



CZU 636.5:631.147:636.085.55

EFICIENȚA UTILIZĂRII FITOBIOTICELOR ÎN AVICULTURA ECOLOGICĂ

Caisin Larisa

Doctor habilitat, profesor

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chisinau, Republica Moldova

orcid id: 0000-0001-8934-2709

e-mail: larisa.caisin@mpasa.utm.md

Răileanu Ana

Cercetător științific stagiar

Universitatea Tehnică a Moldovei

Mun. Chișinau, Republica Moldova

e-mail: raileanuany93@gmail.com

orcid id: 0009-0003-9557-206x

Malenchi Dumitru

Doctorand

Universitatea Tehnică a Moldovei

Mun. Chișinau, Republica Moldova

e-mail: malenchi@gmail.com

orcid id: 0009-0001-7734-6304

Abstract. Avicultura ecologică reprezintă un sector în continuă dezvoltare, orientat spre obținerea unor produse sigure, de înaltă calitate și cu impact minim asupra mediului. În acest context, fitobioticele, compuși bioactivi de origine vegetală, constituie o alternativă viabilă la antibioticele de sinteză, fiind utilizate pentru stimularea performanțelor productive și menținerea stării de sănătate a păsărilor. Prezentul studiu analizează eficiența utilizării fitobioticelelor în avicultura ecologică și impactul acestora asupra calității produselor avicole. Rezultatele evidențiază faptul că administrarea fitobioticelelor contribuie la îmbunătățirea digestibilității nutrienților, la întărirea sistemului imunitar și la reducerea incidenței bolilor, fără a afecta negativ bunăstarea animalelor. De asemenea, utilizarea fitobioticelelor are un efect pozitiv asupra calității cărnii și ouălor, reflectat prin îmbunătățirea proprietăților organoleptice, a valorii nutritive și a siguranței alimentare. În concluzie, fitobioticele reprezintă o soluție sustenabilă și eficientă pentru creșterea păsărilor în sistem ecologic, contribuind la obținerea unor produse avicole de calitate superioară și la respectarea principiilor agriculturii durabile.

Keywords: Fitobiotice, Avicultura, System ecologic.

Abstract. Organic poultry production is a continuously developing sector aimed at obtaining safe, high-quality products with minimal environmental impact. In this context, phytobiotics – bioactive compounds of plant origin – represent a viable alternative to synthetic antibiotics, being used to enhance productive performance and maintain poultry health. The present study examines the efficiency of phytobiotic use in organic poultry production and their impact on the quality of poultry products. The results indicate that phytobiotic supplementation contributes to improved nutrient digestibility, strengthens the immune system, and reduces disease incidence without adversely affecting animal welfare. Furthermore, the use of phytobiotics has a positive effect on meat and egg quality, as reflected in improved organoleptic properties, nutritional value, and food safety. In conclusion, phytobiotics represent a sustainable and effective solution for poultry rearing in organic systems, contributing to the production of high-quality poultry products and compliance with the principles of sustainable agriculture.

Keywords: Phytobiotics, Poultry Production, Organic System

Introducere

Creșterea animalelor reprezintă un sector esențial pentru asigurarea securității alimentare a statului. În vederea sporirii calității și volumului produselor obținute, în practicile agricole moderne sunt implementate soluții inovatoare fundamentate pe dovezi științifice. Acestea includ utilizarea raselor, liniilor și încrucișărilor de animale de fermă cu potențial productiv ridicat, obținute în urma unor programe de ameliorare genetică riguros organizate [1], optimizarea condițiilor de adăpostire, precum și asigurarea unei alimentații complete și echilibrate [2]. În condițiile actuale, organizarea rațională a hrănirii animalelor nu este posibilă fără utilizarea aditivilor furajeri, care contribuie la compensarea deficiențelor de nutrienți și substanțe biologice active, la stimularea creșterii, la creșterea productivității și a performanțelor reproductive, precum și la prelungirea duratei de conservare și utilizare a furajelor. Un rol deosebit de important în nutriția animalelor monogastrice îl au aditivii furajeri cu efect de stabilizare și reglare a microbiotei intestinale [3].

În domeniul creșterii animalelor de fermă, identificarea și dezvoltarea de alternative eficiente, naturale și ecologice pe bază de plante (fitobiotice), menite să înlocuiască antibioticele, reprezintă în continuare o provocare majoră pentru științele biologice moderne.

