

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 9

Issue 3

Különszám/Special Issue

Gödöllő
2013



AZ ELVÁLASZTÁSI KOR, VALAMINT PRO- ÉS PREBIOTIKUMOK ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA A NÖVENDEK HÁZINYÚL VAKBÉL MIKROBIOTÁRA

Bónai András, Bagóné Vántus Viola

Kaposvári Egyetem, Agrár-Környezettudományi Kar,
Élettani, Biokémiai és Állategészségügyi Intézet
7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.
bonai.andras@ke.hu

Összefoglalás

A növendék nyulak gyakran szenvednek a béltraktust érintő megbetegedésektől a választást követő időszakban. A felnevelési veszteségek csökkentése érdekében jelentős a gyógyszer felhasználás. A korábban alkalmazott antibiotikumok kiváltására egyes tartástechnológiai változtatások, valamint a pro- és prebiotikumok alkalmazása is lehetőséget nyújthat.

Kísérletsorozatunkban foglalkoztunk a választási kor, a probiotikus *Bacillus cereus* var. *toyoi* spórákat tartalmazó készítmény, a prebiotikus inulin, a magas fehérje tartalmú spirulina, valamint az antibakteriális hatású kakukkfűvel végzett takarmány kiegészítés vakbél mikrobiotára kifejtett hatásával.

Kísérleteinket Pannon Fehér házinyulakkal végeztük a Kaposvári Egyetem Tan-, és Kísérleti telepén. A telepen tartott állatok egészségügyi státusza jó volt (mortalitás <10%). A kísérlet típusától függően három, vagy négy csoportot alakítottunk ki és vizsgálatainkat a választás körüli időszakban több alkalommal megismételtük.

A korai (21 napos) elválasztás (1. kísérlet) 10%-al alacsonyabb vágási testsúlyt, nagyobb rövid szénláncú zsírsav (VFA) termelést a vakbélben, azon belül is magasabb ecetsav és vajsav, illetve alacsonyabb propionsav arányt eredményezett. Az életkor befolyásolta a vakbél és vakbél tartalom relatív súlyának alakulását, az eltérő elválasztási időpontnak erre nem volt szignifikáns hatása. A 28. és 42. nap között 14%-al csökkent a *Bacterioides*-ek száma a vakbélben.

A *Bacillus cereus* var. *toyoi* (2. kísérlet) hatására az állatok jobb egészségi állapotot mutattak a kontroll csoport nyulaihoz viszonyítva, amelynek háttérében a szignifikánsan kisebb *E. coli* terhelés állt.

A 4%-os inulin kiegészítés (3. kísérlet) esetén nem tapasztaltuk az irodalmi adatok alapján várt pozitív hatást, csökkent (11%-al) a takarmányfelvétel, nőtt a morbiditás és mortalitás, csökkent a xilanáz aktivitás (18%-al) és a vajsav aránya.

A spirulina kiegészítés (4. kísérlet) alacsonyabb VFA tartalmat eredményezett. A kakukkfű kiegészítés kis mértékben növelte a propionsav (8,1%) részarányát az összes VFA mennyiségén belül, valamint csökkentette az *E. coli* (\log_{10} 3,7) baktériumok számát.

Kulcsszavak: elválasztási kor, *Bacillus cereus*, inulin, spirulina, kakukkfű



Effect of weaning age and using pro-, prebiotics feed supplementation on caecal microbiota of weaned rabbits

Abstract

Weaned rabbits often suffer from enteral diseases. The applied amount of antibiotics against the losses of fattening period is notable. One possibility to replace of medicaments is the change of breeding technology. Other option is the application of pro- and prebiotics.

In our experimental series, the effects of weaning age and the feeding supplementation with a probiotic product containing spores of *Bacillus cereus* var. *toyoi*, a prebiotic inulin, a high protein content spirulina and antibacterial thyme were tested on caecal microbiota.

Great health status (mortality <10%) Pannon White rabbits were used in experiments on experimental farm of Kaposvar University. According to the type of experiment, three or four groups were formed and measurements were repeated more than two times after weaning.

The 10% lower amount of slaughtering weight, higher VFA production in caecum, including higher proportion of acetic acid and butyric acid, lower proportion of propionic acid were caused by early (21st day) weaning age of rabbits (experiment 1).

Weight of caecum and caecal content were influenced by age of rabbits. Different weaning age had no effect on this parameters. Number of *Bacteroides* was decreased by 14% between 28 and 42 days of age.

According to the effect of *Bacillus cereus* var. *toyoi* (experiment 2), animals had greater health status, than the control group rabbits, due to the significant lower number of *E. coli*.

Against results of other articles, inulin (4%) supplementation (experiment 3) had no positive effect. Feed consumption was reduced (11%), morbidity and mortality were increased, xylanase activity (18%) and rate of butyric acid were decreased.

