

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

TÓTH SZANDRA

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

KAPOSVÁRI CAMPUS

ÉLETTANI ÉS TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZET

2021

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS

Élettani és Takarmányozástani Intézet

A doktori iskola vezetője
PROF. Dr. SZABÓ ANDRÁS
az MTA doktora

Témavezető
PROF. Dr. KOVÁCS MELINDA
az MTA rendes tagja

Társ-témavezető
PROF. Dr. FÉBEL HEDVIG
tudományos tanácsadó, egyetemi magántanár

A FELNEVELÉS SORÁN ETETETT INDÍTÓTÁP
KEMÉNYÍTŐ- ÉS NDF-TARTALMÁNAK, ILLETVE A
MANNÁNOLIGOSZACHARID- ÉS AZ INULIN-
KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA AZ ITATÁSOS BORJAK
TELJESÍTMÉNYÉRE ÉS EGYES ÉLETTANI
PARAMÉTEREIRE

Készítette
TÓTH SZANDRA

KAPOSVÁR
2021

1. A kutatás előzményei, célkitűzései

A borjú- és üszőnevelés a tejtermelő gazdaság költségeinek jelentős hányadát képviseli anélkül, hogy a felnevelés hosszadalmas ideje alatt profitot termelne. A borjúnevelés célja a veszteségek minimalizálása, az állatok egészségének és ellenálló-képességének biztosítása, a felnevelés idejének csökkentése és ezzel hatékonyságának növelése.

Ezen célok megvalósítását több tényező nehezíti. Az itatásos borjak mortalitási aránya (3,4-8,1%) világszerte alig változott az elmúlt 10 évben, annak ellenére, hogy érzékelhetően sokat fejlődött a technológia, illetve a telepírányítási rendszer. Az elhullások elsősorú oka az első pár élethétben jelentkező emésztőszervi problémák és a passzív immunitás kialakulásának hiánya (Wilde, 2008). A megelőző célból takarmánnyal adagolt antibiotikumok betiltását követően megnőtt az igény, olyan alternatív takarmány-kiegészítő készítmények iránt, amelyek az emésztőrendszer egészségének biztosításán keresztül támogatják a borjak vitalitását és teljesítményét.

A borjúnevelés másik alapvető feladata, hogy megfelelő takarmányozási technológiát alkalmazva segítsük az előgyomrok, azon belül is a bendőemésztés kifejlődését. A rostforrások nélkülözhetetlenek a bendő egészséges fejlődéséhez és működéséhez, a takarmány kisebb rosttartalma azonban javítja a takarmányértékesítést (Terré és mtsai, 2013). Ugyanakkor tekintettel kell lenni arra, hogy a nagyobb mennyiségű könnyen oldódó szénhidrát a bendő pH-t olyan mértékben csökkenti, amely kedvezőtlen a bendőben élő baktériumok számára. Nincs egységes álláspont az indítótápok összetétele, táplálóanyag-tartalma, a rost és a keményítő aránya tekintetében, a tudományos eredmények ellentmondásosak.

Doktori munkámban a borjúnevelés olyan területével foglalkoztam, ami jelentős szerepet játszik az állatok fejlődésében, veszteségmentes

felnevelésében, illetve bendőműködésének kialakulásában.

Két kérdéskörben végeztünk vizsgálatokat.

1. A borjak bendőműködésének kialakulását, az állatok fejlődését az abrak összetétele miként befolyásolja (1. kísérlet). Ennek keretében célul tűztük ki annak megválaszolását, hogy:

- a borjú indító takarmánykeverékben az eltérő szénhidrátforrás (keményítő, hemicellulóz) miként hat a borjak növekedésére, egyes élettani, illetve mikrobiológiai paramétereire,
- az itatásos borjúnevelés során a különböző ideig etetett eltérő összetételű abrakkeveréknek van-e teljesítményfokozó hatása a tejtáplálás időszakának egészére nézve.

A kérdések megválaszolása érdekében megvizsgáltuk, hogy az eltérő szénhidrátforrás milyen változásokat indukál:

- a borjak testtömeg-gyarapodásában, takarmányfelvételében;
- a bendőfolyadék ammóniatartalmában, az egyes illó zsírsavak koncentrációjában, valamint a mikrobióta összetételében;
- a vér egyes klinikai-kémiai paramétereiben (albumin, karbamid, glükóz, triglicerid).

2. Doktori munkám további célja a borjakban kevésbé vizsgált inulin, illetve az eltérő hatásmechanizmusú prebiotikum, a MOS komplex vizsgálata volt (2. és 3. kísérlet). Feltételeztük, hogy a tudományos irodalomban fellelhető, a prebiotikum hatékonyságát illető ellentmondások egyik oka az alacsony dózis. Ezért mindkét erre vonatkozó vizsgálatban az ott leírtaktól (2-12 g/nap) nagyobb mértékű (18,7 és 28 g/nap) kiegészítést alkalmaztunk.

