vemhesség korai szakaszában | 13 |
| 4.4.3. Csikókban mérhető IGF-1 szint | 13 |
| 4.4.4. A takarmányozás és a megvilágítás hatása fiatal telivérek csikók IGF-1 hormonszintjére | 14 |
| 4.4.5. Kancák és csikókik vérplazmájában, valamint a tejben mérhető immunoreaktív IGF-1, globulin és inzulin koncentráció | 15 |
| 4.5. IgG vizsgálata | 15 |
| 4.5.1. Összfehérje, illetve egyes fehérjefrakciók és kémiai elemek jelenléte a kancák kolosztrumában és tejében..... | 16 |
| 4.5.2. Az IgG kolostrumban való megjelenésének és eltűnésének ideje a kancában.. | 16 |
| 4.5.3. Kolosztrális térfogat, immunoglobulin G és M meghatározása kancákban...17 | 17 |
| 4.5.4. Kolosztrális és szérum IgG, IgA és IgM koncentrációk elléskori vizsgálata amerikai ügető kancákban és csikókban | 17 |
| 4.5.5. Összefüggések a csikókban mért szérum immunoglobulin koncentráció, a kolosztrum fajsúlya és a kolosztrális immunoglobulin koncentráció között | 18 |
| 4.5.6. A késői laktációs kancatej kémiai összetétele és tejsavó fehérjetartalma..... | 18 |
| 4.5.7. IgG és IgM jelenléte kifejlett csikók köldökzsínójának vérszérumában | 18 |
| 5. Anyag és módszer | 19 |
| 5.1. A kísérletben szereplő állatok | 19 |
| 5.2. A mesterséges fénykiegészítés alkalmazása | 19 |
| 5.3. Mintavételezés | 20 |
| 5.4. Vizsgálatok..... | 20 |
| 5.4.1. Szőrminták esetében | 20 |
| 5.4.2. Vérminták esetében | 24 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.4.3. | Colostrum minták esetében | 24 |
| 5.4.4. | A vizsgálatok alapján ezeket a mutatókat értékeltem..... | 24 |
| 6. | Eredmények..... | 27 |
| 6.1. | Az IGF-1 és IgG eredményei | 27 |
| 6.2. | A száltulajdonságok eredményei | 28 |
| 7. | Megbeszélés és Következtetések..... | 32 |
| 8. | Összefoglalás..... | 33 |
| 9. | Abstract | 34 |
| 10. | Irodalomjegyzék..... | 35 |
| | Köszönetnyilvánítás | 37 |

2. Rövidítések jegyzéke

IGF(s): inzulin-szerű növekedési faktor (család)

IGF-1: inzulin-szerű növekedési faktor-1, insuline-like growth factor-1

IGF-1R: inzulin-szerű növekedési faktor-1 receptor, insuline-like growth factor-1 receptor

IGF-2: inzulin-szerű növekedési faktor-2, insuline-like growth factor-2

IGF-2R: inzulin-szerű növekedési faktor-2 receptor, insuline-like growth factor-2 receptor

iIGF-1: immunoreaktív inzulin-szerű növekedési faktor-1

ir-inzulin: immunoreaktív inzulin

INS: inzulin

INSR: inzulin receptor

IgA, -G, -M: immunglobulin A, -G, -M

ED: extended photoperiod

ADG: napi átlagos súlygyarapodás

SS: cukor-, keményítő tartalmú takarmány

FF: zsír-, és rostban dús takarmány

RIA: radio immuno assay

SE: standard error

LSM: least squares means

CV: coefficient of variation in %, relatív szórás

ELISA: enzyme linked immunosorbent assay

n: egyedszám

cc.: koncentráció

F: erő

N: Newton

A: felszín

F/A: erő/felszín = szakítószilárdság

ΔL : delta L= tényleges megnyúlás

MPa: megapascal =maximális húzófeszültség

Alkalmazott mértékegység-rövidítések:

db: darab

ng/ml: nanogramm/milliliter

$\mu\text{g/ml}$: mikrogramm/milliliter

mm: milliméter

μg : mikrogramm

N/mm^2 : Newton/négyzet milliméter = szakító szilárdság

kg: kilogramm

mm: milliméter

dl: deciliter

mg: milligramm

mg /dl : milligramm/ deciliter =sűrűség

l: liter

3. Bevezetés és célkitűzés

Lóban a cirkannuális szaporodási ritmust elsősorban a fotoperiódusok változása idézi elő. A fény, mint befolyásoló környezeti tényező közvetve a ló tobozmirigyére hat, amely endokrin jelet produkál és a sötét, fénymentes napszakban melatonint termel. A kanca esetében a nappalok rövidülése a gonadotropin szekréciójának, és következésképpen a petefészek aktivitásának csökkenésével jár. Az évszakok változása nem csak a fényviszonyok megváltozását idézi elő, hanem a hőmérséklet és táplálék mennyiségének csökkenése szintén kihat a hipotalamusz-hipofízis tengely, és ez által a ciklikus nemi működés megváltozására kancákban (Nolan et al., 2017).

A ló hosszúnappalos szezonális poliösztroszos állat, a tenyésztés az északi féltekén március-áprilistól szeptemberig tart. A kora tavaszi és a kora őszi, úgynevezett szezonátmeneti időszakok során rendszertelen ivarzást, változó hosszúságú sárlást és változó időpontban előforduló ovulációt tapasztalhatunk. Az őszi-téli időszak – anösztrosz – során egy hosszabb nyugalmi fázis következik, ilyenkor nincsenek ivarzási jelek, a ciklus szünetel, a kanca nem termékenyíthető (Nolan et al., 2017).

Az optimális tenyésztésszervezés és a kancák monitorozása céljából számos módszer terjedt el, amellyel az ivari működést detektálni, illetve befolyásolni tudják. Széleskörűen elterjedté vált a tavaszi szaporodási ciklus előrehozatala, és ezzel együtt az ovuláció kiváltása. A szezon beindításában a fény, pontosabban a megvilágítás időtartama döntő fontosságú. A nappalok hosszabbodásával a melatonin koncentráció csökken, amely serkentőleg hat a hipotalamusz-hipofízis-petefészek tengely működésére és ezáltal az ovuláció kiváltására. Mesterséges fényprogramokkal imitálni lehet a természetes folyamatok meglétét, mely korai ovulációhoz és ez által a szaporodási ciklus beindulásához vezet. Ezen fényprogramok kora decemberi alkalmazásával lehetővé válik, hogy a tenyésztők megfeleljenek az elvárt tenyésztési követelményeknek, gazdasági célkitűzéseknek, hiszen a telivér iparágban előnyt jelent az adott évben korábban született csikó, mivel az azonos korú egyedek közt fejlettebb, idősebb állatok a versenyeken is jobban teljesítenek. Így tehát január 1.-jével kialakult egy úgynevezett „nemzetközi születésnap” (Nolan et al., 2017).

Egyes kutatások (Gallagher, 2018) azonban bebizonyították, hogy a fotostimuláció alkalmazása kihat a vemhesség hosszára valamint a kancák és csikók teljesítményére is.

Ezen negatív hatások kiküszöbölésére korai szaporodási időszakban vemhesült kancákon is alkalmazták a kiegészítő megvilágítást a vemhesség utolsó szakaszában és azt figyelték meg, hogy a kezelés pozitív hatással volt a vemhesség hosszára, és a csikók súlyára nézve.

Jelen kutatás célja feltérképezni a fotostimulációval kezelt kancák vemhessége alatt alkalmazott kiegészítő megvilágítás hatását a kancák teljesítményére vonatkozóan.

Az IGF-1 és IgG koncentráció mérésével, valamint a szőrzet vizsgálatával, a kancák ellés körüli életfolyamatait jellemezhetjük, tehát ezen adatok a kiegészítő megvilágításra adott válaszreakciókat tükrözhetik.

4. Irodalmi áttekintés

4.1. A ló szaporodási ciklusa

A házasított ló (*Equus caballus*) szezonális poliösztroszos állat, endogén cirkannuális reprodukív ritmussal rendelkezik, a fő évszaki változások (tél-nyár) jelentős befolyással vannak az endogén ritmus kialakulására. A természetes/fiziológiás tenyésztési időszak áprilistól szeptemberig tart az északi féltekén, kialakulását a nappalok hosszabbodása, a hőmérséklet és a takarmány mennyisége befolyásolja. A legfőbb szabályozó a tavasszal megnövekvő nappali megvilágítás, amely évszagos változásként reaktiválja a hipotalamusz-hipofízis-petefészkek tengelyt, és csökkent melatonin koncentrációt eredményez (Nolan et al., 2017). A mesterséges megvilágítás a nappalok hosszabbodását helyettesíti. A tél folyamán alkalmazott kiegészítő megvilágítás korai petefészkek aktiválódást, és ovulációt válthat ki nem vemhes kancákban és lehetővé teszi a tenyésztők számára, hogy megfeleljenek az ipar által előírt tenyésztési követelményeknek (Nolan et al., 2017).

4.2. A mesterséges fénykiegészítés hatása angol telivér kancák vemhességi hosszára, a csikó születési súlyára és szőrzetére nézve

A szezonálisan ivarzó állatok esetén a fotoperiódusos érzékenység döntő szerepet tölt be a fiziológiai változások kiváltásában. Lóban a hosszú nappalok és megvilágított órák számának növekedése befolyásolja az ovuláció kiváltását és a ciklus beindulását, a téli szőrzet levedlését és az ellés bekövetkeztének idejét.

A következőkben 3 tanulmány (Nolan et al., 2017) kerül ismertetésre, amelyek a mesterséges fénykiegészítés hatását vizsgálják a kanca vemhességének hosszára, a csikó születési súlyára és a csikó szőrzetére nézve. A fénykezelés vemhes kancákon történt, a kísérletben résztvevő állatokat mobil fénymaszkkal szerelték fel, ami rövid hullámhosszú kék fényt bocsátott az egyik oldali szemre.

(1) Az első tanulmányban (Nolan et al., 2017) csökkenő vemhességi időt jegyeztek fel, a vemhesség utolsó pár hónapjában kezelt angol telivér kancákban ($339,7 \pm 9,56$ nap), szemben a kontrol csoport egyedeivel ($350,6 \pm 9,13$ nap).

(2) A második tanulmány szerint (Nolan et al., 2017) az előrehozott tenyészszézonban vemhesített kancák esetében a vemhesség alatt alkalmazott kiegészítő fényprogram hatására jelentősen nőtt a csikók születési súlya ($47,13 \pm 2,93$), szemben a kontrol csoport egyedeivel, melyek a vemhesség alatt nem kaptak fénykiegészítést ($43,51 \pm 6,14$).

A később (április, május, június hónapban) természetes tenyésztidőszakban született csikók magasabb születési súllyal jöttek a világra, mint a korábban (január, február, március hónapban) született társaik.

Egy másik vizsgálat (Gallagher, 2018) szerint a születési súly növekedés összefüggést mutat a vemhességi idő hosszának csökkenésével.

(3) A harmadik tanulmány szerint (Nolan et al., 2017) a kiegészítő megvilágítás alkalmazása ($87,53 \pm 19,6$) hatással lehet a csikók szőrzetének minőségére is: a szőrszál súlya kezelt kancák csikói esetén: $0,34 \pm 0,20 \mu\text{g}$; kontrol csikók esetén pedig: $0,59 \pm 0,12 \mu\text{g}$. A szőrszál hossza kezelt kancák csikói esetén: $1,93 \pm 0,56 \text{ cm}$; kontrol csikók esetén pedig $2,56 \pm 0,32 \text{ cm}$.