Fitobioticele, denumite și fitochimicale sau fitogenice, reprezintă un subset larg de compuși bioactivi derivați din plante. Până în prezent, au fost identificate peste 5.000 de fitobiotice alimentare individuale în fructe, legume, cereale integrale, leguminoase, nuci, plante aromatice și uleiuri esențiale [4]. Fitobioticele pot fi împărțite în următoarele șase categorii: compuși fenolici, alcaloizi, compuși care conțin azot, compuși organosulfurici, fitosteroli și carotenoizi, fiind în continuare împărțite în mai multe subcategorii [5].

Datorită efectelor lor pozitive semnificative asupra productivității, rezistenței nespecifice și stării fiziologice a animalelor și păsărilor de curte, utilizarea fitobioticelor este justificată și pentru obținerea de produse ecologice, precum și pentru sporirea eficienței economice în producția zootehnică. Este recomandată administrarea fitobioticelor în combinație cu probiotice, precum și dezvoltarea de produse multifuncționale. Acestea ar trebui aplicate nu doar în fermele industriale, ci și în exploatațiile care produc produse zootehnice ecologice [6-9].

Pe viitor, se impune extinderea cercetărilor privind mecanismele de acțiune ale fitobioticelor asupra microflorei gastrointestinale, activității secretorii pancreatice, proceselor de absorbție a nutrienților, imunității, capacității de reproducere și calității produselor. Astfel de studii trebuie să țină cont de particularitățile fiziologice ale organismelor, de practicile specifice de hrănire și de tehnologiile de gestionare aplicate pentru diferitele grupe de vârstă și sexe ale animalelor și păsărilor de curte.

Materiale si metode

Pentru realizarea acestei lucrări de sinteză, s-a efectuat o analiză detaliată a literaturii științifice privind utilizarea fitobioticelor în avicultura ecologică. Sursele consultate au inclus articole publicate în reviste indexate în baze de date internaționale, precum Scopus, Web of Science și PubMed, în perioada 2000–2025. Căutarea a fost realizată utilizând cuvinte-cheie precum *phytobiotics*, *organic poultry*, *gut microbiota*, *growth performance*, *natural feed additives* și *eco-friendly production*. În analiza noastră au fost incluse studii care investighează efectele fitobioticelor asupra performanței productive, sănătății gastrointestinale și echilibrului microbiotei, imunității, calității produselor obținute, precum și eficienței economice în producția ecologică. Au fost excluse lucrările cu date incomplete sau neconcordanțe. Informațiile extrase din sursele selectate au fost sintetizate și prezentate pe teme principale, evidențiind tendințele actuale, mecanismele de acțiune și perspectivele de aplicare a fitobioticelor în avicultura ecologică.

Rezultatele și discuția

Studiile privind creșterea puilor de carne au evidențiat eficiența utilizării fitobioticelor comerciale și a extractelor naturale în furaje. Administrarea extractului de urzică (*Urtica dioica* L.) a condus la creșterea greutatei în viu la sfârșitul perioadei de creștere cu 0,4–3,3%, reducerea costurilor cu hrana cu 0,6–2,3% și îmbunătățirea supraviețuirii păsărilor, precum și la creșterea randamentului la sacrificare cu 0,30–0,75% și a valorii energetice a cărnii cu 0,8–6,6%, stabilindu-se ca doză optimă

10 mg/kg greutate vie [10]. Administrarea extractului de cimbru târător (*Thymus serpyllum* L.) a determinat creșteri semnificative ale greutății în viu cu până la 4,66%, ale greutății carcasei eviscerate cu 6,11–13,28% și ale randamentului la sacrificare cu 2,08–5,49%, precum și o creștere a concentrației unor aminoacizi esențiali, precum treonina, valina, metionina și izoleucina [11,12]. De asemenea, suplimentarea furajelor cu turmeric (*Curcuma longa* L.) a demonstrat efecte antioxidante puternice datorită curcuminei, contribuind la sporirea productivității puilor, acumularea de retinol și tocoferol în ficat și reducerea peroxidării lipidice în ficat și carne [13]. Utilizarea unui extract de lemn de castan indian (*Castanea sativa* Mill.) în combinație cu butirat de calciu a evidențiat proprietăți antibacteriene importante, inhibând funcțiile adezive și enzimatică ale agenților patogeni, precum *Salmonella*, *Clostridia* și *E. coli*, fără a prezenta efecte antinutriționale [14]. Aceste rezultate subliniază potențialul fitobioticelor de a îmbunătăți performanța productivă, calitatea cărnii și sănătatea puilor de carne, oferind alternative naturale și sigure la aditivii convenționali.