Tanulmányozni kívántam, hogy a MOS és az inulin eltérő koncentrációban, illetve különböző korban (itatásos borjúnevelés alatt [60 nap] és az első 14 életnapban) adagolva miként befolyásolja:

- a borjak testtömeg-gyarapodását, takarmányfelvételét;
- a bélsár mikrobióta összetételét;

- a vér egyes klinikai-kémiai paramétereit (albumin, koleszterin, glükóz, összfehérje, triglicerid, karbamid, bilirubin, kreatinin).

Az első két hétben főcstejjel és tejpótlóval adagolt nagyobb mennyiségű MOS- illetve inulin-kiegészítéskor egyes immunológiai paraméterek változását is terveztük nyomon követni (3. kísérlet). A vizsgálat fókuszában a borjúnevelés azon korai időszaka állt (0-14 nap), amelyben a legnagyobb támogatásra van szükség a megfelelő immunstátusz és bélmikrobiom kialakításához. Ebben a vizsgálatban a cél a vér IgG szintjének mérésén túl annak megállapítása is, hogy a borjakban az ovalbuminnal indukált immunválaszt módosítja-e a MOS- illetve inulin-kiegészítés.

A kísérlet tervezésekor törekedtünk arra, hogy egységes vizsgálati szempontok szerint kapjunk adatokat a kezelések okozta változásról. Éppen ezért minden kísérletben mértük a kezelések szervezetre gyakorolt hatását, valamint a természetes paramétereket, amelyek a borjúnevelés hatékonyságát jelzik. Ezeket az adatokat az ismételt mintavételeknek köszönhetően az életkorral járó fiziológiás változások nyomon követésére és igazolására is felhasználtuk.

2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Bos-Frucht Agrárszövetkezet kassói tehenészeti telepén végeztük. A kísérleti állatok kiválasztása és elhelyezése mindhárom kísérletben azonos volt.

Minden kísérletben mértük a borjúnevelés hatékonyságát jelző természetes paramétereket:

- takarmány-felvétel,
- élősúly,
- súlygyarapodás,

Valamint minden kezelés szervezetre gyakorolt hatását is:

- anyagforgalom
- bélsár vagy bendőfolyadék mikrobiológiai összetétele

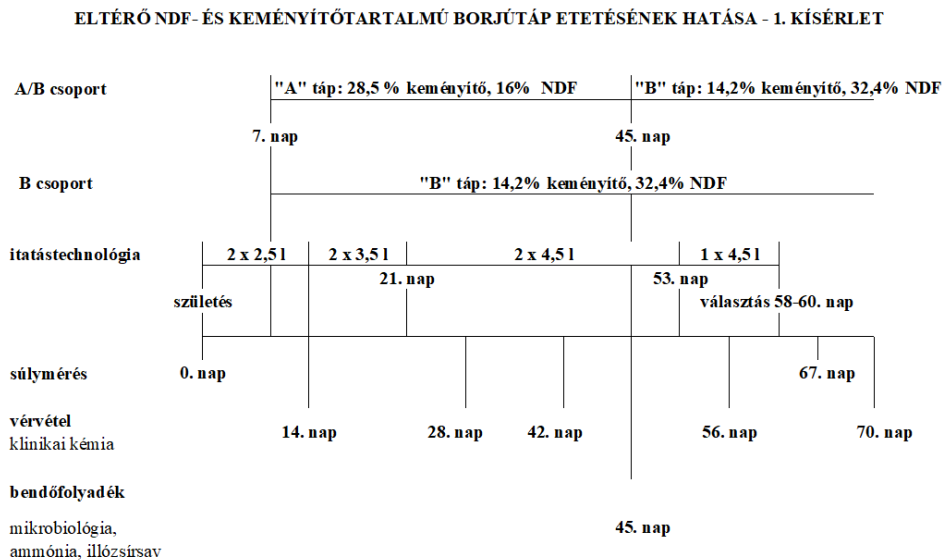
A 3. kísérlet esetében a főcstejjel és korai életkorban adagolt prebiotikum immunrendszerre gyakorolt hatásának feltérképezése érdekében vizsgáltuk a következőket:

- IgG ellátottság
- IgG szint változása specifikus antigén hatására – immunreakció provokálása ovalbuminnal
- Limfocita stimulációs próba (LST)

Az adatokat az ismételt mintavételeknek köszönhetően az életkorral járó fiziológiás változások nyomon követésére és igazolására is felhasználtuk.