Együttvéve mindezen vizsgálatok (Nolan et al., 2017) rávilágítanak azon cirkannuális változások fontosságára melyek a megvilágítás időtartamán keresztül befolyással vannak a vemhes kancákra és ez által a normális embrionális fejlődésre a természetes tenyésztidőszakon belül.

Angol telivérekben végzett kísérletek bizonyítják, hogy a melatonin koncentráció nappali szintre csökkenthető alacsony intenzitású kék fény kibocsátotta diódák (LED; 468 nm) használatával, egyoldali szemén való alkalmazás esetén, és serkentőleg hat az ovuláció kiváltására kancákban. Hasonlóan más szezonálisan ivarzó állatokhoz, a megvilágítás időtartama szintén fontos tényezőként szolgál vemhes kancák esetén is. Bebizonyították, hogy a fotostimulációval kiváltott korai ovuláció meghosszabbodott vemhesség időt eredményez, ellenben az így fedezett anyaállatok vemhessége alatt alkalmazott mesterséges megvilágítás normalizálta a vemhesség időt, és előrébb hozta az ellés napját. A kapcsolatot a növekvő megvilágítás és az egyidejű vemhességi idő csökkenés között 1938-ban írták le először, azóta ezt az összefüggést már számos tanulmány vizsgálta (Nolan et al., 2017).

4.3. A szőrzet vizsgálata

4.3.1. A mesterséges megvilágítás hatása vemhes kancák csikóinak szőrzetére nézve

Az előbb említett tanulmány (3) (Nolan et al., 2017) szerint a rövid hullámhosszú fény kék spektrumon belüli alkalmazása gátló hatású lehet a melatonin termelésére lóban.

46 vemhes angol telivér kanca (5 és 23 év közöttiek), és a születendő utódaik kerültek vizsgálatra (Nolan et al., 2017) 2014 novemberétől - 2015 áprilisáig az írországi Kildare angoltelivér ménésének tenyészfarmján. A természetes megvilágítás időtartama kezdetben 8 óra 17 perc, majd 14 óra 38 perc, az átlagos hőmérséklet -4 és $17 \text{ }^\circ\text{C}$ volt. A kancák karámos tartáson voltak ad libitum széna és víz mellett.

Takarmánykiegészítésként kereskedelmileg koncentrált takarmány keveréket kaptak az egyéni igényeik, a telepi menedzsment és takarmányozási előírások függvényében. Az 1. csoport egyedeit (19 egyed) Equilime fénymaszkkal szerelték fel november 24-én, amely 50 lux erősségű (468 nm) fényt bocsátott ki egyoldali szemre alkonyattól 23 óráig, 14 és fél óra megvilágítást biztosítva ezzel, amely fokozatosan 16 órára emelkedett a környezeti napsütéshez hasonlóan. A 2. csoport egyedei (27 egyed) az életkor és a várható csikózás napja szerint kerültek csoportokba és természetes megvilágításban részesültek a vemhességük teljes hossza alatt. Majd a közelgő ellés jeleit regisztrálva a kancák fedett istállóba kerültek.



1. ábra: Equilime fénymaszkkal kezelt-, valamint nem kezelt (kontrol) kanca és csikója (Nolan et al., 2017)

A képen egy kezelt (bal oldali kép) valamint egy kontrol (jobb oldali kép) kanca és frissen ellett csikója látható. A fénykezelés hatására a fejlődő csikómagzatok vékonyabb szőrzetet növesztenek, míg a kontrol egyedeknél ennek hiányában az évszaknak megfelelő vastag szőrzetet irtak le.

Minden egyes megszületett csikóból a váll környéki területről szőrtüszővel rendelkező szőrszálmintákat gyűjtöttek az ellés utáni 48 órán belül. Minden egyed esetén 3 szőrszál volt lemérve hosszra (cm), majd átlagolva, valamint egyedenként 10 db szőrszál súlyát (μg) mérték (Nolan et al., 2017).

Nem találtak összefüggést az egyes csoportokon belüli csikók neme és a szőrszálak hossza között. Ellenben a 2. csoport kanca-, valamint mén csikóinak átlagos értékeit külön-külön összehasonlítva, mindkét esetben azt találták, hogy az 1-es csoport (kezelt kancák utódai) szőrszálai átlagosan rövidebbek voltak. Pozitív összefüggést sikerült kimutatni az 1-es csoporton belüli csikók születési súlya és a szőrszál hossza között.

Megfigyelték, hogy fényprogrammal kezelt kancák esetében túl korán következett be a téli bunda levedlése, a megvilágítás időtartama, tehát a fény kiemelkedő hatást gyakorolt az „évszakos szőrzet” kialakulására.

Az anyai szervezeten belül fejlődő magzat az anyaállat hormonális szabályozása alatt áll és belső egyensúlyának része, így tehát kihat rá az anyai hőmérséklet, és azon anyai hormonok amelyek képesek a placentán át a magzatba vándorolni. Kevés információval rendelkezünk azonban az anyai és magzati kapcsolatért felelős kémiai anyagok vándorlását és transzportját illetően, vannak azonban ismereteink egyes prolaktin és GH hormon család emlős magzatba való átjutásáról és magzaton belüli keringéséről (Nolan et al., 2017).

A tavasszal fokozatosan emelkedő napi megvilágítás a melatonin termelés csökkenését és a keringő prolaktin koncentráció emelkedését okozza. A vizsgált tanulmány szerint (Nolan et al., 2017) a növekvő prolaktin szint kiváltásáért az alacsony intenzitású kék fény, vagyis a hosszú nappalos fotoperiódikus stimulus, közvetve pedig a melatonin termelés szupressziója felelős. A melatonin lóban a sötét periódusokban termelődik, és felelős a világos-sötét endogén ciklusok változásáért. Egyes kutatások szerint (Nolan et al., 2017) a prolaktin kulcs szerepet tölt be a szőr növekedési folyamataiban különösen a katagén fázis alatt. A katagén fázis egy átmeneti állapot a szőrnövekedési ciklusában, amikor is a szőrszálak növekedése megáll. Természetesen a kancában emelkedő, keringő prolaktin hormon hatással van a fejlődő magzati szervezetre is. Kimutatták (Nolan et al., 2017), hogy az emlős magzat olyan környezetben fejlődik, ahol a prolaktin képes kifejteni hatását, eddig még kérdéses, hogy a ló magzatban is megtalálhatóak-e ezen prolaktin receptorok, azt viszont biztosan tudjuk, hogy a ló placentán jelen vannak mind a prolaktin, mind pedig a melatonin receptorok.

Tehát ha a magzat magasabb prolaktin hatásnak van kitéve az anyai prolaktin keringés révén, amely természetes körülmények között április és június között lehetséges, állíthatjuk, hogy a fejlődő szőrtüszők több időt töltenek katagén fázisban így jelentősen rövidebbek és gyengébbek, könnyebbek lesznek. Annak bebizonyítására, hogy a magzati szervezet is tartalmaz-e prolaktin receptorokat még nem találtak eredményeket (Nolan et al., 2017).

Egy másik tanulmány szerint (Gebbie et al., 1999) a prolaktin szőrnövekedésre kifejtett hatása nagyban függ a környezeti hőmérséklettől. Az emelkedő hőmérséklet ugyanis fokozza a prolaktin termelését. A szőrzet átalakulása a méhen kívüli szervezetnek a környezeti hőmérsékletingadozásra adott adaptív fiziológias válasza, a magzat ezzel szemben kizárólag az anyai maghőmérsékletnek van kitéve 24 órás cirkadián ritmusban.

A vizsgált tanulmány (Nolan et al., 2017) feltételezése szerint a fotoperiódusos melatonin szupresszió magasabb anyai prolaktin koncentrációt eredményez, amely a magzati keringésbe jutva a magzat prolaktin receptoraihoz kötődve fejt ki gátló hatását a szőrtüszők növekedésére. Az évszaknak megfelelő környezeti tényezők közvetve pedig jelzik a fejlődő magzat számára a közelgő melegebb nyári klíma eljövételét következményesen a magzat kevésbé tömött, gyengébb szőrzetet növeszt.

Összességében a fent leírt megfigyelések alapján (Nolan et al., 2017) a magzati fejlődés és fiziológiás alkalmazkodási képesség az előrelátható születéskori környezeti körülményekhez, a vemhes kancákon alkalmazott világos-sötét fény ciklusok függvénye. Egy feltevés szerint (Pérez et al., 2003) a fény a vemhes kanca számára módosíthatja az embrionális érési folyamatok mértékét a vemhesség utolsó trimeszterében. Az még egyelőre nem teljesen tisztázott (Nolan et al., 2017), hogy pontosan milyen endokrin folyamatok, illetve kémiai anyagok játszanak szerepet, melyek a placentán átjutva fejtik ki hatásukat. Az utero-placentális kapcsolat feltárása így tehát további vizsgálatokat igényel. Fő kérdés továbbá az is, hogy milyen egyéb hatások befolyásolhatják még a magzati fejlődést a kanca szervezetét ért fény hatására.

4.3.2. A meghosszabbított napi fotoperiódus hatása az ivari működésre és a szőrzet állapotára nézve telivér mén-, és kanca csikók esetében

A meghosszabbított fotoperiódus (EP) hatását vizsgálták (Kunii et al., 2015) egyéves telivérek téli időszakától kezdve két éves koruk tavaszi időszakáig tartóan az ivarmirigyek, a szőrzet állapota és az endokrin változások tekintetében.

Hatvankét telivér csikót (31 kanca és 31 mén) neveltek a Japán Versenyszövetség hidakai Edző és Kutatóközpontjában (Kunii et al., 2015). Ezek közül harminc egyed (15 kanca és 15 mén csikó) kiegészítő fényprogram mellett neveltek december 20-tól április 10-ig, a fennmaradó 32 lovat, mint kontroll csoportot természetes megvilágításban tartották a kísérlet teljes ideje alatt.

Mesterséges fényforrásként egy 100 wattos erősségű fehér fényű izzót szereltek fel az istállók mennyezete közelében, és meghatározták a 14,5 órás nappali és 9,5 órás éjszaki (sötét) időszakok megvilágítási körülményeit.

A kísérletben vizsgált vérmintákat a véna jugularisból vették, havonta egyszer, októbertől kezdve az egyéves korú csikókból egészen kétéves koruk február hónapjáig. Ezután márciustól kezdve a mén csikókból havonta kétszer, kancákból hetente történt a vérvétel. A szőrzet állapotát januárban és áprilisban értékelték (56 lóban).