Lower level of VFA content was detected according to the spirulina supplementation (experiment 4). Due to the thyme supplementation, the rate of propionic acid (8,1%) was increased within total VFA production and number of *E. coli* (\log_{10} 3,7) bacteria was reduced.

Keywords: weaning age, *Bacillus cereus*, inulin, spirulina, thyme

Irodalmi áttekintés

Az anyjuktól való elválasztást megelőzően a nyulak a tejtáplálás alatt egyre nagyobb mennyiségben fogyasztanak szilárd takarmányt, majd a választást követően jellemzővé válik a cökotrófikus viselkedés. A növendék nyulakat gyakran kínozza enterális eredetű megbetegedés a tejtáplálásról szilárd takarmány fogyasztására való áttéréskor. Az állatok egészségi állapota jelentősen befolyásolható takarmányozással és a korai (21 napos) választással (Cesari és mtsai, 2007). Gallois és mtsai (2008) a választási kor hatását vizsgáló kísérletükben megállapították, hogy a növendék nyulak jól kompenzálják a tej hiányát.

A házinyúl felnevelése során a választás utáni időszakban történik a legtöbb elhullás. A főként enterális megbetegedések háttérében gyakran a bél mikrobiota egyensúlyának felborulása áll. A házinyúl esetén a vakbélben élő mikroba közösség stabilitása jelentősen befolyásolja az állatok egészségi állapotát.

Az Európai Unió bizottsága betiltotta a preventív célból alkalmazott antibiotikumok használatát 2006. január 1-től. Ezen túlmenően, a korábban alkalmazott antibiotikumok mennyiségének mérséklését várják el a termelőktől. Ennek eredményeként az alternatív növekedéscsökkentő iránti érdeklődés megélénkült (Ancsin és mtsai, 2008).



Az antibiotikum kiváltásának egyik lehetséges módja az olyan élő mikrobát tartalmazó készítmény alkalmazása, amely a bél mikrobiota összetételének optimalizálásával biztosítja a tápcsatorna egészséges működését (Marteau és mtsai, 2002), ezen keresztül jótékonyan hat a gazdaállat egészségére. Ilyen probiotikus készítmény a *Bacillus cereus* var. *toyoi* spórát tartalmazó Toyocerin[®], melynek jótékony hatását alátámasztották (Nicodemus és mtsai, 2004; Trocino és mtsai, 2005).

Másik lehetőség az antibiotikum kiváltására a prebiotikumok alkalmazása, melyek szubsztrátként szolgálnak a tápcsatorna jótékony hatású baktériumai számára. Ilyen vegyület többek között az inulin, amely szerkezetét tekintve fruktóz-oligoszaharid és oldható rostként hasznosul a bélbaktériumok által. Így, befolyásolni képes ezáltal a mikrobiota összetételét (Gibson és mtsai, 2005). Az inulin típusú fruktánok hatását vizsgálták sertések, baromfi, borjú és kisállatok esetén (Verdonk és mtsai, 2005). Házinyúllal végzett kísérletben, az inulinnal kiegészített takarmány hatására a vakbél tartalom rövid szénláncú zsírsavainak mennyisége megnövekedett (Volek és mtsai, 2007).

A nyulak takarmányában a lejelentősebb fehérje forrás a szója. Azonban a genetikailag módosított élelmiszerekkel kapcsolatban egyre több kifogás lát napvilágot és többen próbálnak alternatív fehérjeforrást keresni a növekvő igények kielégítésére. A nyúl hizlalása során alkalmaztak *Arthrospira platensis* (spirulina) kiegészítést 5-15%-ban, amely a 9-13. hét között nem okozott mellékhatásokat (Peiretti és Meineri, 2008).

A növényi takarmány kiegészítők közül a kakukkfűvet vizsgálva azt találták, hogy növeli a hizlalási teljesítményt, melynek háttérében a kivonat antimikrobás hatása állhat (Zdunczy és mtsai, 2011), ezért alkalmas lehet az antibiotikum kiváltására. A kakukkfű alkalmazása nyúltakarmányban csökkent a rövid szénláncú zsírsav termelését a vakbélben (Dorman és Deans, 2000).

Kísérletsorozatunkban (4 kísérlet) azt vizsgáltuk, hogyan lehetséges valamely technológiai módosítással, probiotikum-, prebiotikum-, vagy mikro-alga és növényi kivonattal helyettesíteni az antibiotikumok hatását a választás körüli időszakban a házinyúl esetén.