A három kísérlet felépítését, a mintavételezések ütemezését az 1. 2. és 3. számú ábrán ismertetem, majd ezt követően bemutatom a takarmányozási szempontokat.

2.1. Eltérő keményítő- és NDF-tartalmú borjútáp etetésének hatása a borjak teljesítményére és élettani paramétereire (1. Kísérlet)



1. ábra: Az 1. kísérlet felépítése és a mintavételezések ütemezése

Hatvan Holstein Fríz (HF) üszőborjút születésükkor véletlenszerűen két csoportra osztottunk ($n=30$ /csoport), a borjak átlag születési testtömege: $40,1 \pm 3,4$ kg volt.

Az itatási protokoll kialakításakor a telepen alkalmazott technológiát vettük alapul. Naponta kétszer (7.00 és 19.00) itattak a 2. táblázatban bemutatott mennyiségek szerint. A borjakkal a születésüket követő 12 órától 21. napig 12,5% arányban hígított Sprayfo Yellow (Sloten Group B.V., Hollandia) tejpótlót, majd a 21. naptól teljes tej és tejpótló elegyét (75% tejpótló + 25% pasztőrözött teljes tej) itattak.

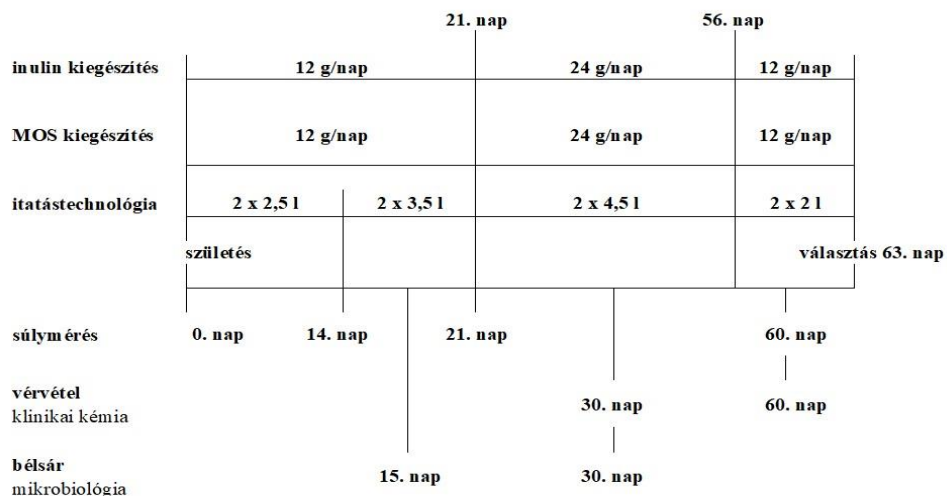
1. táblázat: Az 1. kísérletben alkalmazott itatási technológia

| Életkor (nap) | Itatott mennyiség (l) | g tejpótló/nap |
|---------------|-----------------------|----------------|
| 1-14 | 2 * 2,5 | 625 |
| 15-21 | 2 * 3,5 | 875 |
| 22-53 | 2 * 4,5 | 750 |
| 54-60 | 1 * 4,5 | 375 |

Két, eltérő keményítő- illetve NDF-tartalmú starter tápot ("A", "B") etettünk. Az "A" indítótápban a nagyobb keményítőtartalom mellett kisebb volt az egyes rostfrakciók (NDF, ADF) mennyisége (28,5% keményítő és 16% NDF). A "B" pedig fordítva, kisebb keményítőtartalmú és nagyobb NDF-tartalmú volt (14,2% keményítő és 32,4% NDF). Az A/B csoportban a borjakat két fázisban takarmányoztuk. Az első fázisban (7-45. nap) "A" borjútápot etettünk, majd a második fázisban (46-70. nap) "B" borjútápot kaptak. A „B” csoport egyfázisú takarmányozásban részesült (7-70. nap)

2.2. Felnevelés ideje alatt tejpótlóval adagolt MOS- és inulin-kiegészítés hatása a borjak teljesítményére és élettani paramétereire (2. kísérlet)

FELNEVELÉS IDEJE ALATT TEJPÓTLÓVAL ADAGOLT MOS- ÉS INULIN-KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA
2. KÍSÉRLET



