

EPECTELE EXTRACTULUI DE *SPIRULINA PLATENSIS* (ZOOBIOR2) ASUPRA MUCOASEI INTESTINALE LA GĂINILE OUĂTOARE

EFFECTS OF *SPIRULINA PLATENSIS* EXTRACT (ZOOBIOR2) ON INTESTINAL MUCOSA IN LAYING HENS

Drd., Dr. Med. Vet. Adrian Bondar¹, Conf. univ. dr. habil. Vasile Macari², Acad. Valeriu Rudic³, Dr. Med. Vet. Gheorghe Pistol², Lect. univ. dr. Victor Putin², Lect. univ. dr. Ana Rotaru², Conf. univ. dr. Tatiana Chiriac³, Prof. univ. dr. Carmen Solcan¹

1. Universitatea pentru Științele Vieții, "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, Facultatea de Medicină Veterinară, Aleea Mihail Sadoveanu nr. 3, Iași, 700490, România; 2. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Medicină Veterinară din Chișinău, Strada Mircești nr. 52, Chișinău, 2049, Moldova; 3. Academia de Științe din Moldova, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Strada Academiei nr. 1, Chișinău, Moldova

OPEN ACCES JOURNAL

Corresponding author:
Carmen Solcan,
E-mail: csolcan@uaiasi.ro

Received: March 2023

Accepted: March 2023

REZUMAT

Spirulina platensis este o microalgă cu activitate biologică antioxidantă, imunomodulatoare și anti-inflamatoare, iar, în prezent, este utilizată pentru a produce suplimente nutritive bogate în proteine, acizi grași esențiali, vitamine și minerale. Studiul de față își propune să demonstreze impactul produsului ZooBioR (obținut din *Spirulina platensis*) asupra sănătății și, în special, asupra histologiei duodenului, jejunului, ileonului și cecumului la găinile ouătoare, în prima perioadă tehnologică de ouat. ZooBioR2 este un preparat complex natural, constituit dintr-o combinație de extracte de compuși biologic activi derivați din cianobacteria *Spirulina (Arthrospira) platensis*. Acesta conține aminoacizi liberi și oligopeptide (4,5-10%), proteine (45-50%), polizaharide (15-20%), fosfolipide (până la 0,25%), seleniu (25-50mcg) și zinc (2,5-5mg). Experimentul a fost realizat pe 5 loturi de găini (de 14 păsări/grup). În 4 grupuri din 5, hrana a fost suplimentată cu ZooBioR2 (ZBR2) în doze diferite (5; 10; 15 și 20 mg de substanță activă/kg de furaj). Incluzerea în alimentație a ZBR2 a determinat o scădere a înălțimii vilozităților intestinale și a scăzut adâncimea criptelor. Scăderea adâncimii criptelor este un indicator al unei rate mai mari de turnover a țesutului epitelial. Grosimea stratului muscular al duodenului și al cecumului a fost semnificativ mai mică în grupurile experimentale decât în cele de control. Aceste modificări morfologice ale mucoasei intestinale ar putea fi implicate într-o digestibilitate mai bună a furajelor.

CUVINTE-CHEIE:

Spirulina platensis, promotori de creștere, găini ouătoare, intestin, histologie

Cite this article:
A. Bondar,
V. Macari,
V. Rudic,
Ghe. Pistol,
V. Putin,
Ana Rotaru,
Tatiana Chiriac,
Carmen Solcan.
Effects of
Spirulina platensis
extract (Zoobior2)
on intestinal
mucosa in laying
hens.
Rom J Vet
Med Pharm.
2023; Vol. VIII
39(1):18-24.

ABSTRACT

Spirulina platensis is a microalga with biological activity as antioxidant, immunomodulatory, and antiinflammatory and nowadays is used to produce nutritional supplements rich in proteins, essential fatty acids, vitamins and minerals. The current study aims to prove the impact of the product ZooBioR2 (obtained from *Spirulina platensis*) on health, and especially on the histology of duodenum, jejunum, ileum and cecum in laying hens, in the first technological period of laying. The experiment was performed on 5 groups of hens (of 14 birds/group). In 4 out of 5 groups, feed was supplemented with ZooBioR2 (ZBR2) in different doses (5; 10; 15 and 20 mg active substance/kg feed). ZooBioR2 is a natural complex preparation consisting of a combination of extracts of biologically active compounds derived from the cyanobacterium *Spirulina (Arthrospira) platensis*. It contains free amino acids and oligopeptides (4.5-10%), proteins (45-50%), polysaccharides (15-20%), phospholipids (up to 0.25%), selenium (25-50mcg) and zinc (2.5-5mg). Inclusion in the diet of ZBR2 have determined a decrease of height of intestinal vilosities and decreased the depth of the crypts. The decrease of crypts depth is an indicator of a higher rate of turn-over of epithelial tissue. The thickness of muscular layer of duodenum and cecum was significantly smaller in the experimental groups than in control. All these morphological changes of intestinal mucosa could be involved in a better digestibility of the fodder.