Anyag és módszer

Kísérleti állatok, elhelyezés, csoportosítás

Kísérleteinket a Kaposvári Egyetem, Tan- és Kísérleti Állattartó Telepén végeztük Pannon Fehér anyanyulakkal és azok almaival. Az állatokat zárt, természetes és túlnyomásos rendszerrel szellőztetett épületben helyeztük el, napi 16 órás (5:00-21:00) megvilágítás mellett. Az egy napos, átlagos születési súlyú kisnyulakat és a szoptató anyanyulakat véletlenszerűen több csoportokra osztottuk. A nyulak tetszés szerint fogyaszthattak a takarmányból és ivóvízből. A választás a 28. életnapon történt, kivéve az első kísérletet, melyben a különböző választási időpontok (21., 28. és 35. nap) alapján képeztünk csoportokat. A vizsgálatokat a kisnyulak 14-42 napos kora között hetente végeztük (Kovács és mtsai, 2011).

A probiotikum alkalmazásával folytatott kísérletben (2. kísérlet) a szoptató anyanyulak egy része antibiotikum mentes alaptápot (K) fogyasztott, míg a másik csoport takarmányát 200 ppm Toyocerin-nel (Asahi Vet. S.A., Barcelona, Spanyolország) egészítettük ki (T), amely $2 \cdot 10^5$ /g takarmány *Bacillus cereus* var. *toyoi* spóra bevitelét jelentette. A 28. napon történt a választás, melynek során mindkét csoport almait megfeleztük. Az egyik fél a korábban is fogyasztott tápot kapta (KK és TT), míg a többinél (KT és TK) tápot váltottunk (Bónai és mtsai, 2008).



A prebiotikum alkalmazásával végzett kísérletben (3. kísérlet), 21 napos korban az anyanyulakat és almaikat 3 csoportra osztottuk. A kontroll (K) csoport takarmánya nem tartalmazott kiegészítést. A gyógyszeres (Gy) csoport takarmánya antibiotikumot tartalmazott. A harmadik csoport takarmányát inulinnal egészítettük ki 4%-ban. A kisnyulak hozzáfértek az anyanyúl takarmányához. A 28, 35, 42 napos nyulakat vizsgáltuk (Bónai és mtsai, 2010).

A negyedik kísérletben szintén három csoportot alakítottunk ki a 21. életről kezdődően. A kontroll (K) csoport esetén nem alkalmaztunk kiegészítést. A második (S) csoport takarmányát 5% spirulinával, míg a harmadik csoport takarmányát 3% kakukkfűvel (T) egészítettük ki. A 35, 56, 77 napos nyulak vizsgálatát végeztük el (Bónai és mtsai, 2012).

Mintavétel, vizsgálatok

A kísérleti napokon véletlenszerűen 6 állatot választottunk csoportonként, melyeket CO₂-os túllátást követően elvéreztettünk. A tápcsatornát kiemeltük a hasüregből és izoláltuk a vakbelet. A szerv falának megnyitását követően a vakbél tartalmából mintát vettünk mikrobiológiai tenyésztés, rövid szénláncú zsírsav tartalom meghatározás, valamint egyes rostbontó enzimek aktivitásának meghatározása céljából. A vakbél tartalom pH-értékét (Shindengen, Isfet KS 701) megmértük.

Az 1 g vakbél tartalomból decimális hígítási sort készítettünk. A steril Petri-csészébe öntött és megszilárdult agar lemezek felületén szélesztést végeztünk a különböző mértékű hígításokból. Az aerob baktériumokat tápagaron, vagy véres agaron tenyésztettük. A mintákat 37°C-on, aerob körülmények között inkubáltuk, 48 órán keresztül. Az *Escherichia coli* és a coliform baktériumokat Chromocult differenciáló táptalajon (Merck Kft. 100850) 37°C-on, 24 órán át, aerob körülmények között tenyésztettük. A szigorúan anaerob baktériumok tenyésztéséhez Schaedler-agart (Biolab Zrt. SAA20500) használtunk, melynek szelektivitását eszkulinnal, neomycinnel és vas-ammónium citrát hozzáadásával növeltük. A Petri-csészéket anaerob tenyésztő edényekbe helyeztük, melybe Anaerocult A (Merck Kft. 113829) gázfejlesztő tasak segítségével biztosítottuk az anaerobiozist, amit Anaerotest indikátor (Merck Kft. 115112) segítségével ellenőriztük. A minták inkubálása 37°C-on 96 órán keresztül történt.

Az inkubációs idők leteltével a telepkepző egységek számát meghatároztuk (ISO 4833:2003) Acolyte telepszámláló készülék (Aqua-Terra Lab, Colony Counter) segítségével. A baktériumszámot log₁₀-ben fejeztük ki 1 g vakbél tartalom mintára vonatkoztatva.

A vakbél tartalom minták rövid szénláncú zsírsav tartalmát gázkromatográffal (Shimadzu GC 2010, Japán) a KE-ÁTK, Kémiai- és Biokémiai Tanszéken határozták meg.