2. ábra A 2. kísérlet felépítése és a mintavételezések ütemezése

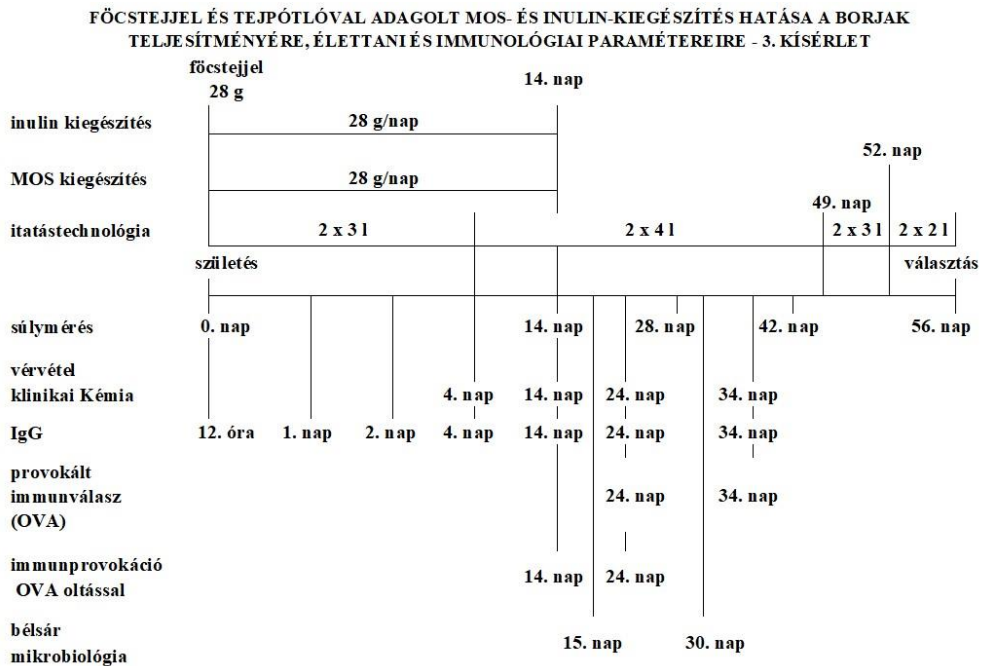
A vizsgálathoz 45 Holstein Fríz üsző borjat állítottunk a kísérletbe (születési testtömeg: $39,2 \pm 3,6$ kg). A borjak felneveléséhez Sprayfow Yellow (Sloten Group B.V., Hollandia) tejpótló tápszert alkalmaztunk 145 g/l hígítási arány szerint keverve. A vizsgálatban részt vevő 45 borjat (3x15 állat) a születésük másnapján véletlenszerűen helyeztük a három kísérleti csoport egyikébe (Prebiotikum kiegészítésben nem részesülő kontroll, valamint MOS-kiegészítésben, illetve inulin-kiegészítésben részesülő csoportok). A mannánoligoszacharidot, illetve az inulint a tejpótlóhoz kevertük. A borjak életkorának és a telepi gyakorlatnak megfelelően változtattuk az itatott tejpótló és ezzel együtt a prebiotikumok mennyiségét az alábbiak szerint (2. táblázat):

2. táblázat: A 2. kísérletben alkalmazott itatási technológia és a prebiotikum kiegészítés mértéke

| Életkor (nap) | Itatott mennyiség (l) | g tejpótló/nap | MOS vagy inulin kiegészítés (g/nap) |
|---------------|-----------------------|----------------|-------------------------------------|
| 1-14 | 2 * 2,5 | 725 | 12 |
| 15-21 | 2 * 3,5 | 1015 | 12 |
| 22-56 | 2 * 4,5 | 1305 | 24 |
| 5-63 | 2 * 2 | 580 | 12 |

A 22. és 56. napos életkor között a prebiotikum adagjának emelését korábbi kísérletek (*Diaz és mtsai.*, 2001; *Jasper és Weary*, 2002) borjak tejtáplálásával és hasmenésével összefüggő eredményei indokolták. Az említett szerzők szerint nagy mennyiségű tej vagy tejpótló (>9 l/nap) etetése növelheti a hasmenés előfordulását. Így, annak érdekében, hogy csökkentsük a tejpótló okozta negatív hatásokat, a prebiotikum eredeti adagját (12 g/nap/borjú) duplájára emeltük (24 g/nap/borjú). Ezt követően, ahogy a választási időszak alatt a tejpótló mennyisége csökkent, újból 12 g/nap prebiotikumot biztosítottunk számukra. A fent tárgyalt dózisok alapján a borjak átlagosan 18,7 g MOS-illetve inulin-kiegészítést kaptak a tejpótlóval történő táplálás teljes ideje alatt. A borjak választására 54 és 63 napos kor között került sor.