KEYWORDS:

***Spirulina platensis*, growth promoters, laying hens, intestine, histology**

INTRODUCERE

Promotorii de creștere non-antibiotici includ acidifianti, probiotice, prebiotice, fitobiotice, enzime furajere, imunostimulatori și antioxidanți care au câștigat recent atenție^(11, 26). Acestea au în structurile majorității plantelor mai multe componente bioactive importante, cum ar fi alcaloizi, amăreli, flavonoide, glicozide, mucilagii, saponine, taninuri fenoli, acizi fenolici, guinone, cumarine, terpenoizi, uleiuri esențiale, lectine și polipeptide^(10, 28, 30, 31). *Spirulina platensis* este o cianobacterie care este, în general, considerată o sursă bogată de proteine, acizi grași esențiali, vitamine și minerale. Spirulina a fost utilizată în mod tradițional ca nutrient pentru oameni de sute de ani. Spirulina este, de asemenea, cunoscută ca fiind bogată în tiamină, riboflavină, piridoxină, vitamina B 12, vitamina C, acid gama linoleic, ficocianine, tocoferoli, clorofilă, β-caroten și carotenoizi^(1, 16). Până de curând, interesul pentru Spirulina a fost determinat, în principal, de valoarea sa nutritivă. Cu toate acestea, în ultimii ani s-a constatat că are multe proprietăți farmacologice. Numeroase studii preclinice și clinice sugerează mai multe efecte terapeutice, de la scăderea colesterolului și a tumorilor și până la îmbunătățirea sistemului imunitar, o creștere a lactobacililor intestinali, reducerea nefrotoxicității după expunerea la metale grele sau medicamente și protecție împotriva radiațiilor^(4, 17, 23). Spirulina este, de asemenea, binecunoscută pentru proprietățile sale antioxidante, care sunt atribuite unor molecule precum ficocianina, beta-carote-

nul, tocoferolul^(18, 34). S-a demonstrat că spirulina îmbunătățește funcția imunitară, reproducerea și a fost utilizată cu o frecvență ridicată în întreaga lume ca o componentă de calitate în hrana pentru puii de carne pentru îmbunătățirea calității carni și a culorii gălbenușului de ou^(33, 37).

Epiteliul intestinal acționează ca o barieră naturală împotriva bacteriilor patogene și a substanțelor toxice care sunt prezente în lumenul intestinal. Acești factori de stres provoacă tulburări ale microflorei normale și a epitelului intestinal, care pot altera permeabilitatea acestei bariere naturale, facilitând invazia agenților patogeni și a substanțelor nocive, alterând metabolismul, capacitatea de digestie și de absorbție a substanțelor nutritive și conducând la instalarea proceselor inflamatorii cronice ale mucoasei intestinale⁽²⁴⁾. Prin urmare, se produce o reducere a vilozităților, o scădere a activității digestive și de absorbție a enterocitelor. Yoshida și Hoshii (1980) au administrat Spirulina în diferite cantități la puii în creștere, cu rezultate satisfăcătoare la niveluri cuprinse între 5% și 10% în furaj. Efectele prebiotice se bazează pe reducerea multor bacterii intestinale patogene sau nepatogene datorită scăderii pH-ului ca urmare a creșterii sintezei de acid lactic în cecum^(8, 25, 35). Unele bacterii pot recunoaște situsurile de legare a moleculelor ca și cum ar fi pe mucoasa de la suprafață, iar colonizarea intestinală de către bacteriile patogene este, astfel, redusă. Prin urmare, există o incidență mai scăzută a proceselor infecțioase și a funcțiilor de secreție, digestie și absorbție a

nutrienților care pot fi îndeplinite în mod corespunzător de mucoasă⁽¹⁴⁾. Până în prezent, efectul microalgelor asupra morfologiei intestinale nu a fost studiat la păsările din țara noastră.