A vakbél baktériumok rostbontó enzimei közül a celluláz, a pektináz és a xilanáz enzimek aktivitását mértük közvetve. *Gidenne és mtsai* (2002) mérési módszerét módosítottuk és adaptáltuk a helyi viszonyoknak megfelelően. Így, p-benzoosav-hidroxid helyett dinitroszalicilsavat alkalmaztunk és fotométerrel 540 nm-en mértük az abszorbanciát. A felszabadult redukáló cukor mennyiségét μ mol redukáló cukor / g vakbél tartalom száraz anyag / óra mértékegységben fejeztük ki.

A kísérleteink elvégzéséhez rendelkezünk állatkísérleti engedéllyel (No. 00618/007/SOM/2003).

Az eredmények statisztikai elemzését SPSS ver 10.0 (2002) programcsomaggal végeztük. A többtényezős variancia analízisben (GLM modell) a választási- és takarmányozási csoportok, valamint a vizsgálati időpontok voltak a faktorok. A gyakorisági eloszlások szignifikancia vizsgálatát Tukey post hoc teszttel végeztük.



Eredmények és értékelés

A házinyúllal végzett kísérletsorozatunk eredményei közül főként a vakbél mikrobiotával kapcsolatos, illetve valamilyen szempontból érdekes mérési eredményeket mutatjuk be. A fent hivatkozott cikkeinkben megtalálhatók a teljes kísérletekre vonatkozó, összes vizsgált paraméter eredményei.

A korai választás jelentősen csökkentette az öt és hat hetes növendék nyulak testtömegét a 35. életnapon választott csoporthoz képest. A különbség megközelítőleg 10% volt a 21 és a 35 napos korban választott nyulak csoportjai között (1. táblázat).

1. táblázat: A választás és a kor hatása a nyulak testtömegére (g)

	Kor (2)					Int. (4)
	14	21	28	35	42	
Csoport (nap) ⁽¹⁾	Testtömeg (g) (3)					
21	273±35 ^a	385±44 ^b	560±70 ^c	826±129 ^{dA}	1062±187 ^{eA}	ns
28	247±49 ^a	346±67 ^b	542±68 ^c	850±133 ^{dA}	1068±185 ^{eA}	ns
35	262±32 ^a	381±42 ^b	595±52 ^c	940±75 ^{dB}	1175±184 ^{eB}	ns

Table 1: Effect of weaning and age on live weight of rabbits (g)

¹Group according to weaning time (day), ²Age (day), ³weight of rabbits, ⁴Interaction, ⁵ns=not significant

A szigorúan anaerob baktériumok nagy mennyiségben (\log_{10} 8,3) voltak jelen a 14 napos nyulak vakbél tartalmában. A 21 napos korban választott nyulak esetén az anaerob baktériumok száma jelentősen csökkent a választást követően (\log_{10} 9,5) egészen a 42 napos korig (\log_{10} 7,8). A másik két választási csoport esetén a csökkenés nem volt ilyen nagy mértékű. Számuk \log_{10} 8 körüli értéken stabilizálódott. A szigorúan anaerob baktériumok számának csökkenését mások is leírták (Kovács és mtsai, 2002; Combes és mtsai, 2011). Michelland és mtsai (2010) kísérletéhez hasonlóan a baktériumok számának változása nem korrelált a pH, vagy a VFA termeléssel.

A tejtáplálásról való áttérés szilárd takarmány fogyasztásra a 21-28 nap között megváltoztatja a tápcsatorna jellemző viszonyait (Gallois és mtsai, 2008). A vakbél mikrobióta főként választás után fejlődik, amely a nagyobb mennyiségű VFA termelést kiváltja, és lecsökkenti a pH-értéket a kor előrehaladtával. Alacsonyabb pH-értéket mértünk a korai választott csoportban, de a különbség nem volt szignifikáns a többi csoporthoz képest.

A korán választott csoport esetén a termelődött VFA mennyisége az egész kísérlet ideje alatt magasabb értéket mutatott, mint a másik két csoportban (2. táblázat). A legmagasabb értéket (100,4 mmol/l) 28 napos korban mértük a korán választott csoportban, majd ezt követően újra csökkenni kezdett ez az érték (76,6 mmol/l).

Az ecetsav és vajsav részaránya megnövekedett az összes VFA tartalom belül, és a propionsav részaránya lecsökkent, ezzel csökkentve a C3:C4 arányt. A korai választás magasabb vajsav és alacsonyabb propionsav arányt mutatott a 28. napon ($P < 0,05$). A 21 és 28 napos korban



választott csoport esetén jelentősen magasabb volt az ecetsav részaránya (78,7 és 79,8%), mint a 35 napos korban választott csoport esetén (72,4%).