Conform unui studiu microbiologic al conținutului cecal al puilor de carne, administrarea unui fitobiotic pe bază de taninuri de castan a condus la scăderea semnificativă a populațiilor de *Clostridia*, *Salmonella* și *Campylobacter* [15]. Alte cercetări au analizat efectele fitobioticelor asupra parametrilor morfobiochimici ai sângelui. Astfel, utilizarea extractului de scoarță de stejar (*Quercus cortex*) în hrănirea puilor de carne a stimulat metabolismul proteinelor, carbohidraților și mineralelor fără efecte negative, înregistrându-se o scădere semnificativă a trigliceridelor serice și o creștere a activității enzimelor ALT, LDH și creatinkinazei [16]. Rezultate similare au fost obținute la administrarea unui fitobiotic pe bază de extract de brad siberian (*Abies sibirica*), care a determinat creșteri ale numărului de globule roșii, ale conținutului de hemoglobină, proteinelor totale, albuminei, trigliceridelor, glucozei, calciului, fosforului și fierului, precum și ale indicelui proteic și activității aminotransferazelor [17].

Utilizarea fitobioticelor s-a extins și în creșterea păsărilor ouătoare. Hrănirea găinilor cu extract de fructe de sorbus (*Sorbus aucuparia* L.), bogat în vitaminele A, C și P, acizi organici, antocianine, taninuri, pectină, minerale, catechine, flavonoide și glicozide, a crescut producția de ouă (numărul mediu și inițial de ouă per găină, intensitatea producției, greutatea medie a ouălor și masa totală de ouă obținută), a redus costurile cu hrana și a îmbunătățit rata de supraviețuire a efectivului, precum și compoziția chimică a ouălor, prin creșterea conținutului de proteine și minerale [18].

De asemenea, suplimentele fitobiotice pe bază de uleiuri esențiale din extracte de cimbru, rozmarin și ardei iute au favorizat dezvoltarea tractului gastrointestinal, inclusiv a esofagului, pipotei, intestinului și cecelor. Morfohistologia bursei lui Fabricius a indicat o stare de imunitate umorală bine dezvoltată, reflectată prin reducerea mortalității cu 1,27% la păsările experimentale. Analiza histologică a splinei a evidențiat modificări patologice și involutive mai puțin pronunțate comparativ cu lotul martor, sugerând menținerea unei activități funcționale normale a organului [19,20].

Fitobioticele sunt compuși sintetizați de plante pentru a proteja împotriva agenților patogeni invazivi, inclusiv bacterii, virusuri și fungi, precum și pentru a proteja ADN-ul și aparatul fotosintetic de daunele oxidative cauzate de radiațiile ultraviolete. Stresul oxidativ apare atunci când formarea speciilor reactive de oxigen (ROS) depășește capacitatea antioxidantă celulară, reglată de enzime antioxidante precum superoxid dismutaza (SOD), catalaza (CAT) și glutatión peroxidaza; de constituenți cu greutate moleculară mică, cum sunt tocoferolii, acidul ascorbic, acidul uric, dipeptidele imidazolice și bilirubina; proteine care chelează metalele de tranziție libere, precum ovotransferina și ceruloplasmina. Activitatea antioxidantă a fitobioticelor, în special a acizilor fenolici și a flavonoidelor, este determinată în principal de structura lor și de delocalizarea electronilor pe nucleul aromatic [21]. S-a propus că polifenolii acționează printr-o varietate de mecanisme antioxidante, diferite de modul unic de acțiune al antioxidantilor sintetici [22,23].

Deși efectele benefice ale fitobioticelor sunt adesea atribuite proprietăților lor antioxidante, numeroase studii au arătat că aceste proprietăți singure nu pot explica pe deplin rezultatele pozitive [24,25]. Astfel, concentrația de fitobiotice și a metaboliților acestora detectată în plasmă și țesuturi după administrare este de peste 50 de ori mai mică decât cea a antioxidantilor endogeni, cum sunt

acidul uric și bilirubina [26]. Cu toate acestea, fitobioticele sunt utilizate cu succes pentru promovarea creșterii și îmbunătățirea calității cărnii și ouălor în producția de păsări de curte [27–30].