MATERIAL ȘI METODE

Experimentul a fost realizat într-o fermă de găini ouătoare. Obiectivul cercetării a fost axat pe studiul suplimentului nutrițional – ZooBioR2 (ZBR2), precum și pe influența acestui remediu asupra găinilor ouătoare tinere. ZBR2 este un remediu natural complex, care conține compuși biologic activi derivați din cianobacteria *Spirulina (Arthrospira) platensis* (SP). Acesta conține: aminoacizi, inclusiv cei imunoactivi liberi și ca părți componente ale peptidelor și proteinelor; polizaharide; polizaharide de sulfatate; fosfolipide și oligoelemente zinc și seleniu^(28, 30). Cercetările au fost efectuate, timp de 60 de zile, pe 70 de găini ouătoare de 23 de săptămâni din hibridul Braun-Nic, împărțite în 5 loturi, fiecare cu câte 14 păsări. Păsările incluse în cercetare au fost analoage din punct de vedere al vârstei, stării fiziologice, provenienței, greutateii corporale, fiind cazate în aceeași hală, cu aceleași condiții de mediu și supraveghere veterinară. Pe parcursul experimentului, păsările au fost monitorizate și evaluate din punctul de vedere al stării de sănătate. Totodată, obiectivul cercetării a fost evaluarea efectului produsului ZBR2, administrat la păsări, asupra morfologiei mucoasei intestinale. Produsul ZBR2 a fost administrat în doze diferite, conform schemei experimentale, din tabelul 1.

Tabelul 1. Protocolul de administrare a ZBR2

Lotul	No of birds	Mod de administrare	Doza, mg/kg furaj
Martor	14	-	-
Experimental 1	14	Zilnic, per os în furaj	5
Experimental 2	14		10
Experimental 3	14		15
Experimental 4	14		20

Pentru a evalua starea de sănătate, la începutul experimentului și ulterior, păsările au fost examinate clinic. La sfârșitul experimentului, găinile au fost eutanasiate prin dislocare cervicală. Probele de țesut din duoden, jejun, ileon și cecum de la toate loturile experimentale și de la lotul martor au fost supuse analizei morfometrice, după fixarea cu formaldehidă 4%, includerea în parafină și colorarea cu hematoxilină-eozină (HE), hematoxilină-eozină-alcian albastru (HEA) și PAS.

Analiza statistică. Rezultatele morfometriei mucoasei intestinale au fost prelucrate statistic prin intermediul testului ANOVA, pentru a evidenția semnificația diferențelor între toate loturile, urmată de testul Fisher și testul t al lui Student pentru a cuantifica diferențele semnificative între lotul martor și fiecare lot experimental. Diferențele au fost considerate semnificative când $p < 0,05$. Toate datele au fost analizate automat pe calculator cu ajutorul pachetului software Microsoft Office 2010 (Microsoft Inc., SUA).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Structura microscopică generală a fost tipică pentru fiecare secțiune analizată. O trăsătură specifică a duodenului a fost prezența vilozităților în formă de frunze și a criptelor drepte, longitudinale (Fig. 1 D). În jejun, vilozitățile au un aspect digitiform, iar criptele sunt predominant longitudinale (Fig. 1 J). Vilozitățile din cecum sunt scurte și de formă conică, în timp ce criptele sunt ramificate și mai superficiale în comparație cu celelalte segmente (Fig. 1 C). Interiorul vilozităților și spațiile dintre cripte sunt ocupate de țesut conjunctiv, care conține numeroase vase sanguine și celule imunitare - limfocite și plasmocite. Nu au existat diferențe semnificative între diferitele secțiuni examinate din aceeași zonă intestinală pe parcursul experimentului. Tunica submucoasă și tunica musculară aveau o structură tipică. Rezultatele sintetizate ale analizei morfometrice intestinale sunt prezentate în tabelul 2. Parametrii morfometrici care caracterizează arhitectura mucoasei au variat ușor între lotul martor și cele experimentale (cu adaos de ZBR2). S-au constatat diferențe semnificative din punct de vedere statistic în ceea ce privește lungimea vilozităților și adâncimea criptelor în duoden, jejun, ileon și cecum între loturile experimentale și lotul martor.