Az endokrin változások vizsgálatához megmérték a prolaktin, luteinizáló hormon (LH), tüsző stimuláló hormon (FSH), immunreaktív (ir-) inhibin, tesztoszteron, 17 β -ösztadiol- és a progeszteron plazmakoncentrációját. Nem volt szignifikáns különbség a szőrzet állapotára nézve a két csoport egyedei között januárban, majd a téli szőrtakaró levedlése, illetve nyári szőrzetre váltása a kiegészítő megvilágításban részesített egyedeknél áprilisban következett be. Az endokrin változások tekintetében a prolaktin, az FSH, az ir-inhibin és a tesztoszteron plazmakoncentrációja szignifikánsan magasabb volt a kezelt csoportban, mint a kontrollcsoport egyedeiben a január-áprilisig tartó időszakban. Az LH plazmaszintje szintén emelkedést mutatott ugyanezen időszakban a kezelt egyedek vérében, összehasonlítva a kontrollcsoporttal. A kiegészítő megvilágítással kezelt kancák prolaktin-, LH-, ir-inhibin-, 17 β –ösztadiol- és progeszteron plazmakoncentrációi szignifikánsan magasabbak voltak januárban és áprilisban, ellenben a kontroll csoport januári mintáiban szignifikánsan magas FSH-szint volt mérhető. A kezelt csoportban korai ovulációt írtak le, a kontroll csoport adataihoz képest. Ezen tanulmány egyértelműen kimutatta, hogy a csikónevelés alatt alkalmazott kiegészítő megvilágítás elősegítette a téli bunda nyári szőrzetre váltását mind mén-, mind pedig kanca csikók esetén. Az eredmények feltételezhető oka, a prolaktin hatás fokozódása a fotostimulációs kezelés hatására. Ezen kívül az EP kezelés stimulálta a hypothalamus-hipofízis-gonadális tengelyt, és korai ovulációt váltott ki fiatal kancák esetén. Mivel az EP-kezelés által kiváltott változások a vizsgált állatok esetén (Kunii et al., 2015) a fiziológiás tartományon belül voltak, valamint az alkalmazott módszer biztonságos és egyszerű, a mesterséges fotostimuláció hatékony módszernek bizonyult a ló tartásban.

4.4. IGF-1 vizsgálata

A vemhesség utolsó szakaszától kezdve, leginkább újszülött csikó korban a fiatal szervezetnek számos anyagot kell biztosítani, hogy hozzászokhasson a méhen kívüli élethez, környezeti körülményekhez. Számos fiziológiai változás mellett, az endokrin rendszer további fejlődésére van szükség a kezdeti, ellés utáni szakaszban (Panzani et al., 2017).

A hipotalamusz-hipofízis tengely szabályozása mellett különféle hormonok és növekedési faktorok interakciója és szinergista működése vezet az utódok megfelelő szomatikus növekedéséhez, és fejlődéséhez. A magzati és újszülött életszakasz növekedési folyamatainak szabályozásában az IGF hormon család tagjai kiemelkedő fontosságú szerepet töltenek be. Még ha a magzati fejlődés és növekedés regulációjában főleg az IGF-2 tölt be fontos szerepet (Panzani et al., 2017).

A szabadon keringő IGF-1 az agyalapi mirigy növekedési hormonjának (GH) számos hatását közvetíti, a GH pedig szabályozza az IGF-1 májbeli és lokális produkcióját, felszabadulását. Mindezen anyagok a sejt növekedésre hatnak valamint szabályozzák a muszkuloszkeletális növekedést. A szomatotrop tengely és az IGF család hormonjai egyúttal szerepet játszanak a gasztrointesztinális traktus fejlődésében, kifejezetten az enterocyták érési folyamataiban és proliferációjukban, melyet fiatal borjakból sikerült kimutatni (Panzani et al., 2017).

4.4.1. Az IGF-1 család intrauterinális kifejeződése lovak korai vemhessége idején

Az IGF hormoncsalád tagjai szabályozzák a magzati és placentális növekedést, fejlődést. Köztük az (INS) Inzulin, IGF-1, IGF-2, INSR, IGF-1R, IGF-2R-okon keresztül stimulálja a sejt proliferációt, és differenciálódást. Az IGF aktiválódást az IGF-binding proteinek szabályozzák. A lovak egyedülállóak abból a szempontból, hogy szokatlanul hosszú pre-implantációs periódussal bírnak, amely így lehetőséget ad a beágyazódás körüli folyamatok vizsgálatára. Ezen kutatás (Gibson et al., 2015) során az IGF hormonrendszer kifejeződését vizsgálták a fejlődő magzat és az azt körülvevő szövetek, valamint az endometrium esetében a normál ivarzási ciklus és a korai vemhesség időszakában.

Endometriális biopsziát vettek: a 7. , 14. , 20. és 28. napon vemhes kancákból, ciklusban lévő kancákból pedig a 7. , 14. , 21. napon (4 állat/csoport). Az IGF rendszer kifejeződéséért felelős mRNS-t PCR-el mutatták ki. INS mRNS nem volt kimutatható endometriális vagy embrionális membránból.

IGF-1, és -2R mRNS kifejeződése a ciklusban lévő és vemhes kancák endometriumában azonos értékű volt. Az INSR gén kifejeződése kissé emelkedett az endometriumban vemhes kancáknál a 7. és 14. nap között és erőteljesebb emelkedést mutatott a vemhesség 21. napján, mint a ciklusban lévő kancák esetén. IGF-2 mRNS szintén növekedést mutatott a vemhesség 7.-14. és 14.-21. napja között. Az IGF-1R kifejeződése pedig jelentősen megnőtt 14. napon mind vemhes, mind ciklusban lévő kancákban (Gibson et al., 2015).

Összefoglalásként, az IGF család tagjai hasonlóképpen kimutathatók az endometrium hámjából ciklusban lévő kancáknál, a vemhesség elején pedig növekvő hormonszintek vizsgálhatók. Az embrió membránban az IGF család tagjai a 21. naptól mutatnak emelkedést. Ezen tanulmány szerint (Gibson et al., 2015) az INS/ IGF rendszer fontos szerepet tölt be a ló korai embrionális fejlődésében és a placenta kialakulásában.

4.4.2. Az ösztrogén kancákban és csikókban mérhető hatása az IGF-1 koncentrációra a vemhesség korai szakaszában

A ló blastocysta jelentős mennyiségű ösztrogént termel az ovuláció utáni 10. naptól, amely a hosszú pre-implantációs szakaszban is fennmarad. Az eddigi kísérletek során a ciklusban lévő kancákon alkalmazott exogén ösztrogén kezelések ellentmondásos eredményeket hoztak mivel luteolízist és luteotrop hatás kiváltását is megfigyelték. Jelen tanulmány (Wilsher et al., 2006) megvizsgálta az exogén ösztradiol luteális fázisra gyakorolt hatását és az embrionális fejlődés mértékét a korai vemhesség időszakában. Az ovuláció után sorozatos UH vizsgálatokat végeztek az embrionális növekedési ráta nyomon követése céljából, emellett szérum mintákat vettek, majd IGF-1 koncentrációt mértek. A vizsgálatok szerint a szérum IGF-1 konc. meredek emelkedést mutatott az ovuláció utáni 15. naptól a kezelt csoport egyedeinél, az embrió hólyag átmérő növekedésére nem volt hatással az IGF-1 szint. Jelen eredmények alapján, az IGF-1 szekréció kancákban ösztrogén által mediált folyamat. Ugyanakkor az IGF-1 emelkedés ösztradiollal kezelt kancák esetén csak a 15. naptól kezdődött, annak ellenére, hogy a kezelést az ovuláció utáni 7. napon kezdték meg.

Eszerint az endometriális válaszkészség lehetséges módon az endometrium ösztrogén receptorainak állapotától függ. Az embrionális növekedési ráta nem mutatott összefüggést (Wilsher et al., 2006) az ösztrogén befolyásolta IGF-1 koncentráció emelkedéssel, ez lehetséges módon az embrió IGF-Receptoraira kifejtett gátló hatást jelzi.

Esetleg az endogén IGF-1 koncentráció már telített szinten volt az optimális embrionális növekedéshez a vizsgálat (Wilsher et al., 2006) idejére, ennél fogva tehát semmi eltérés nem volt tapasztalható az endogén IGF-1 szintek és az embrionális növekedés szempontjából.

4.4.3. Csikókban mérhető IGF-1 szint

A születés utáni időszakban a legfontosabb növekedést szabályozó hormon az IGF-1. A lovak monotocus, egy utódot világrahozó fajok és hosszú vemhességi idővel rendelkeznek. A vemhesség végén az egyetlen életképes utód megszületése és túlélése alapvető feltétele a sikeres tenyésztési eredményeknek. Ezen tanulmány (Panzani et al., 2017) célja, hogy megvizsgálja a születés utáni első 14 nap szérum IGF-1 koncentrációváltozásait csikókban. A csikók magasabb IGF-1 plasma koncentrációkat mutattak a 10. és 14. napon, mint a 24. órában vett minták esetén, az IGF-1 koncentráció maximális szintjét pedig a 14. napi vérmintából mutatták ki. A vizsgálat (Panzani et al., 2017) megerősítette azt a tényt, miszerint az IGF-1 fontos szerepet tölt be a postnatális fejlődésben.

Pár nappal a születés után általános hormonszint emelkedést tapasztaltak (Panzani et al., 2017) újszülött csikók esetén. Ugyanakkor ez az emelkedés részlegesen azzal magyarázható, hogy egyes felvetések szerint a vizsgált növekedési faktorok a kancák colostrumából, illetve tejéből kerülnek a csikókba, habár kimutatták (Panzani et al., 2017), hogy az ellés után fokozatos IGF-1 cc. csökkenés mérhető az anyaállatok vérében. Talán a csikók magzati fejlődése során az IGF-1 plazma cc. legnagyobb része magából a magzati májból kerül a keringésbe, melyet számos táplálkozási tényező befolyásol, mely végül magas plazma IGF-1 szintet eredményez, nem csupán a születés utáni első hét folyamán, hanem a fiatal állat életének első hónapjában, amikor is erőteljes növekedés megy végbe a fiatal szervezetben (Panzani et al., 2017).

4.4.4. A takarmányozás és a megvilágítás hatása fiatal telivérek csikók IGF-1 hormonszintjére

A vizsgálat (Staniar et al., 2007) célja az volt, hogy leírja a növekedést és a plazma IGF-1 cc.-t legelőn nevelt angol telivérekben energia diétás táplálék kiegészítők etetése mellett. A kancákat és a csikókat véletlenszerűen osztották el cukor-, keményítő- (SS), vagy zsír-, és rostban (FF) -dús takarmánnyal etetett csoportokra, majd a plazma IGF-1-et valamint a növekedési rátát havonta egyszer meghatározták 1-16 hónapos korig.

Ezen függő változókat összehasonlították a nappalok hosszúságával és a környezeti hőmérséklettel. Összefüggést találtak (Staniar et al., 2007) a plazma IGF-1 koncentráció és a napi átlagos súlygyarapodás (ADG) között. Az ADG és a plazma IGF-1 egyértelmű szezonális ingadozást mutatott, júniusban és májusban magasabb, márciusban pedig alacsonyabb értékeket regisztráltak. A plazma IGF-1 és az ADG pozitív kapcsolatban állt a napi megvilágítás hosszával és a környezeti hőmérséklettel. Az IGF-1 plazma koncentrációja soha nem volt magasabb az FF csoportban az SS csoporthoz viszonyítva, ellenben magasabb IGF-1 szinteken mértek az SS csoportban a gyors növekedési szakasz folyamán, a 2. év tavaszán.

Az ADG és az IGF-1 közötti összefüggést (Staniar et al., 2007), kapcsolatot a környezet és az életkor nagyban befolyásolhatja. Ezen túlmenően a plazma IGF-1 szintet a takarmány energia mennyisége szintén befolyásolja az év adott szakaszaiban.

4.4.5. Kancák és csikók vérplazmájában, valamint a tejben mérhető immunoreaktív IGF-1, globulin és inzulin koncentráció

Kancák ellés utáni vér-, és tejmintáit vizsgálta Hess-Dudan et al. (1994). A kancák vérplazmájának globulin koncentrációja viszonylag állandó volt, ám a kolosztrumban gyorsan, nagyon alacsony szintre csökkent a szülést követő 2 napon belül. A csikók vérplazmájában a kolosztrum felvétele után mérhető globulin koncentráció jelentősen megemelkedett, de alacsonyabb koncentrációban maradt, mint a kancá plazmájában mérhető értékek. A kancák vérplazmájában az immunreaktív inzulin koncentrációja magas volt a laktáció első 2 hónapjában, majd szintje folyamatosan csökkent, az első kolosztrum mintában szintén magas volt, majd drasztikusan csökkent, és a választásig alacsony szinten maradt a csikók vérében (Hess-Dudan et al., 1994).