2. táblázat: A választási idő hatása a szigorúan anaerob baktériumok számára (log₁₀ telep/g vakbél tartalom)

	Kor (nap) (2)					Int. (4)
	14	21	28	35	42	
Csoport (nap) (1)	Összes rövid szénláncú zsírsav mennyisége (mmol/kg) (3)					
21	42,9±7,4 ^a	58,7±9,8 ^{ac}	100,4±12,4 ^{bA}	93,3±17,9 ^{bcA}	76,6±6,4 ^{abA}	ns
28	*	*	53,27±17,2 ^B	71,9±14,3 ^B	61,5±5,7 ^B	ns
35	*	*	*	38,2±7,8 ^C	28,3±4,5 ^C	ns

^{a, b, c} szignifikáns különbség a korcsoportok között (P<0,05)

^{A, B, C} szignifikáns különbség a különböző választási időpontok csoportjai között (P<0,05)

Table 2: Effect of weaning age on number of strictly anaerob bacteria colonies (log₁₀ colony / g chymus)

¹Group according to weaning time (day), ²Age (day), ³total volatile fatty acid concentration, ⁴Interaction, ⁵ns=not significant, *no data

A 200 ppm Toyocerin (2*10⁵ *Bacillus cereus* var. *toyoi* spóra / g takarmány) kiegészítés javította a nyulak egészségi állapotát, csökkentette a morbiditást és a mortalitást (3. táblázat).

3. táblázat: A Toyocerin kiegészítés hatása az állatok egészségi állapotára (%)

	Kor (hét) (6)			
	4-5.	5-6.	4-5.	5-6.
Csoport (1)	Morbiditás (%) (8)		Mortalitás (%) (9)	
KK (2)	2,7	22,6 ^b	0	12,9
KT (3)	0	0	0	6,2
TK (4)	2,3	0,05 ^a	4,5	8,3
TT (5)	0	2,8 ^a	0	0,05

^{a, b, c} szignifikáns különbség a takarmányozási csoportok között (P<0,05)

Table 3: Effect of Toyocerin supplementation on health status of rabbits (%)

¹Group, ²Control-control, ³Contol-Toyocerin, ⁴Toyocerin-control, ⁵Toyocerin-toyocerin, ⁶Age (week), ⁷Morbidity, ⁸Mortality

A coliform baktériumok jelentősen nagyobb számban (log₁₀ 5,9 CFU/g chymus) voltak jelen a kontroll csoportban, mint a probiotikummal kiegészített takarmányt fogyasztó csoportokban a 21. életnapon. Az 5. hétre a Toyocerin kiegészítés mindkét csoportban (KT, TT) szignifikánsan alacsonyabb coliform számot eredményezett (log₁₀ 2,0 CFU/g chymus). Trocino és mtsai (2005) versengést mutattak ki egyes *Bacillus*-fajok és enteropatogén baktériumok között. A TK csoportban tapasztalt 10³-10⁴ nagyságrend még fiziológiásnak, míg a KK csoportban mért 10⁵ körüli nagyságrend rizikófaktornak tekinthető (4. táblázat).



4. Táblázat: A Toyocerin kiegészítés hatása a vakbéltartalom coliform baktériumok telepszámára (log₁₀ CFU /g chymus)

N=6	Kor (hét) (6)		
	3	4	5
Csoport (1)	Coliform baktériumok száma (7)		
KK (2)	5,9±1,1 ^a	3,0±0,1	5,0±0,0 ^a
KT (3)		3,0±0,3	2,0±0,1 ^b
TK (4)		3,0±0,2	3,3±0,3 ^c
TT (5)	4,3±1,5 ^b	3,0±0,1	2,0±0,0 ^b

^{a,b,c} szignifikáns különbség a csoportok között (P<0,05)

Table 4. Effect of Toyocerin supplementation on number of coliform bacteria colonies in chymus (log₁₀ colony / g chymus)

¹Group, ²Control-control, ³Control-Toyocerin, ⁴Toyocerin-control, ⁵Toyocerin-toyocerin, ⁶Age (week), ⁷Colony count of coliform bacteria (CFU/g chymus)

A takarmány 4%-os inulin kiegészítése kedvezőtlenül hatott a nyulak egészségi állapotára. Az inulinnal kiegészített takarmányt fogyasztó nyulak több, mint 10%-ban betegedtek meg a választást követően. A kontroll csoport esetén a morbiditás 3,3%, a gyógyszeres csoport esetén 1,7% volt a kísérleti időszak alatt.

Az elhullások számát tekintve nem volt jelentős eltérés a csoportok között, azonban a takarmány fogyasztás szignifikánsan kisebb volt az inulinos csoport esetén (75,5 g/nap), mint a kontroll (81,4 g/nap) és a gyógyszeres (84,6 g/nap) csoportok esetén (p<0,05) (5. táblázat).