Includerea în alimentație a ZBR2 a determinat scăderea înălțimii medii a vilozităților în toate segmentele intestinale, fiind cea mai semnificativă ($p = 0,011$) în cecum. Dieta cu ZBR2 a avut tendința de a reduce adâncimea criptelor, cea mai semnificativă fiind în duoden ($p = 0,065$). Raportul dintre înălțimea vilozităților și adâncimea criptelor nu a prezentat nicio diferență semnificativă. Grosimea tunicii musculare a fost semnificativ mai mică la loturile experimentale, în special E3 și E4, în comparație cu martorul, rezultatele fiind cele mai semnificative la duoden ($p = 0,001$) și cecum ($p = 0,004$). S-au observat puține enterocite cu semne de apoptoză la toate loturile experimentale.

Diametrul vilozităților a scăzut semnificativ la loturile experimentale (E2-E4) în duoden, jejun și cel mai semnificativ în ileon la lotul E4 ($p = 0,008$), și ne semnificativ în cecum.

Tabelul 2. Valorile morfometrice ale mucoasei intestinale în timpul experimentului (μm)

Segmentul intestinal	Lotul	Grosimea musculoasei	Glandele Lieberkuhn	Înălțimea vilozităților	Diametrul vilozităților
Duoden	C	181,2±32	267,2±33	1266±188	338,6±49
	LE1	172,3±37	256,4±36	1161±194	165,4±32*
	LE2	154,7±24	247,8±28	1050±162	149,2±28**
	LE3	143,8±27*	225,2±30*	935,8±113*	142,6±25**
	LE4	134,6±24**	194,4±26**	898,6±97**	114,2±18**
Jejun	C	295,3±61	292,8±38	883,4±83	247,4±31
	LE1	281,6±54	254,4±31	758,2±82	170,2±20*
	LE2	270,4±63	183,6±24**	812,9±77	163,6±22**
	LE3	264,6±51*	241,8±32	789,4±89*	153,9±19**
	LE4	244,6±48**	212,4±27*	730,3±73**	143,1±17*
Ileon	C	258,6±57	200,7±32	716,8±62	171,3±21
	LE1	236,4±43	182,6±23	695,6±68	148,8±27
	LE2	220,3±38*	179,4±26	678,2±62	130,8±20
	LE3	224,6±43	163,8±28*	640,2±70*	122,6±17**
	LE4	204,2±34**	147,3±27*	564,6±62**	110,2±19**
Cecum	C	368,7±56	346,5±48	432,8±48	233,2±36
	LE1	255,7±47	297,6±52	345,6±41	219,7±29
	LE2	215,3±39	288,5±38	260,2±32	234,3±27
	LE3	184,4±27*	271,4±38*	198,4±28**	221,7±24
	LE4	107,5±19**	241,8±26**	154,4±18**	211,5±29

C= lot martor (control), LE= lot experimental; *=($p<0.05$), **=foarte semnificativ ($p<0.01$)