Kancákban az immunoreaktív inzulinszerű növekedési faktor-1 (iIGF-1) koncentrációja a plazmában a késői vemhesség alatt megnőtt, 2 nappal ellést követően érte el maximális koncentrációját, majd fokozatosan csökkent a választásig. Az iIGF-1 szintje az első kolosztrumban volt a legmagasabb, majd a laktáció első 2 napjában drasztikusan csökkent. A csikókban mérhető iIGF-1 fokozatosan növekedett életük első 2 hónapjában. A tanulmány (Hess-Dudan et al., 1994) kimutatta, hogy a kancákban és utódaikban a plazma iIGF-1 és az inzulin koncentrációjának változása eltérő, míg a kolosztrumban és a tejben az inzulin, iIGF-1 és globulin változások párhuzamosan következnek be.

Egy másik tanulmányban (Berg et al., 2007) IGF-1 koncentrációt mértek vemhes quarter horse kancákból postpartum időszakban tejből, illetve kancák és csikók vérszérumából. A csikó vérminták IGF-1-koncentrációja kezdetben növekedett, maximális csúcsát a 19. napon érte el, majd ezt követően stabilizálódott. Az IGF-1 kancatejbeli koncentrációinak szintje az idő múlásával szintén ingadozást mutatott, a legmagasabb értékű 0. napi mérés után, a 12. napi minta értékei már rendkívül alacsonynak bizonyultak.

4.5. IgG vizsgálata

A tej összetétele emlős fajonként jelentősen eltér a genetikai, élettani és táplálkozási tényezők, valamint a környezeti feltételek függvényében (Malacarne et al. 2002).

A lovak szervezetében található immunglobulinokat két csoportra oszthatjuk: IgG (IgG_a, -b, -c, -T) és úgynevezett egyéb: IgM és IgA alosztályokra.

A laktáció során vett mintákat megvizsgálva (Salamon, S. & Csapó, J., 2008), kijelenthetjük, hogy a legnagyobb mennyiségben előforduló immunglobulin a colostrumban az IgG, melynek koncentrációja fokozatos csökkenést mutat, míg az IgA kezdeti mennyisége ezzel

szemben növekszik és az 5.-7. napon vett elő-,tejminták esetében már nagyobb arányban fordul elő, mint az előbb említett IgG. Az egyéb-, illetve aggregálódó immunglobulinok maximális szintje a colostrumban mérhető, majd a tejben mérhető értékük hirtelen lecsökken és az ellést követő 2. hét után csökkent koncentrációjuk már nem detektálható.

4.5.1. Összfehérje, illetve egyes fehérjefrakciók és kémiai elemek jelenléte a kancák kolosztrumában és tejében

A vizsgálati anyagot öt félvér kanca kolosztrumából és tejből gyűjtötték (Cieśla et al., 2009), amelyeket azonos környezeti feltételek mellett helyeztek el.

A kolosztrum mintákat az ellés után 24 órával, míg a tejmintákat a laktáció 30. napjától kezdődően havonta, összesen 5 alkalommal gyűjtötték. A mintákban meghatározták az összfehérje, prealbumin, albumin, α -, és β -globulin, immunoglobulin, valamint a kalcium (Ca), magnézium (Mg) és cink (Zn) koncentrációját. „Előalbuminok” jelenlétét csak a kanca kolosztrumában figyeltek meg. Az összfehérje koncentráció mennyisége azonos volt a kolosztrumban és a tejben az 1. szoptatás hónapjában, míg az egyes protein frakciók koncentrációja dinamikusan változott az 1. szoptatás hónapjában. Összehasonlítva a kolosztrumban meghatározott értékeket (Cieśla et al., 2009), az α -globulinok szintje közel nyolcszorosára nőtt a laktáció során, míg az immunglobulinok szintje csaknem négyszeresére csökkent.

A legmagasabb Ca, Mg és Zn koncentrációkat a kanca kolosztrumában mérték, majd mindezen kémiai elemek koncentrációjának csökkenése következett be a laktáció első hónapjában (Cieśla et al., 2009).

4.5.2. Az IgG kolostrumban való megjelenésének és eltűnésének ideje a kancában

Az ellést megelőző és az ellés utáni kolosztrum mintákat 14 arab és 22 angol telivér kancából gyűjtötték és azokat szín, konzisztencia valamint immunoglobulin (IgG) koncentráció szempontjából vizsgálták (Pearson et al., 1984). A kezdeti minták, amelyeket 3–28 nappal a kancák ellése előtt vettek, több mint 1000 mg IgG/dl-t tartalmaztak. Az IgG átlagos koncentrációja az arab kancák kolosztrumában az ellés idején 9691 mg/dl volt, és szignifikánsan magasabb, mint a telivér fajok átlaga, amely, 4608 mg/dl volt.

Az átlagos időtartamok az ellés idején vett mintáktól addig, amíg a kolosztrális IgG 1000 mg/dl-re csökkent, 19,1 óra volt az arab kancáknál és 8,9 óra a telivér kancáknál, az előbbi jelentősen hosszabbnak bizonyult.

Az ellés oxitocin injekcióval való indukciója nem gyakorolt mérhető hatást sem a kolosztrális IgG koncentrációkra (Pearson et al., 1984).

4.5.3. Kolosztrális térfogat, immunoglobulin G és M meghatározása kancákban

A colostrum mennyiségét (térfogatát), valamint az IgG és IgM koncentrációját mérték (Lavoie et al., 1989) 6 többször ellett kancában a csikózásakor, majd 2 óránként, 16-20 órával az ellés után, valamint az egyes kancákban meghatározták a vérszérum IgG és IgM-koncentrációját a csikózásakor.

A tejmirigy szekréció átlagos sebessége 292 ± 26 ml/h (tartomány 202-389 ml/h), a colostrum térfogata pedig $5,1 \pm 0,5$ l (tartomány 3,2-7,0 l).

A kolostrális IgG és IgM tartalom 440 ± 106 g (tartomány: 199-855 g) és $3,1 \pm 0,9$ g (tartomány: 0,7 g - 7,1 g) volt. Nem volt jelentős összefüggés a szérum és a kezdeti colostrális IgG és IgM tartalom, illetve a szérum és a teljes kolosztrális IgG vagy IgM értékek között. Az elléskori kolosztrális IgG és IgM koncentrációk jól korreláltak a teljes kolosztrális IgG és IgM tartalommal. A kezdeti 250 ml kolosztrum az összes IgG-tartalom $10 \pm 1,4$ % (tartomány 6,0–13,9 %) és IgM tartalom $6 \pm 1,0$ %-át (tartomány 2,4–8,5 %) tartalmazta, az eredeti 500 ml kolosztrum az összes kolostrális IgG és IgM tartalom $20 \pm 2,7$ % (12,0 - 27,1 %) és $14 \pm 1,2$ %-át (8,2 – 17 %) tartalmazta (Lavoie et al., 1989).

4.5.4. Kolosztrális és szérum IgG, IgA és IgM koncentrációk elléskori vizsgálata amerikai üető kancákban és csikóikban

Immunoglobulin G, -M, és -A koncentrációkat mérték (Kohn et al., 1989) 36 amerikai üető kanca vérszérumából, az elléstől számított 12 órán belül, valamint az anyaállatok colostrumából az ellés utáni 6 órán belül. Csikókból szérum minták gyűjtése történt a születés után 24-48 órával. A csikó szérumában levő IgG koncentrációk rosszul korreláltak a kolosztrum IgG koncentrációival. A csikók szérumában lévő IgM, illetve IgA koncentrációk és a kolosztrum IgM vagy IgA koncentrációjának összefüggései, valamint a kancákban mért szérum IgG szint a kolosztrum IgG koncentrációjához viszonyítva nem volt szignifikáns.

A 36 csikó közül egynél (2,8 %) a szérum IgG-koncentráció kevesebb, mint 400 mg / dl volt. A 36 négy hónapon át megfigyelt (Kohn et al., 1989) csikó közül 6-ban fertőző légúti betegség alakult ki, amely antimikrobiális kezelést igényelt 55 és 113 napos kor között; ezek a fertőzések valószínűleg nem az ellenanyag passzív transzportjának tökéletlenségével álltak összefüggésben.

4.5.5. Összefüggések a csikókban mért szérumban immunoglobulin koncentráció, a kolosztrum fajsúlya és a kolosztrális immunoglobulin koncentráció között

Ellést követően, az első szopás előtti kolosztrum mintákat vettek (LeBlanc et al., 1986) 100 kancából. A colostrum fajsúly értékei szignifikánsan korreláltak a kolosztrális immunoglobulin-G koncentrációival.

A csikó szérumban IgG-koncentrációja nagymértékben korrelált a kolosztrum fajsúlyával, 48 csikó közül nyolc (17 %) szérumban IgG-koncentrációja kevesebb volt, mint 400 mg/dl. A 8 csikó kolosztrumának sűrűség értéke kevesebb, mint 1,06 és colostrális IgG koncentrációja kevesebb, mint 3000 mg/dl. A csikók szérumban IgG-koncentrációja nagyobb volt, mint 520 mg/dl 24 órával az ellés után, amikor a colostrum fajsúlya legalább 1,06 volt.

4.5.6. A késői laktációs kancatej kémiai összetétele és tejsavó fehérjetartalma

A vizsgálat (Markiewicz-Keszycka et al., 2013) célja az volt, hogy meghatározzák a tejsavó fehérje profilját, a szomatikus sejtszámot, az összcsíraszámot, a kémiai összetételt és a késői laktációs tej néhány fizikai-kémiai tulajdonságát, melyet lengyel hidegvérű lovak kancái termeltek az elléstől számított 141 és 210 nap között. A savófehérje profil, vagyis a vizsgált savófehérjék összmenyiségének százalékban kifejezett értékeivel jellemezhető: lizozim (11,6 %), a laktoferrin (14,6 %), valamint az immunoglobulin (15,8 %), a legnagyobb mennyiségben β -laktoglobulin (29,2 %) és α -laktalbumin (25,4 %). A kancatej alacsony szomatikus sejtszám és összcsíraszám jellemezte. A vizsgált eredmények azt bizonyítják, hogy a lovak késői laktációs periódusában adott tej értékes forrása bizonyos bioaktív összetevőknek.

4.5.7. IgG és IgM jelenléte kifejlett csikók köldökzsínójának vérszérumban

A kifejlett csikók köldökzsínójából vett vérszérumban IgG-t és IgM-et tartalmaztak. A kvantitatív (mennyiségi) vizsgálatok (Rejnek et al., 1973) kimutatták, hogy a vizsgált csikók köldökzsínójából vett vérszérumban az IgM mennyisége szignifikánsan magasabb volt, mint az IgG mennyisége. Majd ezeket az értékeket összehasonlították a kancákból vett vérminták értékeivel és azt találták, hogy a csikókból vett minták IgG és IgM tartalma nem anyai eredetű, hanem az újszülött szervezetben képződött.