2.3. Főcstejjel és tejpótlóval adagolt MOS- és inulin-kiegészítés hatása a borjak teljesítményére, élettani és immunológiai paramétereire (3. kísérlet)



3. ábra A 3. kísérlet felépítése és a mintavételezések ütemezése

A vizsgálathoz 30 HF üsző borjat (születési testtömeg: $38,5 \pm 3,9$ kg) 3 csoportba soroltunk, csoportonként 10-10 borjúval (prebiotikum kiegészítésben nem részesülő kontroll, valamint MOS-kiegészítésben, illetve inulin-kiegészítésben részesülő csoportok). A prebiotikumokat 0-14 nap között 28 g/nap mennyiségben adagoltuk a tejpótlóval. A borjak az egyszeri főcstej adag után napi kétszer, 12 órás időközönként vödörből kaptak 140 g/l arányban kevert tejpótlót (Nukamel Performer, Nukamel, Weert, Belgium). A borjaknál alkalmazott itatási technológiát a 3. táblázatban ismertettük.

3. táblázat: A 3. kísérletben alkalmazott itatásos technológia

| Életkor (nap) | liter/nap/borjú | g tejjótló/nap |
|---------------|-----------------|----------------|
| 1-4 | 2*3 | 840 |
| 5-48 | 2*4 | 1120 |
| 49-52 | 2*3 | 840 |
| 53-56 | 2*2 | 560 |

2.4. Statisztikai analízis

A kísérletekben az üszőborjakat véletlenszerű elrendezésben osztottuk a kezeléseknek megfelelően egyenlő csoportba. A prebiotikus kiegészítéseket (2. és 3. kísérlet), illetve az eltérő szénhidrát tartalmú indító táp etetését (1. kísérlet) leszámítva minden egyéb körülmény (pl.: elhelyezés, takarmányozási rendszer) azonos volt az egyes vizsgálatok ideje alatt az összes állat számára. A statisztikai analízisek elvégzéséhez az R Commander (Version 3.4.1, 1991) program RcmdrPlugin.aRnova csomagját használtuk. Az adott paraméterek esetében a számtani átlagot, a szórást (SD), az átlagok standard hibáját (SEM) minden csoporthoz kiszámítottuk, a program leíró statisztikájának segítségével. Az adatok eloszlásának normalitását Saphiro-Wilk módszerrel ellenőriztük.

A kezelések számának megfelelően az 1. kísérletben a két csoportot az adatok eloszlásától függően kétmintás t-próbával vagy Kruskal-Wallis teszttel, míg a 2. és 3. kísérletben a három csoportot varianciaanalízis segítségével értékeltük (Repeated Measures of ANOVA, One-way ANOVA). Az illózsírsav és a mikrobiom összetétele közti összefüggések vizsgálatához a program korrelációs tesztjét használtuk. A különbségeket statisztikailag igazoltnak tekintettük $P < 0,05$ érték teljesülése esetén.

3. Eredmények

3.1. Eltérő keményítő- és NDF-tartalmú borjútáp etetésének hatása a borjak teljesítményére és élettani paramétereire (1. kísérlet)

A vizsgálat ideje alatt a borjak tejpótló fogyasztásában nem tapasztaltunk különbséget. A takarmányban található szénhidrátforrás típusa a 2. és 5. élethét között szignifikánsan ($P < 0,05$) befolyásolta a borjak takarmányfelvételét. Ebben az időszakban a borjak a nagyobb keményítő- (28,5%) és kisebb NDF- (16%) tartalmú indítótápból többet ettek meg, mint a kisebb keményítő (14,2%) és nagyobb NDF (32,4 %) tartalmúból. A vizsgálat második felében (45-67 nap) a csoportok között nem volt szignifikáns eltérés a takarmány-felvételben.

Az első 45 napban etetett különböző szénhidrát-tartalmú indítótáp nem befolyásolta a borjak testtömegét (67. napos életkor), és a felnevelés ideje alatti testtömeg-gyarapodásukat (539 ± 110 és 537 ± 112 g/nap). A vizsgálat első fázisában megfigyelt nagyobb takarmányfelvétel nem volt hatással a választáskori testtömegre.

Az indítótáp eltérő NDF-és keményítőtartalma nem befolyásolta a bendőben vizsgált baktériumok mennyiségét, valamint nem volt hatással a bendőfolyadékban az ecetsav: propionsav arányára, illetve az összes illózsírsav és az ammónia koncentrációjára.

Az eltérő szénhidrátforrásokat eltérő arányban tartalmazó indítótáp etetése nem befolyásolta a vér glükóz, triglicerid és karbamid koncentrációját. A kezelés és az életkor közötti interakció az albumin esetében figyeltünk meg ($P < 0,01$). A nagyobb keményítőtartalmú indítótápot fogyasztó borjak albuminszintje a 28. napon nagyobb, míg az 56. napon kisebb volt, mint a nagyobb NDF-tartalmú abrakkeveréket fogyasztó társaiké. Az „A/B” csoportban az albumin koncentrációja a 28. napon érte el a legnagyobb

értéket, a „B” csoportban az 56. napon. Jól lehet szignifikáns eltérést találtunk a különböző időpontokban vett minták között, de az értékek változásai nem kapcsolódnak természetes mutatóhoz (étvágy, testtömeg). Valamennyi mintavételi nap (n=5) albumin analízis eredményeit összegezve nem találtunk szignifikáns eltérést a csoportok között, az átlagérték 31,51 g/l, illetve 31,33 g/l volt.