DISCUȚII

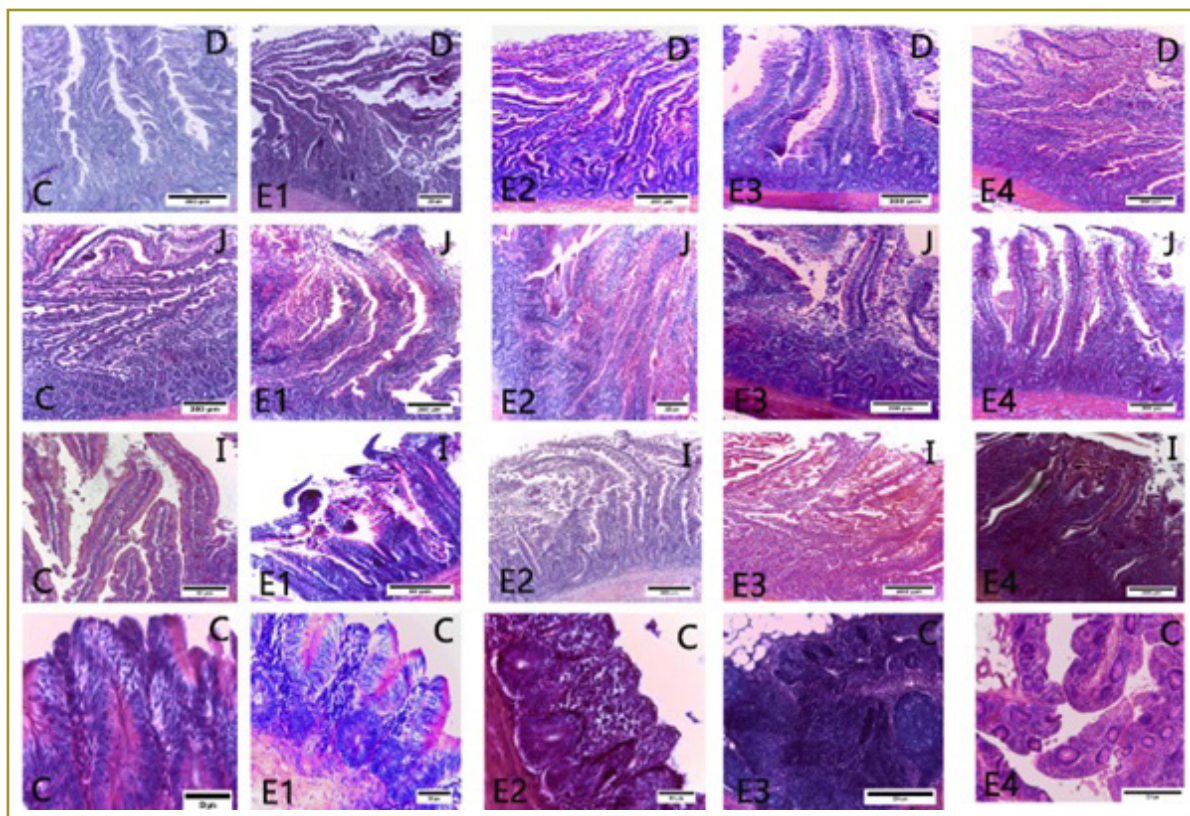
Toyomizu și col. (2001) au raportat că au obținut rezultate destul de asemănătoare prin utilizarea *S. platensis* la puii de carne, în doze de 40 și 80 g/kg furaj. Ross și Dominy (1990), Mariey et al., (2012) au raportat, de asemenea, că, la păsările hrănite cu adaos de Spirulina în dietă, s-au obținut efecte benefice asupra performanțelor de productivitate. Creșterea intensivă a păsărilor este însoțită de stres, care are un impact negativ asupra imunității și performanței productive. Rata metabolică ridicată în timpul hrănirii intensive este însoțită de o creștere a producției de radicali liberi și orice dezechilibru între sinteza și eliminarea acestora culminează cu stresul oxidativ, care poate afecta celulele și țesuturile^(19, 22). Prin urmare, în condiții de stres oxidativ, există o cerere crescută de antioxidanți pentru a reduce efectele nocive ale radicalilor liberi asupra sistemului imunitar. Este interesant faptul că hrănirea cu antioxidanți naturali, mai degrabă decât sintetici, este benefică pentru bunăstarea animalelor și siguranța consumatorilor^(5, 6, 20). Algele verzi-albastre *S. platensis* au fost considerate un produs antioxidant natural și imunostimulator adecvat pentru oameni și

animale, cu mai puține efecte secundare și mai eficient din punct de vedere al costurilor decât produsele sintetice^(2, 3, 16).

S. platensis este o sursă alternativă adecvată de proteine în dietele pentru creșterea puilor putând înlocui soia în proporție de până la 50%. Cu toate acestea, nivelul de bază al aminoacizilor nu a fost suficient pentru a crea răspunsuri biologice interpretabile statistic. A fost necesar un supliment cu aminoacizi pentru un spor îmbunătățit al creșterii atunci când soia a fost înlocuită în proporție de 50% cu Spirulina⁽³⁶⁾.

Măsurătorile morfometrice ale lungimii vilozităților și ale adâncimii criptelor intestinale sunt utilizate pe scară largă, fiind considerate printre factorii care contribuie la menținerea homeostaziei intestinale⁽¹²⁾. Lungimea vilozităților este un factor important care determină suprafața de absorbție a intestinului și, în consecință, eficiența absorbției nutrienților⁽⁷⁾. În plus, raportul vilozități-cripte este corelat cu ciclul de exfoliere și regenerare a epiteliului intestinal.

Reilly et al. (2008) au suplimentat dieta porciilor cu *Laminaria digitata* în alimentație și au obținut vilozități semnificativ mai scurte în duoden și jejun,



Literele din colțul din dreapta sus indică segmentul intestinal: D= duoden; J= jejun; I=ileon; C= cecum. Literile din colțul din stânga jos marchează loturile: C= martor (control); E1-E4= experimental

Figura 1. Duoden (D). Lotul martor (C) - Vilozități în formă de frunze și cripte drepte, longitudinale. Col. HEA x100; E1. Înălțimea vilozităților și diametrul acestora este mai mic decât la lotul martor. HEA x100. E2. PAS x40. E3. PAS x100. E4. HEA x100

Jejun (J). Lot C. Vilozitățile au un aspect digitiform, iar criptele sunt predominant longitudinale. HEA x40. E1. PAS x40.