5. Anyag és módszer

5.1. A kísérletben szereplő állatok

Jelen vizsgálatban 72 (5 és 19 év közötti) vemhes angol telivér kanca vett részt, a vizsgálatot 2018. január 9.- április 30.-ig folytattuk le, egy egyedülállóan angol telivér tenyészfarmon az írországi Kildarben. A természetes megvilágítás ideje a vizsgálat kezdetén 7 óra 50 perc, a végén 14 óra 53 perc volt. Jelen vizsgálat egy korábbi, 2018-as kutatás (Gallagher, 2018) folytatása, amely során a vemhesség alatti fénykiegészítés hatását vizsgálták a vemhesség hosszára, a csikók születési súlyára, valamint a csikók IGF-1 koncentrációjára nézve.

A vizsgált periódusban az állatok napközben legelői tartáson voltak minden nap 16 óráig, majd az éjszaka folyamán egyedi bokszokban voltak elhelyezve. Minden állat szabadon legelhetett napközben, és ad libitum szénát kapott az esti bokszos tartás idején. Ezen felül kereskedelmi forgalomban lévő koncentrált takarmány kiegészítőben részesültek: örölt takarmány keverék és versenyelő táp: 14% nyers protein; 4,5 % nyers olaj és zsír . A vizsgálat elején túlsúlyosnak értékelt vemhes egyedek speciális tápot, lenolajat, glükózamint, biotin kiegészítést kaptak. A vízhez való hozzáférés szintén ad libitum volt.

5.2. A mesterséges fénykiegészítés alkalmazása

2018. január 9.-től a vizsgált egyedeket kísérleti (35 egyed) és kontrol (37 egyed) csoportra osztottuk. Minden kezelt kanca istállót Equilume istállóvilágítással szereltek fel. A fényforrás a plafon közepére volt függesztve 4 méterrel a föld felett, felvillanó rendszerben. A természetes megvilágításhoz leginkább hasonló nagy teljesítményű LED világítás biztosította a fényforrást, úgynevezett kék komponenssel (80lux erősségű, 468nm hullámhosszúságú). A kísérlet során a megvilágítást úgy állítottuk be, hogy hajnalban és alkonyatkor hirtelen ki- /bekapcsoljon, valamint éjszakai vörös fényre váltson a sötétség programozott óráiban, hogy lehetővé tegye a melatonin éjszakai termelődését, a cirkadián ritmusok stabilizálását és a megfigyelést. A fehér fény éjszaka megszakítja a melatonin termelődését, és zavarja a cirkadián ritmust, így esetünkben ez nem volt alkalmazható. A vemhes kancákat istálló körülményeken tartva az éjszaka alkalmazott alacsony intenzitású vörös fény nem akadályozta a melatonin éjszakai emelkedését, valamint szintén lehetővé tette az állatok éjszakai megfigyelését, menedzsmentjét és etetését.

A kontrol csoport az adott évszagnak és területnek megfelelő fényviszonyokon volt tartva a vemhesség teljes hossza alatt.

A nappali órákban legelőn, míg éjszaka mesterséges megvilágítás nélküli istálló tartásban voltak az állatok. Azonban ez a rendszer az ellések megkezdésekor félbeszakadt, mivel az ellés megfigyeléséhez és az ellési segítségnyújtáshoz olykor mesterséges fényre volt szükség.

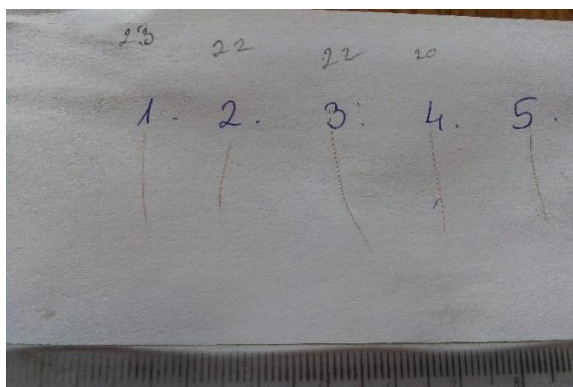
5.3. Mintavételezés

- Szőrminták vétele: a kontrol és kezelt kancák esetében az ellés utáni 12 órán belül a lapocka tájékáról.
- Vérminta vétel: Az ellés utáni 12 órán belül. A mintavétel helye a véna jugularis. A heparinos csőbe vett mintákat a mintavételezést követő 8 órán belül centrifugáltuk majd a vizsgálatig $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on fagyasztva tároltuk.
- Tejminta (colostrum): Az ellett kancák esetében az ellést követő 12 órán belül.

5.4. Vizsgálatok

5.4.1. Szőrminták esetében

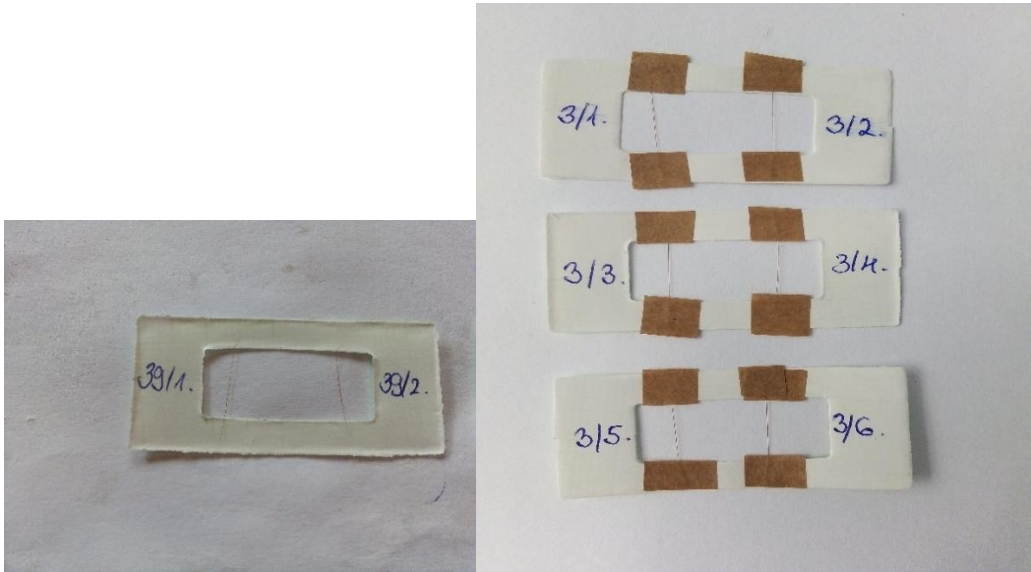
A levett szőrmintákban a felszőröket vizsgáltuk (2. ábra), ezek hosszát mértük: egyenként 6db szőrszál vizsgálatával (mm-ben).



2.ábra: Az egyes szőrminták hosszának mérése

Az ábrán egy adott kanca véletlenszerűen kiválasztott szőrszálainak hossz mérése látható milliméter skála segítségével.

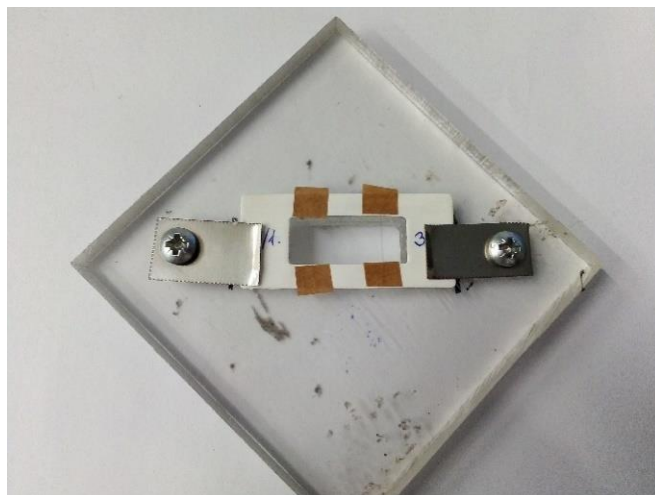
A lemért szőrszálakat kettesével előkészített papírkeretbe ragasztottam enyves ragasztószalag segítségével (3 papírkeret/egyed; 3-4. ábra). Az előkészített papírkereteket lepréseltem, hogy később a mikroszkóp alatt vizsgálhatók legyenek.



3-4. ábra: A lemért szőrszálak papírkeretbe foglalása

A bal oldali képen a 39-es számú kanca szőrszálmintáinak papírkeretbe történő illesztése látható ragasztás előtt, a jobb oldali képen a 3-as számú kanca szőrszálai láthatók a beragasztás után.

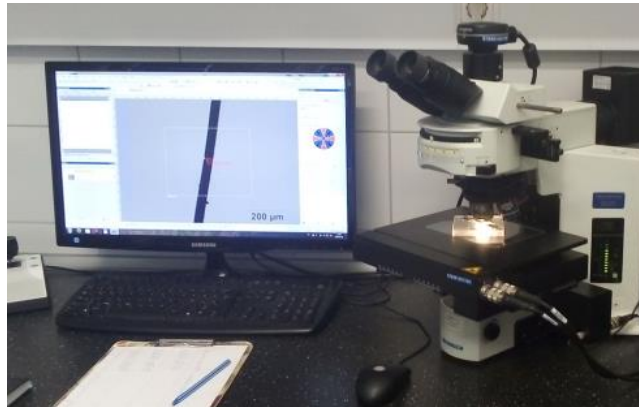
A keret standard belső átmérője 1 cm volt. A vizsgálat során csak azon állatok szőre került elemzésre, amelyek szőrszálai minimum 1 cm-esek voltak. A mintákat tárgylemezre helyeztük a mikroszkópos vizsgálat céljából (5. ábra).



5. ábra: A papírkeret befoglalása a mikroszkópos méréshez

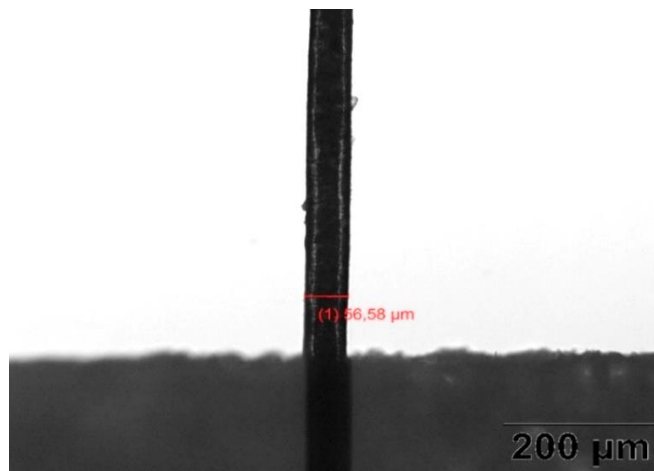
Az ábrán egy adott kancától származó minta (2 db szőrszál/keret) látható a mikroszkópos mérés előtt. A befoglaló csavaros tárgylemez a mikroszkópos mérést segíti elő.

Olympus BX 51M mikroszkóp OLYMPUS Stream Motion képfeldolgozó programmal vizsgáltam a szőrszálak átmérőjét az egyes pontokon. Az átmérőket a szál 3 pontjáról vettem: vastagabb (keret egyik széle), közepes (középen), és vékonyabb (keret másik széle) szálátmérő (μm).



6. ábra: Mikroszkópos elemzés, az egyes szálátmérők felvétele

A képen a szőrminták vizsgálathoz használt fénymikroszkóp, a hozzá csatlakoztatott számítógép, és egy szőrszál átmérőjének mérése látható.