3.2. A felnevelés ideje alatt tejpótlóval adagolt MOS- és inulin-kiegészítés hatása a borjak teljesítményére és élettani paramétereire (2. kísérlet)

A tejpótló prebiotikummal való kiegészítése nem befolyásolta a borjak szilárd takarmányfelvételét egyik élethéten sem.

A prebiotikumok etetésekor nem változott a borjak élőtömege és napi testtömeg-gyarapodása egyik adagolt dózis esetében sem. Tehát sem a vizsgálat elején (0-21) adagolt 12g prebiotikum, sem a 21. naptól a24 g/nap prebiotikum nem befolyásolta a borjak fejlődését.

A prebiotikumok nem befolyásolták az *E. coli* és *coliformok*, valamint a *Lactobacillusok* számát a bélsárban. A *Clostridiumok* az inulint fogyasztó borjak bélsárában nagyobb mennyiségben voltak jelen, mint a kontroll és a MOS csoporthoz tartozó borjakében. Az inulin a MOS-hoz képest növelte a *Bacteroidetesek* számát, de az eltérés a kontrollcsoport adataihoz képest nem jelent szignifikáns eltérést. Az inulinnal kiegészített tejpótlót fogyasztó borjak bélsárában az anaerob csíraszám nagyobb volt, mint a MOS-kiegészítésben részesülőké, de egyik csoport sem különbözött a kontrollcsoporttól. Az aerob csíraszám is az inulin etetésekor nőtt a bélsárban a kontrollcsoport értékeihez viszonyítva. A MOS nem volt hatással erre a paraméterre. A borjak életkorát tekintve megállapítható, hogy a 15. naphoz viszonyítva a 30. életnapon szignifikánsan kisebb volt a bélsár *Clostridium* és összes aerob csíraszám. Kezelés-idő interakció egyik vizsgált értékben sem

volt megfigyelhető.

Az inulin-kiegészítés hatására a borjak vérszérumában kisebb volt az összfehérje koncentrációja, mint a másik két csoportban. A prebiotikumok etetésekor nem változott az albumin, a koleszterin, a glükóz, a triglicerid és a karbamid értéke. Egyik vizsgált értékben sem volt megfigyelhető kezelés - idő interakció.

3.3. Korai életkorban főcstejjel és tejpótlóval adagolt MOS-és inulin-kiegészítés hatása borjak teljesítményére, élettani és immunológiai paramétereire (3. kísérlet)

0-14 nap között alkalmazott 28 g/nap MOS vagy inulin kiegészítés hatására sem találtunk változást az állatok abrak-felvételében.

Az élőtömegben nem találtunk szignifikáns különbséget a csoportok között egyik mérési időpontban sem. Ugyanakkor az átlagos testtömeg-gyarapodásban az első két élethétben, a 28.-42. nap között, valamint a borjúnevelés teljes időszakában (0-56. nap) szignifikáns eltérést találtunk. A 0-14 nap közötti időszakban az inulin etetésekor szignifikánsan kisebb volt a borjak testtömeg-gyarapodása ($P < 0,05$) a kontrollcsoportéhoz képest. A növekedésben való lemaradásukat a borjak a későbbiekben már nem tudták kompenzálni. A vizsgálat teljes időszakát (0-56 nap) tekintve, az inulinos csoport borjainak napi testtömeg-gyarapodása 647 g volt, szemben a kontrollcsoport 776 g értékével ($P < 0,05$). A gyengébb növekedési erélynek köszönhetően a csoportok közül az inulinnal kezelt borjak testtömegének átlaga volt a legkisebb, jól lehet ez az eltérés nem jelentett szignifikáns különbséget egyik vizsgált életnapon sem. A MOS-kiegészítés a borjak növekedését nem befolyásolta, az értékek nem mutattak szignifikáns eltérést a kontrollcsoportéhoz viszonyítva.

A 14 napos korig adagolt 28 g/nap MOS- illetve inulin-kiegészítés nem

befolyásolta a bélsár *Clostridium*, *Bacteroidetes*, *Lactobacillus* számát, valamint az összes anaerob és összes aerob csíraszámot. A bélsár *E. coli*, valamint *coliform* száma a MOS-kiegészítéssel itatott borjakban szignifikánsan nagyobb volt a kontroll és az inulinnal kezelt csoport értékeihez képest ($P < 0,05$).