Vilozitățile sunt mai mici decât în duoden. E2. HEA x100. E3 HEA x100. E4. PAS x100. Vilozitățile au un aspect digitiform, iar criptele sunt predominant longitudinale. Grosimea musculoasei a scăzut progresiv de la lotul C la lotul E4.

Ileon (I). Lot C. HEA x100. E1 PAS x100. E2 HEA x40. E3. PAS x100. E4 PAS x100.

Cecum (C). Lot C, HE x400. E1 PAS x400. E2 HEA x400. E3 PAS x100. Aglomerări de foliculi limfoizi în submucoasă. E4. PAS x100. Infiltrații limfoide subepiteliale și interglandulare. Vilozitățile cecumului sunt scurte și de formă conică, în timp ce criptele sunt ramificate și mai superficiale în comparație cu celelalte segmente intestinale.

comparativ cu lotul martor. Acest rezultat nu este în concordanță cu observațiile lui Furbeyre et al. (2017) care au constatat o creștere a lungimii vilozităților și a adâncimii criptelor în țesuturile jejunale și ileale atunci când au fost utilizate în dietele pentru purcei *S. platensis* și *Chlorella vulgaris*.

În studiul nostru, *S. platensis* nu a avut un efect semnificativ asupra lungimii vilozităților și adâncimii criptelor duodenale. Trebuie avut în vedere faptul că digestia are loc, la păsări, în partea superioară a intestinului subțire, respectiv în duoden, iar nutrienții eliberați sunt absorbiți, în principal, în partea inferioară a intestinului subțire. În consecință, cea mai mare parte a absorbției de nutrienți are loc în jejun și ileon⁽³²⁾, care ar putea fi afectată atunci când ambele valori, și anume lungimea vilozităților și adâncimea criptelor, sunt reduse. În plus, adâncimea mai mică a criptelor este un indicator al ratei de reînnoire a țesutului epitelial.

S-a observat o relație între tipul de alimentație și grosimea tunicii musculare în intestinul păsărilor. Nivelul de de aminoacizi din dietele cu *S. platensis* a condus la o scădere semnificativă a grosimii tunicii musculare în duoden și jejun. Aceasta poate indica o motilitate mai scăzută a intestinului⁽⁹⁾. Motilitatea intestinală mai scăzută ar putea fi considerată un factor care oferă mai mult timp pentru procesele de digestie și absorbție. Este important de subliniat faptul că nu s-au observat diferențe notabile în ceea ce privește sănătatea generală între lotul martor și cele experimentale. Adăosul de *S. platensis* în rație nu a afectat sănătatea găinilor ouătoare.

CONCLUZII

Includerea în rație a extractului de *S. platensis* ZBR2 a determinat o scădere a înălțimii vilozităților intestinale și a scăzut adâncimea criptelor în toate

segmentele intestinale. O scădere a adâncimii criptelor este un indicator al unei rate mai mari de reînnoire a țesutului epitelial și ar putea fi implicată într-o mai bună digestibilitate a furajelor.

Grosimea stratului muscular al duodenului și al cecumului a fost semnificativ mai mică la loturile experimentale comparativ cu lotul martor, fiind,

de asemenea, implicată într-o digestibilitate mai bună a furajelor.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