5. Táblázat: A takarmány kiegészítés és a kor hatása az egészségi állapotra és a takarmány fogyasztásra (% , g/nap)

	Takarmány (4)			Kor (nap) (7)		RSD (8)	P-érték (9)		
	Kontroll (5)	Gyógyszeres (6)	Inulin	28-35.	36-42.		Tak.	Kor	Int.
Morbiditás (1)	3,3 ^A	1,7 ^A	11,7 ^B	1,7 ^a	15,0 ^b		0,038	0,009	
Mortalitás (2)	0	0	3,3	1,7	1,7		0,130	1,000	
Tak. fogy. (3)	81,4 ^{AB}	84,6 ^B	75,5 ^A	68,7 ^a	92,7 ^b	17,8	0,002	0,001	0,100

^{a,b,c} szignifikáns különbség a korcsoportok között (P<0,05)

^{A,B,C} szignifikáns különbség a takarmányozási csoportok között (P<0,05)

Table 5. Effect of feed supplementation and age on morbidity, mortality and food consumption

¹Morbidity (%), ²Mortality (%), ³Feed consumption (g/day), ⁴Feed, ⁵Control, ⁶Medicated, ⁷Age (day), ⁸Root Standard Deviaton, ⁹P-value

Az inulin kiegészítés nem okozott jelentős különbséget a takarmányozási csoportok között az össze rövid szénláncú zsírsavak koncentrációját tekintve. Az inulinos csoportban szignifikánsan kisebb propionsav (7,15%) arányt mértünk az összes rövid szénláncú zsírsav koncentráción belül, mint a gyógyszeres csoportban (8,88%).



A vakbél tartalom xylanáz aktivitását tekintve szintén az inulinos csoportban mértük a legalacsonyabb értéket (115 μmol redukáló cukor/g száraz anyag/óra), míg a kontroll és a gyógyszeres csoport esetén ez az érték kb. 140 μmol redukáló cukor/g száraz anyag/óra volt.

6. Táblázat: A takarmány kiegészítés és a kor hatása a rövid szénláncú zsírsavak mennyiségére, a propionsav részarányára és a xylanáz aktivitásra (mmol/kg, %, μmol redukáló cukor/g száraz anyag/óra)

	Takarmány (4)			Kor (nap) (7)			RSD (8)	P-érték (9)		
	Kontroll (5)	Gyógyszer (6)	Inulin	28	35	42		Tak.	Kor	Int.
Össz. VFA (1)	42,3	50,1	44,4	49,7	42,2	44,9	12,9	0,140	0,170	0,040
Propionsav (2)	7,50 ^{AB}	8,88 ^B	7,15 ^A	9,09 ^b	7,45 ^{ab}	6,99 ^a	2,43	0,044	0,012	0,100
Xylanáz akt. (3)	142 ^B	139 ^B	115 ^A	107 ^a	126 ^a	163 ^b	43	0,048	0,001	0,070

^{a, b, c} szignifikáns különbség a korcsoportok között (P<0,05)

^{A, B, C} szignifikáns különbség a takarmányozási csoportok között (P<0,05)

Table 6. Effect of feed supplementation and age on volume of volatile fatty acids, proportion of propionic acid and xylanase activity

¹total volatile fatty acid concentration (mmol/kg caecal digesta), ²Propionic acid (%), ³Activity of xylanase, ⁴Feed, ⁵Control, ⁶Medicated, ⁷Age, ⁸Root Standard Deviation, ⁹P-value

Az összes illózsírsav tartalmát tekintve a Spirulinával kiegészített takarmányt fogyasztó csoportban rögzítettük a legalacsonyabb értéket (31 mmol/kg). A legtöbb rövid szénláncú zsírsavat (34,3 mmol/kg) a kakukkfűes csoport vakbél-tartalom mintáiból lehetett kimutatni (P=0,709) (1. ábra).

1. Ábra: A Spirulina és a kakukkfű kiegészítés hatása a vakbél-tartalom rövid szénláncú zsírsav mennyiségére, 11 hetes nyulak esetén

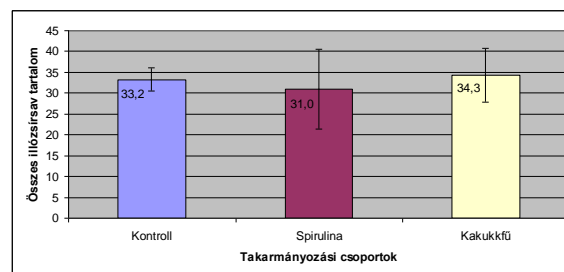


Figure 1. Effect of Spirulina and thyme supplementation on VFA content of caecal content in 11 week old rabbits

A házinyúl vakbél-tartalmában legnagyobb mennyiségben előforduló illózsírsavak közül, a propionsav részarányát növelte meg a kakukkfű. A csoportok közötti különbség ugyan nem volt szignifikáns (p-értékek = ecetsav; propionsav; vajsav esetén egyenként 0,393; 0,069; 0,834), de a tendencia jól látható. A kontroll csoport mintáiban mértük a legalacsonyabb propionsav részarányt (6,97%), míg az Spirulina csoportban ez az érték 7,2 %, a kakukkfűes csoportban 8,1 % volt (2. ábra).