A vér albumin, koleszterin, összfehérje, triglicerid és karbamid koncentrációjában egyik kezelés sem eredményezett elő szignifikáns eltérést. A borjak glükóz szintje a MOS-kiegészítésű csoportban meghaladta az inulinnal kezeltékét, de egyik sem különbözik a kontrollcsoport állatainak értékeitől. A kreatinin koncentrációja mindkét prebiotikummal kiegészített csoportban szignifikánsan nagyobb a kontrollcsoportéhoz képest.

Az inulinnal kezelt borjak IgG ellátottsága gyengébbnek bizonyult, mint a kontroll vagy MOS-sal kezelt borjaké. Az inulinnal kezelt borjak IL-6 citokin termelése elmarad a kontroll és MOS-al kezelt állatok citokin termelésétől ($P < 0,05$). Az OVA-specifikus IgG, az IL-1 β , IL-2 és IFN- γ citokinek nem mutattak kezeléstől függő változást. Bár nem volt megfigyelhető az immunológiai paramétereknél szignifikáns interakció a kezelés és idő összefüggésében, az inulin az első OVA oltást követően a 24. napra szignifikánsan növelte az IL-1 β termelést a MOS-hoz képest.

4. Következtetések

A borjak szilárd takarmányfelvételének növekedésére, vizsgálati eredményeink szerint, nagyobb hatást gyakorol a takarmánykeverék keményítő- illetve NDF-tartalma, mint a folyékony takarmánnyal itatott MOS- vagy az inulin-kiegészítés. A tejpótló tápszerrel különböző mennyiségben (18,7 vagy 28 g/nap) és ideig (60 nap vagy 14 nap) adagolt prebiotikumok (MOS, inulin) nem befolyásolják a takarmányfelvételt, testtömeg-gyarapodást, illetve a takarmányértékesítést. Nem sikerült igazolni

a prebiotikumok, irodalomból ismert, a természetes mutatókra gyakorolt kedvező, hozamfokozó hatását az ott leírtaktól nagyobb dózisú alkalmazásuk esetén. A kísérleti eredményeink, valamint az irodalmi adatok alapján feltételezhető, hogy a prebiotikumok hozamfokozó hatását a napi adagon túl más tényezők is befolyásolják. Úgy vélem, hogy ha a kontrollcsoport termelési eredményei (testtömeg-gyarapodás, takarmányfelvétel) megfelelnek az alkalmazott takarmányozási technológia szerint elvárhatónak, a prebiotikum nem képes tovább növelni a teljesítményt. Ugyanakkor tekintettel kell lenni arra, hogy a MOS és az inulin a bélflóra stabilizálásával hozzájárulnak a borjak fejlődését negatívan befolyásoló környezeti tényezők okozta, a szervezet vitalitását csökkentő károk mérsékléséhez, illetve azok megelőzéséhez. Utóbbi miatt indokolt a prebiotikumok preventív célú adagolása.

A prebiotikumokkal folytatott kísérleteink bélsár mikrobióta összetételének vizsgálata során azt az összefüggést találtuk, hogy amíg a felnevelés teljes ideje alatt (60 nap) alkalmazott prebiotikumok esetén csupán a *Clostridium*, illetve az aerob baktériumok száma változott az életkor előrehaladtával, addig a 14. napig történő etetéskor az anaerob összes csíraszám kivételével minden egyéb vizsgált mikrobiológiai paraméter értéke változott az egyes mintavételi időpontokban. Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a prebiotikumok teljes itatási időszakra kiterjedő adagolásával mérsékelhetőek az életkorral, a bél mikrobióta összetételében bekövetkező változások.

A MOS bélsár mikrobiom összetételére és számára gyakorolt hatásának értékelésekor nem lehet kizárni, hogy a kapott eredmények háttérében a MOS adszorpciós tulajdonsága áll. A bélsár vizsgálatokor nem lehet elkülöníteni, hogy ténylegesen megnőtt a bél nyálkahártyán megtapadt és ott kolonizálódó patogén baktériumok száma, vagy a patogének ürítése azért fokozódott, mert a MOS nagyobb mértékben megkötötte azokat. Az állatok antigénterhelését

tekintve súlyosabb problémát jelent az előbbi, a patogén baktériumok nagyobb mértékű kolonizációja. Erre vonatkozó vizsgálati módszerek összehasonlító elemzése segíthet pontosabban megismerni ezt a folyamatot.

5. Új tudományos eredmények

1. A borjak életének első öt hetében a szilárd takarmányfelvételt befolyásolja a takarmánykeverékek keményítő- és NDF-tartalma. A nagyobb elérhető takarmányfogyasztás érdekében, ebben az időszakban előnyösebb, ha az indítótáp több keményítőt (28,5%) és kevesebb NDF-et (15,9%) tartalmaz.