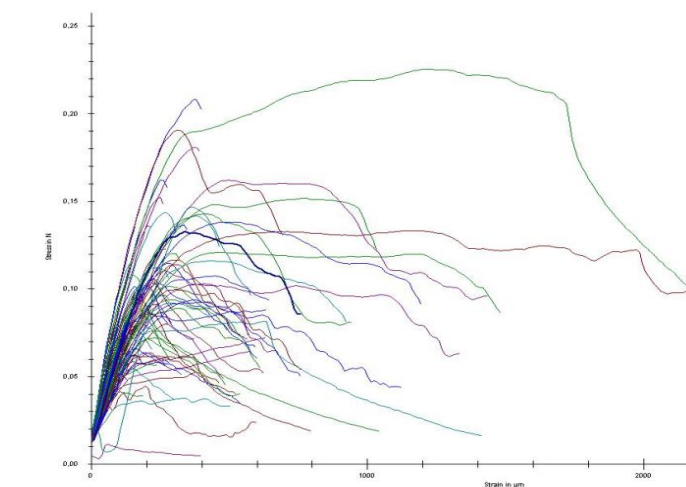
7. ábra: Az adott szőrszál egyik oldali átmérőjének felvétele

A képen egy szőrszál mikroszkópos mérésének számítógépes felvétele látható. A mérés során a szőrszál átmérőjének ($56,58 \mu\text{m}$) vizsgálata figyelhető meg.

A mikroszkóppal elemzett szálakat Zwick-Z005 szakítógép, Zwick TestXpert 11.0 programmal és a hozzá tartozó 20 N méréshatárú erőmérő cellával vizsgáltam, amely alapján az egyes szőrszálak tényleges megnyúlását (ΔL) és a szakításkor feljegyzett legnagyobb (maximális) erőt (F) vizsgáltam (8-9-10. ábra).



8-9. ábra: A befogott szőrszálminták szakítógépes vizsgálata
 A bal oldali képen a szakítógép, jobb oldalon pedig annak befogó része látható, melynek segítségével a szőrminták szakítási mérése történt.



10. ábra: Az egyes szőrszálak szakítási görbéi
 Az ábrán az egyes szőrszálak szakítógépes mérése során készült grafikonon látható (az erő a megnyúlás függvényében), melyen vizsgálható a szőrszálak eltérő szakítási görbéje, valamint egy-egy hibás mérés is felfedezhető.

Mindezen méréseket a Budapesti Műszaki Egyetem Polimertechnikai tanszékén végeztem. Az adatok statisztikai elemzésére az Állatorvostudományi Egyetem Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszékén került sor.

5.4.2. Vérminták esetében

Az ellés után levett vérminták esetében centrifugálás és fagyasztásos tárolás után ELISA módszer segítségével hormonvizsgálatokat végeztünk a vérplazma IGF-1 koncentrációjára nézve.

Az IGF-1 szint mérése szemikvantitatív ELISA módszerrel történt, Cusabio ló IGF-1 kit segítségével (katalógus száma: CSB-EL011086HO). Ez a próba a mennyiségi sandwich immuno-assay technika, mely során szabad antitestek kötődnek a jelen lévő antitest specifikus IGF-1-hez. Torma-peroxidáz enzim felelős a reakció közbeni színváltozásért a szubsztrát oldatban, a színváltozás az IGF-1 koncentráció mennyiségével arányos. A felhasznált kit mérési sávja: 12.5 ng/ml- 800 ng/ml, detektálási alsó határa (LLD) a legalacsonyabb fehérjekoncentrációként írja le, amely nullától eltérő szám.

5.4.3. Colostrum minták esetében

A kancáktól ellés után vett colostrum fajsúlyát colostrométerrel megmértük, fagyasztva tároltuk majd ELISA vizsgálatot végeztünk, melynek során az adott kancatej IgG koncentrációját mértük.

A vér-, valamint a tejminták vizsgálatára az Állatorvostudományi Egyetem Szülészeti Tanszék és Haszonállat-Gyógyászati Klinikáján került sor.

Minden kísérleti adat az Állatorvostudományi Egyetem Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszékén kerültek elemzésre és egyben összegzésre.

5.4.4. A vizsgálatok alapján ezeket a mutatókat értékeltem

IGF-1 (ng/ml): az ellés utáni 6 órán belül vett kanca vérplazma IGF-1 koncentráció meghatározása ELISA módszer segítségével.

IgG (µg/ml): az ellés utáni 6 órán belül vett colostrum IgG koncentráció meghatározása ELISA módszer segítségével.

Szálhossz: minden egyed esetén az adott felszőr milliméterben kifejezett hossza.

Vastag minden egyedi szál esetén a szőrszál két szélső mérési helyén a vastagabb átmérőjének értéke (µm).

Közepes átmérő: minden egyed esetén az adott szőrszál középső mérési helyén talált átmérő értéke (µm).

Változás-1: minden egyed esetén az adott szőrszál vastag-, és középső átmérője közti %-os eltérés.

Vékony átmérő: minden egyed esetén az adott szőrszál két szélső mérési helyén a vékonyabb átmérő értéke (μm).

Változás-2: minden egyed esetén az adott szőrszál középső és vékonyabb átmérője közti %-os eltérés.

Maximális erő (F): az adott szőrszál szakítása során feljegyzett legnagyobb erő (N).

Maximális húzófeszültség (F/A; a szakítószilárdság egyik esete, N/mm^2): a maximális erő és a szál vékony végére számított keresztmetszete felszínének aránya ($=F/\pi*(0,5*d)^2$, ahol d a szálátmérő; MPa).

Tényleges megnyúlás (ΔL): az adott szőrszál megnyúlásának a hossza (μm).

Az alapadatokon elvégeztem a kiugró értékek ellenőrzését Dixon próbával. A Dixon próba során saját adataim köz és a terjedelem arányát (Q) viszonyítottam a Dixon táblázatból vett kritikus értékhez (Qkrit). Amennyiben Q nagyobb, mint Qkrit, akkor a gyanús adatot elhagytam. Erre két mutató esetében került sor: IGF-1 kiugró értékek elhagyása 1000 ng/ml felett, és tényleges megnyúlás értékek elhagyása 1200 felett.

1. táblázat: A vizsgált mutatók alapstatisztikája a Shaphiro-Wilk teszt eredményeivel (p-érték)

| mutató | n | átlag | minimum | maximum | szórás | CV% | p-érték |
|---|----|--------|---------|---------|--------|-----|---------|
| IGF-1 (ng/ml) | 57 | 42,71 | 2,57 | 291,00 | 59,67 | 139 | <0,001 |
| eLOG IGF-1 | 57 | 3,14 | 0,94 | 5,67 | 1,09 | 35 | 0,362 |
| IgG ($\mu\text{g}/\text{ml}$) | 59 | 164,07 | 57,79 | 238,36 | 37,46 | 23 | 0,786 |
| Szálhossz (mm) | 56 | 16,62 | 10,83 | 20,17 | 1,93 | 12 | 0,306 |
| Vastag átmérő (μm) | 55 | 57,86 | 45,47 | 69,99 | 5,81 | 10 | 0,653 |
| Közepes átmérő (μm) | 55 | 50,23 | 34,84 | 63,595 | 7,32 | 15 | 0,404 |
| Változás-1 (%) | 55 | 13,25 | 0,24 | 32,34 | 7,25 | 55 | 0,332 |
| Vékony átmérő (μg) | 55 | 41,84 | 21,90 | 60,76 | 8,26 | 20 | 0,988 |
| Változás-2 (%) | 55 | 27,88 | 9,80 | 53,78 | 11,20 | 40 | 0,293 |
| Maximális erő (N) | 55 | 0,0862 | 0,0326 | 0,1510 | 0,0252 | 32 | 0,593 |
| Maximális húzófeszültség (MPa) | 54 | 41,84 | 21,90 | 60,76 | 8,26 | 19 | 0,189 |
| Tényleges megnyúlás, ΔL (μm) | 49 | 360,33 | 106,62 | 1159,73 | 254,71 | 70 | <0,001 |
| eLOG tényleges megnyúlás | 49 | 5,70 | 4,67 | 7,06 | 0,59 | 10 | 0,075 |

Az alapadatokon Shaphiro-Wilk teszttel elvégeztem a normalitás vizsgálatot. Ez két esetben (IGF-1 és tényleges megnyúlás) a kiugró értékek elhagyása ellenére is szignifikáns eredményt adott; így e két mutató alapadatainak a természetes alapú logaritmus transzformációját (mutató \rightarrow eLOG mutató) végeztem el a normalizálás érdekében. A Shaphiro-Wilk teszt eredményét a vizsgált mutatók alapstatisztikájával mutatja be az 1. táblázat.

A mutatókat két feldolgozásban (IGF-1 és IgG együtt, valamint a szájtulajdonságokat együtt) értékeltem úgynevezett többtulajdonság modell felhasználásával (multiple trait general linear model). A modellben fix hatásként a kezelést (a két kanca csoportot), folytonos változóként pedig a kanca életkorát, a vemhesség hosszát, a csikózás napját, a kanca és a csikó súlyát vettem figyelembe.

Folytonos változók:

- a kanca életkora: a kanca születési és ellési dátumából számítva, években.
- a vemhesség hossza: a fedeztetés és az ellés dátumából számítva, napokban.
- a csikózás napja: január elseje és a csikózás dátuma közötti idő, napokban.
- a kanca súlya: a kanca ellés előtti súlya (kg) – becsült mutató
- a csikó súlya: a csikó ellés napján mért súlya (kg).

A többtulajdonság modellbe a normális eloszlást követő, valamint a normalizált mutatókat tettem be, ugyanakkor a fenti hatásokat a legkevésbé jelentős szignifikancia szintjük szerint vettem ki futtatásonként (backward elimination).

Eredményként a legkisebb négyzetek elvén számított átlagot (LSM - Least Squares Mean), az átlag standard hibájával (SE - Standard Error of Mean) és százalékos eltérést (a kontrolhoz képest), valamint az alsó- és felső 95%-os konfidencia értékeket (-95%CI és +95%CI) a normális eloszlású mutatók esetében, illetőleg visszatranszformálást (eLOG mutató \rightarrow BACK mutató) követően a mértani átlagot, valamint az alsó- és felső 95%-os konfidencia értékeket (-95%CI és +95%CI) a normalizált mutatók esetében adtam meg.

Statistica ver. 13. (TIBCO Software Inc., 2017) programot használtam az adatok előkészítéséhez és feldolgozásához.

6. Eredmények

6.1. Az IGF-1 és IgG eredményei

2. táblázat: A hatások szignifikanciája az IGF-1 és IgG esetében

| Hatás | Eltávolítás sorrendje | átlag | p-érték |
|----------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Kanca kora (év) | 1. | 8,2 | 0,894 |
| Vemhesség hossza (nap) | 2. | 351,9 | 0,334 |
| Kezelés | 3. | * | 0,255 |
| Csikó születési súlya (kg) | 4. | 54,7 | 0,279 |
| Kanca elléskori súlya (kg) | 5. | 587,4 | 0,092 |
| Csikózás ideje (nap) | 6. | 73,9 | 0,074 |

*lásd 3-4. táblázatok

A vizsgálati eredményeket legkevésbé befolyásoló tényező a kanca életkora, míg a leginkább befolyásoló a kanca elléskori súlya és a csikózás napja volt (2. táblázat). Míg a vemhesség hossza, a kezelés és a csikó születési súlya közepes mértékű hatásként volt jelen a hormonvizsgálatban.