Cercetările recente au propus diverse mecanisme prin care fitobioticele pot contribui la sănătatea și creșterea animalelor [31,32]. S-a demonstrat impactul pozitiv al aditivilor fitogenici asupra performanței productive, proceselor fiziologice de digestie, absorbție și utilizare a substanțelor nutritive, echilibrului microbiotei intestinale, imunității, parametrilor morfobiochimici și capacității antioxidante a organismului păsării. Această observație ridică o întrebare importantă: cum pot fitobioticele să producă efecte benefice, având o biodisponibilitate atât de scăzută? Dovezile sugerează că efectele lor nu necesită absorbție sistemică [33].

S-a propus că fracțiunea neabsorbită a fitobioticelor poate acționa direct asupra intestinului, îmbunătățind funcția acestuia sau comportându-se ca prebiotice [34]. Bariera intestinală include mai multe componente, precum stratul de mucus, imunoglobulina A, peptidele antibacteriene și joncțiunile strânse intercelulare (TJ) [35]. Stratul mucosal reprezintă prima linie de apărare împotriva invaziei agenților patogeni și toxinelor în tractul gastrointestinal [36,37]. Pe baza acestor mecanisme, împreună cu dovezile privind efectele pozitive asupra sănătății intestinale și reducerii inflamației, se poate concluziona că multe dintre beneficiile fitobioticelor la animale derivă din îmbunătățirea funcției intestinale.

Concluzii

1. Fitobioticele îmbunătățesc performanța păsărilor de fermă – administrarea extractelor de plante, precum urzică, cimbru, turmeric sau lemn de castan, a condus la creșterea greutatea în viu, a randamentului la sacrificare și a calității cărnii, precum și la reducerea costurilor cu furajele și îmbunătățirea supraviețuirii păsărilor.
2. Efecte asupra sănătății și metabolismului – fitobioticele influențează pozitiv parametrii morfobiochimici ai sângelui, stimulând metabolismul proteinelor, carbohidraților și mineralelor și menținând activitatea enzimatică normală, ceea ce reflectă o stare generală de sănătate îmbunătățită.
3. Acțiune asupra microbiotei intestinale și imunității – fitobioticele reduc populațiile de agenți patogeni intestinali (*Clostridia*, *Salmonella*, *Campylobacter*) și sprijină echilibrul microbiotei, contribuind la dezvoltarea tractului gastrointestinal, îmbunătățirea barierei intestinale și stimularea imunității umorale.
4. Mecanisme multifactoriale de acțiune – deși fitobioticele prezintă proprietăți antioxidante, biodisponibilitatea lor sistemică este scăzută, sugerând că efectele benefice pot fi mediate prin acțiuni locale asupra intestinului, efecte prebiotice și modularea funcției digestive și imune.
5. Aplicabilitate în producția ecologică – fitobioticele constituie alternative naturale și sigure la aditivii convenționali, putând fi utilizate atât pentru puii de carne, cât și pentru găinile ouătoare, contribuind la creșterea productivității, calității produselor și sănătății generale a păsărilor.

Bibliografie:

1. Fisinin V.I. Crearea raselor și încrucișărilor de animale și păsări cu productivitate ridicată // Buletinul Academiei Ruse de Științe. – 2017. – Vol. 87, Nr. 4. – P. 333–336.
2. Oborin M. Sporirea eficienței producției în agricultură pe baza inovațiilor // Buletinul NGIEI. – 2023. – Nr. 1 (140). – P. 57–67.
3. Mikolaichik I.N., Morozova L.A., Chumakov V.G. și colab. Abordări inovatoare privind utilizarea furajelor și aditivilor în zootehnie: M. – Kurgan: Academia de Stat de Agricultură T.S. Maltsev, 2020. – 190 p.
4. Liu RH. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. J Nutr 2004; 134:3479S–85S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3479S>
5. Liu RH. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. J Nutr 2004; 134:3479S–85S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3479S>
6. Shimao R, Muroi H, Furukawa K, Toyomizu M, Kikusato M. Effects of low-dose oleuropein diet supplementation on the oxidative status of skeletal muscles and plasma hormonal