2. A 60 napos, itatásos felnevelés során a tejpótló 18,7 g/nap MOS- illetve inulin-kiegészítése nem volt hatással a borjak testtömeg-gyarapodására, takarmányfelvételére, a bélsárban a *Lactobacillus*, az *E. coli + coliform*, illetve a *Bacteroidetes*ek számára, valamint a vizsgált klinikai kémiai vérparaméterekre.

3. A 60 napos életkorig a tejpótlóba kevert, napi 18,7 g inulin-kiegészítés a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan növelte a bélsárban a *Clostridium*, illetve az aerob baktériumok számát.

4. A borjak életének első két hetében a főcstej, illetve a tejpótló, napi 28 g inulinnal történő kiegészítése a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan csökkentette, a napi 28 g MOS-kiegészítés nem befolyásolta a borjak teljes felnevelési időszakára (1-56. nap) vonatkoztatott testtömeg-gyarapodását. A borjak takarmányfelvételére a teljes felnevelés időszakában egyik prebiotikum sem volt szignifikáns hatással.

5. A borjak életének első két hetében a főcstej, illetve a tejpótló, napi 28 g inulinnal történő kiegészítése esetén kisebb volt a borjak vérszérumában az összes IgG mennyisége. A 14. és 24. napon ovalbuminnal (OVA) provokált

immunválaszkor a kontrollcsoporthoz viszonyítva sem az inulin sem a MOS nem befolyásolta az OVA specifikus IgG, valamint az IL-1 β , IL-2, illetve az IFN γ képződését. Az inulinnal kezelt csoport állataiban ugyanakkor az IL-6 kifejező gén mutatott kezeléshatást.

6. Javaslatok

Az eredmények felhasználhatóságára az alábbi javaslatok tehetők:

- Az élet első 5 hetében, a borjak indítótáp felvételének növelését elősegítendő a nagyobb keményítő- (28,5%) tartalom melletti kisebb NDF- (15,9%) tartalmú indítótáp alkalmazása javasolt.
- A borjak első két élethetében a napi 28 g inulin-kiegészítés alkalmazása, a testtömeg-gyarapodásra gyakorolt depresszív hatása miatt nem javasolt.
- A MOS, illetve az inulin hosszabb távú, a tejtátás teljes idejére kiterjedő alkalmazását (18,7 g/nap), a bél mikrobiota összetételének és számának kedvező változása indokolhatja.

7. Az értekezés témaköréből írt tudományos közlemények; ismeretterjesztő publikációk; előadások

Lektorált idegen nyelvű folyóiratban megjelent közlemény:

Tóth Sz., Kovács M., Bóta B., Szabó-Fodor J., Bakos G., Fébel H. (2019) Effect of the composition of starter diet fed in the rearing phase on the performance and certain physiological parameters of Holstein calves. Czech Journal of Animal Science 64. 9. 367-376. DOI: <https://doi.org/10.17221/34/2019-cjas>

Tóth Sz., Kovács M., Bóta B., Szabó-Fodor J., Bakos G., Fébel H. (2020) Effect of mannanoligosaccharide (MOS) and inulin supplementation on the performance and certain physiological parameters of calves reared on milk

replacer. Journal of Applied Animal Research 48. 1. 228-234. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1770096>

Lektorált folyóiratban magyarul megjelent közlemény:

Tóth Sz., Kovács M., Fébel H. (2018) A mannán-oligoszacharid (MOS) hatása a borjak növekedésére, a bélflóra összetételére, az immunrendszerre, szerepe az enterális megbetegedések csökkentésében. Irodalmi összefoglaló. Állattenyésztés és Takarmányozás 67.2. 63-77.

Tóth Sz. (2018) A pre- és probiotikumok használatának szabályozása az Európai Unióban és a világ más országaiban. Acta Agraria Kaposváriensis 22. 2. 46-62 DOI: <https://doi.org/10.31914/aak.2278>

Tóth Sz., Kovács M., Fébel H. (2020) Az inulin szerepe és jelentősége a gazdasági haszonállatok takarmányozásában. Acta Agraria Kaposváriensis 24. 1. 55-66. DOI: <https://doi.org/10.31914/aak.2372>

Proceedingben teljes terjedelemben, idegen nyelven megjelent közlemény:

Tóth Sz. (2019) The effect of the quantity and quality of milk replacer intake on starter feed intake in Holstein calves. Biologiya Tvaryn / Animal Biology 21. 2. 70-72. DOI: <https://doi.org/10.15407/animbiol21.02.070>

Tóth Sz. (2019) Effect of mannanoligosaccharide (mos) and inulin supplementation on the performance of calves reared on milk replacer. Review on Agricultural and Rural Development 8. 1-2. 81-84.