Bibliografie

1. Abd El-Baky H.H. Blue green alga *Spirulina* sp. and its inhibitory effect on growth Ehrlich ascites carcinoma cells. *J. Med. Sci.* 2003; 3: 314-324.
2. Abdel-Daim MM, Abuzead SMM, Halawa SM. Protective Role of *Spirulina platensis* against Acute Deltamethrin-Induced Toxicity in Rats. *PLoS ONE*. 2013; 8(9): e72991, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072991>.
3. Belay A. The potential application of *Spirulina* (*Arthrospira*) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *Review. J. Am. Nutraceut. Assoc.* 2002; 5: 27-48.
4. Blinkova LP, Gorobets OB, Baturu AP. Biological activity of *Spirulina*. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol.* 2001; 65(2):114-118.
5. Call DR, Davis MA, Sawant AA. Antimicrobial resistance in beef and dairy cattle production. *Anim. Health Res. Rev.* 2008; 9: 159-167. DOI:10.1017/S1466252308001515.
6. Carroll JA, Forsberg NE. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2007; 23: 105-149. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.01.003.
7. Caspary WF. Physiology and Pathophysiology of Intestinal Absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; 55(1 Suppl): 299s-308s. DOI:10.1093/ajcn/55.1.299s.
8. Choi KH, Namkung H, Paik IK. Effects of dietary fructooligosaccharides on suppression of intestinal colonization of *Salmonella typhimurium* in broiler chickens. *Kor. J. Anim. Sci.* 1994; 36:71-284.
9. Couraud L, Jermyn K, Yam PS, Ramsey IK et al. Intestinal Pseudo-Obstruction, Lymphocytic Leiomyositis and Atrophy of the Muscularis Externa in a Dog. *Vet. Record.* 2006; 159: 86-87. doi: 10.1136/vr.159.3.86.
10. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 1999; 12: 564-582. DOI:10.1128/CMR.12.4.564.
11. Dragland SH, Senoo K, Wake K, Holte R. et al. Several Culinary and Medicinal Herbs are Important Sources of Dietary Antioxidants. *J. Nutr.* 2003; 133(5): 1286-1290. doi: 10.1093/jn/133.5.1286.
12. Franco JRG, Murakami AE, Natali MRM, Garcia ERM. et al. Influence of Delayed Placement and Dietary Lysine Levels on Small Intestine Morphometrics and Performance of Broilers. *Bras. J. Poult. Sci.* 2006; 8(4): 233-241. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2006000400006>.
13. Furbeyre H, van Milgen J, Mener T, Gloaguen M. et al. Effects of Dietary Supplementation with Freshwater Microalgae on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Gut Health in Weaned Piglets. *Animal.* 2017; 11(2): 183-192. DOI:10.1017/S1751731116001543.
14. Iji PA, Tivey DR. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. *World's Poult. Sci. J.* 1998; 54(2):129-143. <https://doi.org/10.1079/WPS19980010>.
15. Kaoud HA. Effect of *Spirulina platensis* as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. *Spec. J. Biol. Sci.* 2015; 1(2): 1-6.
16. Khan Z, Bhadouria P, Bisen PS. Nutritional and therapeutic potential of *Spirulina*. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 2005; 6(5): 373-379. doi: 10.2174/138920105774370607.
17. Kuhad A, Tirkey N, Pilkhwal S, Chopra K. Renoprotective effect of *Spirulina fusiformis* on cisplatin-induced oxidative stress and renal dysfunction in rats. *Ren. Fail.* 2006; 28(3): 247-254. doi: 10.1080/08860220600580399.
18. Lu HK, Hsieh CC, Hsu JJ, Yang YK. et al. Preventive effects of *Spirulina platensis* on skeletal muscle damage under exercise-induced oxidative stress. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2006; 98(2): 220-226. doi: 10.1007/s00421-006-0263-0.
19. Lykkesfeldt J, Svendsen O. Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. *Vet. J.* 2007; 173(3): 502-511. doi: 10.1016/j.tvjl.2006.06.005.
20. Makkar HPS, Tran G, Heuzé V, Ankers P. State-of-the-Art on Use of Insects as Animal Feed. *Anim. Feed Sci. Tech.* 2014; 197(11): 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
21. Marley YA, Samak HR, Ibrahim MA. Effect of using *Spirulina platensis* algae as a feed additive for poultry diets: 1- productive and reproductive performances of local laying hens. *Egypt. Poult. Sci.* 2012; 32(1):201-215.
22. Miller J K, Brzezinska-Slebodzinska E, Madsen FC. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *J. Dairy Sci.* 1993; 76(9): 2812-2823. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77620-1.
23. Mohan IK, Khan M, Shobha JC, Naidu MUC. et al. Protection against cisplatin-induced nephrotoxicity by *Spirulina* in rats. *Cancer Chem. Pharm.* 2006; 58(6): 802-808. doi: 10.1007/s00280-006-0231-8.
24. Oliveira Md, Monteiro M, Robbs P, Leite SGF. Growth and Chemical Composition of *Spirulina Platensis* Biomass at Different Temperatures. *Aquaculture International.* 7:261-275. <https://doi.org/10.1023/A:1009233230706>.
25. Pelicano ERL, Souza PA, Souza HBA, Leonel FR. et al. Productive traits of broiler chicken fed diets containing different growth promoters. *Bras. J. Poult. Sci.* 2004; 6(3): 177-182. DOI:10.1590/S1516-635X2004000300008.
26. Pop LM, Tăbăran AF, Paștiu AI, Kalmăr Z. et al. Immune response of broiler chickens fed diets supplemented with artemisinin. *Rom Biotechnol Lett.* 2019; 24(3): 425-431. DOI: 10.25083/rbl/24.3/425.431.
27. Reilly P, O'Doherty JV, Pierce KM, Callan JJ. et al. The Effects of Seaweed Extract Inclusion on Gut Morphology, Selected Intestinal Microbiota, Nutrient Digestibility, Volatile Fatty Acid Concentrations and the Immune Status of the Weaned Pig. *Animal.* 2008; 2(10): 1465-1473. doi: 10.1017/S1751731108002711.
28. Rotaru A. Impactul remediului BioR asupra statusului pro - antioxidant la puii de carne și prepelițe. Teză de doctorat, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Chisinau, 2016.
29. Ross E, Dominy W. The nutritional value of dehydrated blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. *Poult. Sci.* 1990; 69(5): 794-800. doi: 10.3382/ps.0690794.
30. Rudic, V.; Gudumac, V.; Diug, E. et al., 2004, Tehnologia de obținere a produsului BioR și studii privind acțiunea imunomodulatoare in vitro a acestuia. *Anuarul științific al Universității de Stat de Medicină și Farmacie "N. Testemițanu"* ed. 5, Chișinău, Moldova, p.138-144.
31. Steiner T. The potential benefits of Natural Growth Promoters. *Feed Tech.* 2006; 10(2): 26-
32. Tasaki I, Takahashi N. Absorption of Amino Acids from the Small Intestine of the Domestic Fowl. *J. Nutr.* 1966; 88(4): 359-364. DOI: 10.1093/jn/88.4.359.
33. Toyomizu M, Sato K, Taroda H, Kato T. et al. Effects of Dietary *Spirulina* on Meat Colour in Muscle of Broiler Chickens. *Brit. Poult. Sci.* 2001; 42(2): 197-202. doi: 10.1080/00071660120048447.
34. Upasani CD, Balaraman R. Protective effect of *Spirulina* on lead induced deleterious changes in the lipid peroxidation and endogenous antioxidants in rats. *Phytother. Res.* 2003; 17(4): 330-334. DOI: 10.1002/ptr.1135.
35. Walker WA, Duff LC. Diet and bacterial colonization: Role of probiotics and prebiotics. *J. Nutr. Biochem.* 1998; 9:668-675.
36. Wecke C, Liebert F. Improving the Reliability of Optimal In-Feed Amino Acid Ratios Based on Individual Amino Acid Efficiency Data from N Balance Studies in Growing Chicken. *Animals.* 2013; 3(3): 558-573. doi: 10.3390/ani3030558.
37. Yoshida M, Hoshii H. Nutritive value of *Spirulina*, green algae, for poultry feed. *Japan. Poultry Sci.* 1980; 17(1): 27-30. <https://doi.org/10.2141/jpsa.17.27>.