3. táblázat: Az IGF-1 (ng/ml; BACK mutató) eredménye

| Csoport | n | Mértani átlag | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|---------------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 31 | 30,4 | 19,6 | 47,1 |
| Kezelt kancák | 26 | 18,6 | 12,0 | 28,8 |
| Különbség, % | 57 | -38,8 | | |

Az IGF-1-ben nem igazoltuk a kezelés hatását ($p = 0,255$), ugyanakkor, a 3. táblázat tanúsága szerint közel 40%-kal alacsonyabb volt a kezelt kancát vérenek IGF-1 koncentrációja a csikózást közvetlen követően.

4. táblázat: Az IgG ($\mu\text{g/ml}$) eredményei

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|-------|-------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 28 | 163,7 | 7,070 | 149,4 | 177,9 |
| Kezelt kancák | 31 | 169,5 | 7,070 | 155,3 | 183,8 |
| Különbség, % | 59 | +3,5 | | | |

A colostrumban mért IgG vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a fénykiegészítést kapott vemhes állatok főcstejének immunglobulin tartalma jelentősen magasabb volt a nem kezelt állatok értékeihez képest (4. táblázat).

6.2. A száltulajdonságok eredményei

5. táblázat: A hatások szignifikanciája a száltulajdonságok esetében

| Hatás | Eltávolítás sorrendje | Átlag | p-érték |
|----------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Vemhesség hossza (nap) | 1. | 352,0 | 0,977 |
| Kanca elléskori súlya (kg) | 2. | 589,4 | 0,759 |
| Csikó születési súlya (kg) | 3. | 55,3 | 0,852 |
| Kanca kora (év) | 4. | 8,7 | 0,881 |
| Csikózás ideje (nap) | 5. | 76,2 | 0,060 |
| Kezelés | maradt | * | 0,031 |

*lásd 6-14. táblázatokat

A szőr vizsgálati eredményeit legkevésbé befolyásoló tényező a vemhesség hossza (nap), míg a leginkább befolyásoló hatás a csikózás ideje és a fénykezelés alkalmazása volt (5. táblázat). A szőrtulajdonságokra igazoltuk a kezelés hatását ($p = 0,031$).

6. táblázat: A szálhossz (mm) eredménye

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | 17,0 | 0,34 | 16,3 | 17,6 |
| Kezelt kancák | 27 | 16,0 | 0,35 | 15,3 | 16,7 |
| Különbség, % | 56 | -5,9 | | | |

A szőrszál hosszának vizsgálata során a kezelt kancák szőrszálaink átlagos hossza, valamint minimum és maximum értékei is alacsonyabbak, mint a kontrol anyaállatok esetében (6. táblázat). Tehát a fényrel kezelt kancák szőrszálai rövidebbek.

A szál vastagabb átmérője kiegészítő megvilágítással kezelt kancák mintáiban kisebb, mint a kontrol egyedek szőrszálai esetében. A közel 2%-os különbség azonban csekély a vastagabb helyen mért szálfínomság tekintetében (7. táblázat). Ez azt erősíti meg, hogy a kezelés megkezdésekor a vizsgálati állomány szálfínomsága egységes volt.

7. táblázat: **A vastagabb helyen mért szálátmérő (μm) eredményei**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | 58,7 | 1,21 | 56,3 | 61,2 |
| Kezelt kancák | 26 | 57,4 | 1,26 | 54,8 | 59,9 |
| Különbség, % | 55 | -2,2 | | | |

8. táblázat: **A közepes helyen mért szálátmérő (μm) eredményei**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | 52,2 | 1,46 | 49,3 | 55,2 |
| Kezelt kancák | 26 | 48,2 | 1,53 | 45,1 | 51,2 |
| Különbség, % | 55 | -7,7 | | | |

A szál közepes átmérőjének értéke kiegészítő fénnel kezelt kancák mintáiban kisebb a kontrol egyedek szőrszálaihoz viszonyítva (8. táblázat).

9. táblázat: **A vastagabb és középső helyen mért szálátmérő változásai (%)**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|-------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | -11,2 | 1,41 | -8,4 | -14,1 |
| Kezelt kancák | 26 | -15,9 | 1,47 | -13,0 | -18,9 |
| Különbség, % | 55 | -42,0 | | | |

A szál vastagabb és középső szálátmérője közti eltérés a kezelt állatok esetében jelentősen nagyobb. Tehát a szőr vékonyodása az adott szakaszon erőteljesebb (9. táblázat).

10. táblázat: **A vékonyabb helyen mért szálátmérő (μm) eredményei**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|-------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | 44,2 | 1,60 | 41,0 | 47,4 |
| Kezelt kancák | 26 | 38,2 | 1,67 | 34,8 | 41,5 |
| Különbség, % | 55 | -13,6 | | | |

A szál vékonyabb átmérőjének értékei esetén a kiegészítő fénnel kezelt kancák mintáiban mind a minimum, mind pedig a maximum értékek kisebbek a nem kezelt egyedek szőrszálaihoz viszonyítva (10. táblázat).

11. táblázat: **A vastagabb és vékonyabb helyen mért szálátmérő változásai (%)**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|-------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | -25,0 | 2,12 | -20,8 | -29,3 |
| Kezelt kancák | 26 | -33,4 | 2,21 | -29,0 | -37,9 |
| Különbség, % | 55 | -33,6 | | | |

A szál vastag és vékony szálátmérője közti eltérés a kezelt állatok esetében jelentősen nagyobb, mint kontrol kancákban. Tehát a szőr vékonyodása a szőrszál ezen két pontja között nagyobb mértékű.

12. táblázat: **A maximális erő (N) eredményei**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|--------|---------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 29 | 0,0909 | 0,00504 | 0,0808 | 0,1010 |
| Kezelt kancák | 26 | 0,0809 | 0,00525 | 0,0704 | 0,0915 |
| Különbség, % | 55 | -11,0 | | | |

A kontrol kancák szőrszálainak szakítási próbája során nagyobb maximális erőt mértünk, mint a kezeltkancák esetében (12. táblázat). Tehát a kezelt egyedek szőre gyengébb szálnak minősült.

13. táblázat: **A maximális húzófeszültség (Mpa) eredményei**

| Csoport | n | LSM | SE | -95%CI | +95%CI |
|----------------|----|-------|------|--------|--------|
| Kontrol kancák | 28 | 59,7 | 2,99 | 53,7 | 65,7 |
| Kezelt kancák | 26 | 72,8 | 3,12 | 66,5 | 79,0 |
| Különbség, % | 54 | +21,9 | | | |

A szőrszálak maximális húzófeszültség eredményei esetében a kezelt állatok szőrének értékei nagyobbak, mint a fénnel nem kezelt állatok esetében (13. táblázat).

A kontrol kancák szőrszálainak megnyúlása jóval nagyobb mértékű volt, mint a kezelt egyedek mintái esetén. Tehát a kezelt állatok szőrszálmintái gyengébbnek bizonyultak (14. táblázat).

14. táblázat: **A tényleges megnyúlás (ΔL ; BACK mutató) eredményei**

| Csoport | n | Mértani átlag | -95% CI | +95% CI |
|----------------|----|---------------|---------|---------|
| Kontrol kancák | 26 | 334,4 | 264,0 | 423,6 |
| Kezelt kancák | 23 | 261,9 | 204,7 | 335,1 |
| Különbség, % | 49 | -21,7 | | |

Valamennyi számtulajdonságban (a maximális húzófeszültség kivételével) mínusz előjelű értéket kaptam kancacsoportok közötti különbségként. A kiegészítő megvilágításban részesített kancák felszőre rövidül, intenzívebben vékonyodik, gyengül és nyújthatóságából veszít a kontroll csoport értékeihez képest 11-42%-kal.

Ugyanakkor, a kezelt kancák maximális húzófeszültsége „erősödést” mutatott. Ez abból adódik, hogy a szálátmérő fordítottan arányos az elszakításához szükséges mechanikai feszültséggel.

7. Megbeszélés és Következtetések

A vizsgálati eredményeinket összegezve a vemhesség alatt alkalmazott kiegészítő fényprogram nincs hatással a kancák vérében mért IGF-1 koncentrációkra, emellett vélelmezhetjük, hogy a kanca elléskori súlya és a csikózás napja pozitív hatással van a termelődő hormonra.

A colostrumban mért IgG vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a fénykiegészítést kapott vemhes állatok főcstejének immunglobulin tartalma gyakorlatilag azonos volt a nem kezelt állatok értékeivel. A kiegészítő fénykezelés nincs hatással az IgG termelődésére és ezáltal a fiatal csikók immunrendszerének fejlődésére, állapotára nézve sem.

A szőr vizsgálati eredményeit legkevésbé befolyásoló tényező a vemhesség hossza (nap), míg a leginkább befolyásoló hatás a csikózás ideje és a fénykezelés alkalmazása volt.

A szőrszál hosszának vizsgálata során a kiegészítő megvilágítással kezelt kancák szőrszálai rövidebbnek és a szőrszálának közepes és vékony átmérője lényegesen kisebbnek bizonyult. A közel 2%-os különbség elhanyagolható a vastagabb helyen mért szálfínomság tekintetében. Ez azt erősíti meg, hogy a kezelés megkezdésekor a vizsgálati állomány szálfínomsága egységes volt.

A szál vastagabb és középső szálátmérője közti eltérés, valamint a vastag és vékony szálátmérő közti különbség a kezelt állatok esetében jelentősen nagyobb volt, mint kontrol kancák esetén. Tehát a szőr vékonyodása az adott szakaszon jóval nagyobb mértékű.

A kontrol kancák szőrszálainak szakítási próbája során nagyobb maximális erőt mértünk, mint a kezelt kancák esetében. A kontrol kancák szőrszálainak megnyúlása pedig jóval nagyobb mértékű volt, mint a kezelt egyedek mintái esetén.

Vizsgálataink során a kezelt állatok szőrszálmintái gyengébbnek, valamint a szőr vastagodása kevésbé intenzív folyamatnak bizonyult, mint a kontrol egyedek esetében. Valószínűsíthető módon ebben természetes környezeti folyamatok is szerepet játszanak, hisz a téli bunda levedlését az évszakok és időjárás változása indukálja. Azonban jelenlegi kutatásunk azt bizonyítja, hogy a fény jelentős hatással van a szőrszál élettani folyamataira nézve. Feltételezhető továbbá más fény hatására termelődő hormonok vemhességre és szőrnövekedésre kifejtett hatása is, amelyek a csikók in utero fejlődésében nagy szerepet játszhatnak, ilyen lehet például a melatonin, az IGF-2, illetve prolaktin receptor jelenléte.

8. Összefoglalás

A vemhesség végén alkalmazott kiegészítő megvilágítás hatása angol telivér kancák plazma IGF-1 koncentrációjára, a colostrum IgG tartalmára, valamint a szőrzetük minőségére nézve

Az optimális tenyésztésszervezés és a kancák monitorozása céljából számos módszer terjedt el, amellyel az ivari működést detektálni, illetve befolyásolni tudják (Nolan et al., 2017). Gyakorlattá vált a tavaszi szaporodási ciklus előrehozatala, és ezzel együtt az ovuláció kiváltása. Lovakban mesterséges fényprogramokkal helyettesíteni lehet a természetes megvilágítást, a hosszú nappalokat, ezáltal korábbra hozva az ovulációt és a szaporodási ciklus beindulását. Így a tenyésztők számára lehetővé válik, hogy megfeleljenek az elvárt tenyésztési követelményeknek, gazdasági célkitűzéseknek, hiszen a telivér iparágban előnyt jelent az adott évben korábban született csikó, mivel az azonos korú egyedek közt fejlettebb, idősebb állatok a versenyeken is jobban teljesítenek. Egyes kutatások (Nolan et al., 2017) azonban bebizonyították, hogy a fotostimuláció alkalmazása negatívan hat a vemhesség hosszára valamint a kancák és csikók teljesítményére nézve.