2. **Ábra: A Spirulina és a kakukkfű kiegészítők hatása a 11 hetes növendék nyulak vakbél chymus legjelentősebb illózsírsavainak részarányára a minták összes illózsírsav tartalmán belül (%)**

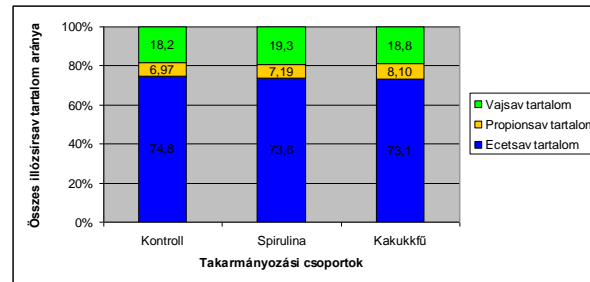


Figure 2. Effect of Spirulina and thyme supplementation on VFA content of 11 week old rabbits' caecal content

A coliform baktériumok száma a korról jelentősen csökkent, \log_{10} 3,96 CFU/g-ról \log_{10} 3,25 CFU/g-ra. A kakukkfűvel kiegészített takarmányozási csoport esetén a coliformok száma (\log_{10} 3,7 CFU/g) kisebb értéket mutatott, mint a kontroll (\log_{10} 3,95 CFU/g) és a Spirulina (\log_{10} 3,92 CFU/g) csoport esetén, a különbség azonban nem volt szignifikáns (7. táblázat).

7. **Táblázat: A takarmány kiegészítés és a kor hatása coliform baktériumok számára (mmol/kg, %, μ mol redukáló cukor/g száraz anyag/óra)**

	Takarmány ⁽²⁾			Kor (nap) ⁽⁵⁾			RSD ⁽⁶⁾	P-érték ⁽⁷⁾		
	Kontroll ⁽³⁾	Spirulina	Kakukkfű ⁽⁴⁾	35	56	70		Tak.	Kor	Int.
Coliform bakt. szám ⁽¹⁾	3,95	3,92	3,70	3,96 ^a	4,36 ^a	3,25 ^b	0,88	0,000	0,574	0,305

Tak. fogy. = takarmány fogyasztás

Int. = interakció (a takarmány és kor együttes hatása)

Table 7. Effect of feed supplementation and age on coliform bacterial count

^{a, b, c} szignifikáns különbség a korcsoportok között ($P < 0,05$)

¹Colony count of coliform bacteria (CFU/g chymus), ²Group of feed, ³Control, ⁴Thyme, ⁵Age, ⁶Root Standard Deviation, ⁷P-value

Következtetések és javaslatok

A korai választás szignifikánsan kisebb testtömeget okozott a kísérlet ideje alatt, azonban nem okozott jelentős változást a tenyésztett baktériumok számában, habár növelte a rövid láncú zsírsavak termelését. A *Bacillus cereus* var. *toyoi* spórakkal végzett takarmánykiegészítés kedvezően hatott az állatok egészségi állapotára. A takarmánykiegészítőként alkalmazott inulin, spirulina vagy kakukkfű nem hatott pozitívan a választott nyulak növekedésére, a vakbél mikrobiotára és a fermentációra. A spirulina kiegészítés nagyobb rövid láncú zsírsav koncentrációt eredményezett. A kakukkfű kiegészítés kis mértékben csökkentette az *E. coli* baktériumok számát. Eredményünk elősegítheti az antibiotikum használat csökkentését a házinyúl felnevelése során, valamint az alternatív megoldásokon keresztül hozzájárulhatnak az antibiotikumok kiváltásához is a nyúl ágazatban.