CV



Asist. univ. drd Adrian BONDAR

EDUCAȚIE ȘI FORMARE PROFESIONALĂ

2019-prezent. Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” Iași, Școala Doctorală de Medicină veterinară, Specializarea: Morfologie normală și patologică, conducător științific Prof. univ. dr. Carmen Solcan.
2012-2018. Diplomă de Licență și Diplomă Masterat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”,

Facultatea de Medicină Veterinară, Iași.

01.10.2021-01.02.2022. Bursă DAAD-Freie Universitaet Berlin, Institutul de patologie, coordonator Prof. univ. dr. Robert Klopfeisch.

01.08.2017-30.09.2017. Bursă Erasmus-Schabelhof Tierklinik, Bad Duerheim, Germania.

01.08.2016-30.09.2016. Bursă Erasmus-Tierklinik Rostock, Germania.

EXPERIENȚĂ PROFESIONALĂ

01.10.2022-prezent. Asistent universitar doctorand, Facultatea de Medicină și Științe Biologice, specializarea Biologie, Universitatea Suceava.

28.05.2020-11.08.2021. Medic Veterinar Farmacia veterinară Farnavet.

01.07-2019-05.03.2020. Medic veterinar Clinica Fanvet Suceava.

05.01.2019-15.06.2019. Medic veterinar Farmacia veterinară Andor Suceava.

PUBLICAȚII:

1. Adrian Bondar, V. Macari, G. Pistol, V. Putin, A. Rotaru, G. Solcan, C. Solcan, 2022, Effects of ZooBioR2 product as feed supplement in laying hens on the morphofunctional state of intestinal mucosa. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 74, 626-632.