Jelen kutatás célja az IGF-1 és IgG koncentráció, valamint a szőrzet vizsgálata, amelyek a kanca életfolyamatait, a kiegészítő megvilágításra adott válaszreakcióit tükrözhetik.

59 késői vemhes kancát osztottunk két csoportra aszerint, hogy kaptak-e fénykiegészítést, avagy nem. A kezelt csoport 35-45 napon keresztül kiegészítő megvilágításban részesült, a kontrol csoport egyedeit pedig a kísérlet ideje alatt természetes, adott időszaknak (január-március hónap) megfelelő fényviszonyokon tartottunk. Minden kancából az ellés utáni 12 órán belül vér-, colostrum, illetve szőrmintákat gyűjtöttünk.

Vizsgálataink során azt találtuk, hogy az IGF-1 és IgG szintjét statisztikailag igazolhatóan nem befolyásolta a kanca életkora, vemhességének hossza, a kanca és csikójának súlya, a csikózás napja, de a fénykiegészítés sem. Ugyanakkor, a száltulajdonságok esetében a fénykiegészítés hatása statisztikailag igazolt ($p=0,031$): a kezelt kancák elemi szőrszála rövidebb, finomabb és gyengébb az ellés idején gyűjtött mintákban.

A kiegészítő világítás hatásaként azt vonjuk le következtetésként, hogy az korábbi vedléshez, illetőleg a szaporodási ciklus korábbi kezdetéhez vezethet.

9. Abstract

Effect of an artificially extended photoperiod administered pre-partum on plasma IGF-1, colostrum IgG concentration and hair characteristics of thoroughbred mares

With the aim of optimal breeding management, and mare's monitoring, several methods spread which we can detect the breeding activities and also can influence them (Nolan et al., 2017).

Advanced breeding season and induced ovulation become practice nowadays. With artificial light programmes we can imitate natural long day photoperiod which advance the onset of ovarian activity in horses. In the thoroughbred industry this allows the breeders to meet the required breeding needs, and economic aims, because the foals born earlier can perform better in races, than the younger ones of the year. However, several studies (Nolan et al., 2017) proved that photostimulation has negative effects on gestation length and performance in mares and foals.

The purpose of this study is to examine IGF-1 and IgG, and hair fibre that may reflect the mare's life processes and responses to a supplemental lighting.

Fifty-nine late pregnant mares were divided into two groups, according to whether they received light supplementation or not. The treated group received additional light for 35-45 days, while the control group was exposed to natural light conditions during the experiment (January-March). From all of the mares were blood, and colostrum, as well as hair samples collected within 12 hours after foaling.

Our preliminary results prove that the age of the mare, the gestation length, the mare's weight, the foal's birth weight, the foaling day and the extended photoperiod do not influence significantly the IGF-1 level and the IgG concentration. At the same time, for fibre properties, the effect of light supplementation was statistically proven ($p = 0.031$): treated mares have shorter, finer and weaker hair by the calving.

As a result of the effect of supplemental lighting, we conclude that it may lead to earlier shedding, furthermore early onset of the reproductive cycle.

10. Irodalomjegyzék

- Berg, E. L., McNamara, D. L., Keisler, D. H., 2007: Endocrine profiles of periparturient mares and their foals. *Journal of Animal Science*, Volume 85, Issue 7, Pages 1660–1668
- Cieśla, A., Palacz, R., Janiszewska, J., and D. Skórka, 2009: Total protein, selected protein fractions and chemical elements in the colostrum and milk of mares (Short Communication). *Arch. Anim. Breed*, Department of Horse Breeding, West Pomeranian University of Technology, Poland 52, p. 1–6
- Gallagher, G., 2018: Effect of an extended photoperiod on prepartum thoroughbred mares. Observations on gestation length, foal's IGF-1 concentration and birth weight, TDK thesis, Állatorvostudományi Egyetem, Budapest; p. 3-34.
- Gebbie, F.E., Forsyth, A.A., Arendt, J., 1999: Effects of maintaining solstice light and temperature on reproductive activity, coat growth, plasma prolactin and melatonin in goats. *J Reprod. Fertil* 116:25-33.
- Gibson, C., De Ruijter-Villani, M., Stout, T.A.E., 2015: Intrauterine expression of insulin-like-growth factor family members during early equine pregnancy. *Animal Reproduction*. 12. 3. 797.
- Hess-Dudan, F., Vacher, P.Y., Bruckmaier, R.M., Weushaupt, M.A., Burger, D., et al., 1994: Immunoreactive insulin-like growth factor I and insulin in blood plasma and milk of mares and in blood plasma of foals. *Equine Vet J* 26: 134-139.
- Kohn, C.W., Knight, D., Hueston, W., Jacobs, R., Reed, S.M., 1989: Colostral and serum IgG, IgA, and IgM concentrations in Standardbred mares and their foals at parturition. *Journal of the American Veterinary Medical Association Comparative Study, Journal Article*, 195(1):64-68
- Kunii, H., Nambo, Y., Okano, A., Matsui, A., Ishimaru, M., Asai, Y., Sato, F., Fujii, K., Nagaoka, K., Watanabe, G., Taya, K., 2015: Effects of an extended photoperiod on gonadal function and condition of hair coats in Thoroughbred colts and fillies. *Japanese Society of Equine Science*. 26. 2. 57-66p
- Lavoie, J.P., Spensley, M.S., Smith, B.P., Mihalyi, J., 1989: Colostral volume and immunoglobulin G and M determinations in mares. *American Journal of Veterinary Research, Research Support, Non-U.S. Gov't, Journal Article*, 50(4):466-470
- LeBlanc, M.M., McLaurin, B.I., Boswell, R., 1986: Relationships among serum immunoglobulin concentration in foals, colostrum specific gravity, and colostrum immunoglobulin concentration. *Journal of the American Veterinary Medical Association, Comparative Study, Research Support, Non-U.S. Gov't, Journal Article*, 189(1):57-60
- Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani P., 2002: Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal*, Volume 12, Issue 11, Pages 869-877
- Markiewicz-Keszycska, M., Wójtowski, J., Kuczyńska, B., Puppel, K., Czyrak-Runowska, G., Bagnicka E., Strzałkowska, N., Józwick, A., Krzyżewski, J., 2013: Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal*, Short communication, Volume 31, Issue 2, Pages 62-64
- Nolan, M.B., Walsh, C.M., Duff, N., McCraren, C., Prendergast, R.L., Murphy, B.A., 2017: Artificially extended photoperiod administered to pre-partum mares via blue light to a single eye: Observations on gestation length, foal birth weight and foal hair coat at birth. *Theriogenology*. 100. 126-133.
- URL: <https://univet.hu/wp-content/uploads/2018/11/UNIVET-logo-2017-P2350C.jpg> -letöltés dátuma: 2019.10.06
- Panzani, S., Carluccio, A., Faustini, M., Prandi, A., Probo, M., Veronesi, MC., 2017: Comparative study on Insulin-Like Growth Factor I (IGF-1) plasma concentration in new-born horse foals, donkey foals and calves. *Fetal Neonatal Developmental Medicine*. 1. 1. 1-6.
- Pearson, R.C., Hallowell, A.L., Bayly, W.M., Torbeck, R.L., Perryman, L.E., 1984: Times of appearance and disappearance of colostrum IgG in the mare. *American Journal of Veterinary Research, Comparative Study, Research Support, U.S. Gov't, P.H.S., Research Support, Non-U.S. Gov't, Journal Article*, 45(1):186-190
- Pérez, C.C., Rodriguez, I., Mota, J., Dorado, J., Hidalgo, M., Felipe, M., Sanz, J., 2003: Gestation length in carthusian spanishbred mares. *Livestock Production Science*, Volume 82, Issues 2–3, Pages 181-187
- Rejnek, J., Prokešová, L., Šterzl, J., Matoušek, V., 1973: The presence of IgG and IgM in full term horse umbilical cord sera. *Immunochemistry*, Volume 10, Issue 6, Pages 397-399
- Staniar W.B., Kronfeld D.S., Akers R.M., Harris P. A., 2007: Insulin-like growth factor I in growing thoroughbreds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Volume 91, Issue 9-10, Pages 390-399

- Salamon, S., & Csapó, J., 2008: Az anyatej összetétele I. Fehérjetartalom, aminosav-összetétel, biológiai érték (Irodalmi áttekintés). *Acta Agraria Kaposváriensis*, 12(1), 25-40. megjelenítés / letöltés dátuma: 2019.09.26 <http://journal.ke.hu/index.php/aak/article/view/1901>
- TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>.
- Wilsher, S., Kölling, M., Allen, W.R., 2006: The effects of estrogen during early pregnancy in the mare on serum progesterone and IGF-1 levels and embryonic growth. *Animal Reproduction Science*, 94(1) 381–382

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek Dr. Gáspárdy András tanszékvezetőnek, akinek segítségével, tanácsaira és szakmai hozzáértésére a kezdetektől fogva számíthattam, valamint köszönetemet szeretném kifejezni Keindl Ágnes laboráns kolleganőnek a minták előkészítésében és az adatok számítógépre való vitelében nyújtott hatalmas segítségét.

Köszönettel tartozom Somoskői Bencének valamint a Szülészeti Tanszék és Haszonállat-Gyógyászati Klinikának a vér-, illetve colostrum minták vizsgálatában nyújtott nagy segítségért.

Továbbá szeretném megköszönni a Budapesti Műszaki Egyetem Polimertechnikai tanszékének, azon belül Dr. Morlin Bálint egyetemi adjunktusnak és Pinke Baláznak a szakmai segítséget és hasznos tanácsaikat, és hogy a vizsgálat teljes ideje alatt mindig rendelkezésünkre álltak.

Végül, de nem utolsó sorban hálával és köszönettel tartozom édesanyámnak, Bartha Katalinnak és barátomnak, Botos Kristófnak a szőrminták előkészítésében nyújtott segítségükért, valamint a kutatásom alatti mérhetetlen és odaadó türelmükért és támogatásukért.

Valamint köszönetet szeretnék mondani Helene Haalandnak a szőrminták vizsgálatában nyújtott lelkesítő támogatásáért és segítségéért. Thank you!

Köszönöm mindenkinek, aki bármilyen formában támogatott engem!

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: Bartha Boróka

Elérhetőség (e-mail cím): bartha.boro@gmail.com

A feltöltendő mű címe: A vemhesség végén alkalmazott kiegészítő megvilágítás hatása angol telivér kancák plazma IGF-1 koncentrációjára, a colostrum IgG tartalmára, valamint a szőrzetük minőségére nézve

A mű megjelenési adatai: 2020. 11. 10. , Budapest

Az átadott fájlok száma: 1darab

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédtett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2020.11.10.



aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutÿra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*

NYILATKOZAT

Alulírott **Bartha Boróka** nyilatkozom, hogy diplomamunkám, melynek címe: „A vemhesség végén alkalmazott kiegészítő megvilágítás hatása angol telivér kancák plazma IGF-1 koncentrációjára, a colostrum IgG tartalmára, valamint a szőrzetük minőségére nézve” tartalmi és formai szempontból teljes mértékben megegyezik, azonos című, a 2019. évi TDK konferencián szerepelt dolgozatommal.

Budapest, 2020.11.10.

.....
Bartha Boróka

a hallgató neve és aláírása

BARTHA BORÓKA