Köszönetnyilvánítás

Bónai András publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Bagóné Vántus Viola kutató munkája a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Ancsin Zs., Erdélyi Zs., Mézes M.* (2008) Effect of rosemary and garlic essential oils on glutathione redox system of broiler chicken. *AWEITH*, 4. 716-723.
- Bónai A., Szendrő Zs., Matics Zs., Fébel H., Pósa R., Tornyos G., Horn P., Kovács F., Kovács M.* (2008): *Bacillus cereus* var. *toyoi* (Toyocerin®) kiegészítés hatása a nyulak vakbélflórájának összetételére és vakbél-fermentációjára. *Magy. Állatorv. Lapja*, 130. 87-95.
- Bónai A., Szendrő Zs., Matics Zs., Fébel H., Kametler L., Tornyos G., Horn P., Kovács F., Kovács M.* (2010): Effect of inulin supplementation and age on growth performance and digestive physiological parameters in weaned rabbits. *W. Rabbit Sci.*, 18. 121-129.
- Bónai A., Dalle Zotte A., Kametler L., Vántus V., Morsy W.A., Matics Zs., Dal Bosco A., Szendrő Zs., Kovács M.* (2012): Dietary supplementation of spirulina (*Arthrospira platensis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). Part 2: Effect on gastrointestinal growth, caecal microbiota and fermentation in rabbits. In: 10th WRSA, World Rabbit Congress, Sharm El Sheik, Egypt. 89.
- Cesari V., Toschi I., Ferrazzi V., Cesari N., Grilli G., Lavazza A.* (2007): Effect of weaning age and diet on growth performance, caecal characteristics and potential pathogenic microflora in rabbits. *It. J. Anim. Sci.*, 6. 755-757.
- Combes S., Michelland R.J., Monteils V., Cauquil L., Soulie V., Tran N.U., Gidenne T., Fortun-Lamothe L.* (2011): Postnatal development of the rabbit caecal microbiota composition and activity. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 77. 680-689.
- Dorman H.J.D., Deans S.G.* (2000): Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88. 308-316.
- Gallois M., Le Huerou-Luron I., Fortun-Lamothe L., Lalles J.P., Gidenne T.* (2008): Adaptability of the digestive function according to age at weaning in the rabbit: I. Effect on feed intake and digestive functionality. *Animal*, 4. 525-535.
- Gibson G.R., McCartney A.L., Rastall R.A.* (2005): Prebiotics and resistance to gastrointestinal infection. *Brit. J. Nutr.*, 93. 31-34.
- Gidenne T., Jehl N., Segura M., Michalet-Doreau B.* (2002): Microbial activity in the caecum of the rabbit around weaning: impact of a dietary fibre deficiency and of intake level. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 99. 107-118.



- Kovács M., Gyarmati T., Szendrő Zs., Bencsné K.Z., Donkó T., Tornyos G., Lukács H., Bóta B. (2002): A kérszer szoptatás és a korai elválasztás hatása a házinyúl vakbélflórájának fejlődésére. *Magy. Állatorv. Lapja*, 124. 742-748.
- Kovács M., Bónai A., Szendrő Zs., Milisits G., Lukács H., Szabó-Fodor J., Tornyos G., Matics Zs., Kovács F., Horn P. (2011): Effect of different weaning age (21, 28 or 35 days) on production, growth and certain parameters of the digestive tract in rabbits. *Animal*, 6. 894-901.
- Marteau P., Seksik P., Jian R. (2002): Probiotics and health: new facts and ideas. *Curr. Opin Biotechnol.*, 13. 486-489.
- Michelland R.J., Combes S., Monteils V., Cauquil L., Gidenne T., Fortun-Lamothe L. (2010): Molecular analysis of the bacterial community in digestive tract of rabbit. *Anaerobe*, 16. 61-65.
- Nicodemus N., Carabano R. (2004): Performance response of doe rabbit to Toyocerin® (*Bacillus cereus* var. *toyoi*) supplementation. *W. Rabbit Sci.*, 12. 109-118.
- Peiretti P.G., Meineri G. (2008): Effect of diets with increasing levels of *Spirulina platensis* on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. *Livest. Sci.*, 118. 173-177.
- Statistical Package of Social Sciences (SPSS) 2002. For Windows (Microsoft) Inc., version 10.0*
- Trocino A., Xiccato G. (2005): Effect of diet supplementation with Toyocerin® (*Bacillus cereus* var. *toyoi*) on performance and health of growing rabbits. *W. Rabbit Sci.*, 13. 17-28.
- Verdonk J.M.A.J., Shim S.B., Leeuwen P., Verstegen M.W.A. (2005) Application of inulin-type fructans in animal feed and pet food. *Brit. J. Nutr.*, 93. 125-138.
- Volek Z., Marounek M., Skrivanova V. (2007): Effect of a starter diet supplementation with mannan-oligosaccharide or inulin on health status, caecal metabolism, digestibility of nutrients and growth of early weaned rabbits. *Animal*, 1. 523-530.
- Zdunczyk P., Matusevicius P., Juskiwicz J., Jeroch H., Jankowski J., Zdunczyk Z. (2011): Gastrointestinal tract response to dietary probiotic (*Bacillus cereus* var. *toyoi*) and phytogetic preparation containing herbs, and spices and essential oils in growing white New Zealand rabbits. *Archiv fur Geflugelkunde*, 75. 125-131.