- concentration of growing broiler chickens. Br Poult Sci 2019; 60:784–9. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1662886>
7. Kikusato M, Xue G, Pastor A, Niewold TA, Toyomizu M. Effects of plant-derived isoquinoline alkaloids on growth performance and intestinal function of broiler chickens under heat stress. Poult Sci 2021; 100:957–63. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.050>
 8. Kim DK, Lillehoj HS, Lee SH, Jang SI, Lillehoj EP, Bravo D. Dietary *Curcuma longa* enhances resistance against *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella* infections in chickens. Poult Sci 2013; 92:2635–43. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03095>
 9. Olson JB, Ward NE, Koutsos EA. Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function. Poult Sci 2008; 87:2573–80. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00072>
 10. Bagno O.A., Șevcenko S.A., Șevcenko A.I. și colab. Eficiența utilizării extractului de urzică (*Urtica dioica*) în creșterea puilor de carne // Buletinul NGAU (Universitatea de Stat Agrară din Novosibirsk). – 2022. – Nr. 1 (62). – P. 97–109.
 11. Kishniaikina E.A., Zhuchaev K.V., Bagno O.A. și colab. Influența extractului de cimbru asupra calității cărnii puilor de carne // Inovații și securitate alimentară. – 2019. – Nr. 2 (24). – P. 25–31.
 12. Kishniaikina E.A., Zhuchaev K.V. Influența extractului de cimbru asupra performanțelor productive și a supraviețuirii puilor de carne de tip ISA F-15 // Buletinul NGAU (Universitatea de Stat Agrară din Novosibirsk). – 2018. – Nr. 4 (49). – P. 74–80.
 13. Demidova E.S., Egorov I.A., Andrianova E.N. și colab. Curcumină micelară în hrănirea puilor de carne // Avicultură. – 2022. – Nr. 3. – P. 17–21.
 14. Nabiullin A. Soluții naturale pentru problemele din creșterea păsărilor folosind taninuri // Combicrmă. – 2019. – Nr. 7–8. – P. 56–59.
 15. Seryakova A.A., Panov V.P., Prosekova E.A. et al. Effect of preparations based on ellagotannins of sweet chestnut on the composition of intestinal microflora of broiler chickens. Ptitsevodstvo. 2021; 10: 14–19. (In Rus.)
 16. Kazachkova N.M., Notova S.V., Duskaev G.K. și colab. Influența extractului de *Quercus cortex* asupra parametrilor biochimici ai sângelui puilor de carne // Buletinul Creșterii Bovinelor pentru Carne. – 2017. – Nr. 4 (100). – P. 213–218.
 17. Salomatin V.V., Ryadnov A.A., Ryadnova T.A., Ryadnova Yu.A. Effect of bioactive additive based on fir extract on morphological and biochemical parameters of broiler chickens blood. Ptitsevodstvo. 2022; 1: 25–29. (In Rus.)
 18. Bagno O. Eficacitatea utilizării extractului de frasin de munte comun în hrănirea găinilor ouătoare. 2022; 4: 11–15. (In Rus.)
 19. Shatskikh E.V., Nesvat E.G., Degtyareva E.V., Latypova E.N. Development of internal organs of laying hens when phytobiotics are included in the diet. Ptitsevodstvo. 2022;
 20. Shatskikh E.V., Latypova E.N. Effect of phytobiotics on the safety of livestock and morphohistological state of the spleen of chickens. Bulletin of Agrarian Science. 2022; 5(98): 70–76. (In Rus.)
 21. Tsao R, Deng Z. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci 2004; 812:85–99. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2004.09.028>
 22. Lee MT, Lin WC, Yu B, Lee TT. Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals - a review. Asian-Australas J Anim Sci 2017; 30:299–308. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0438>
 23. Perron NR, Brumaghim JL. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. Cell Biochem Biophys 2009; 53:75–100. <https://doi.org/10.1007/s12013-009-9043-x>
 24. Halliwell B, Rafter J, Jenner A. Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not? Am J Clin Nutr 2005; 81:268S–76S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.268S>

25. Martel J, Ojcius DM, Ko YF, Young JD. Phytochemicals as prebiotics and biological stress inducers. *Trends Biochem Sci* 2020; 45:462–71. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2020.02.008>
26. Williamson G, Kay CD, Crozier A. The bioavailability, transport, and bioactivity of dietary flavonoids: a review from a historical perspective. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2018; 17:1054–112. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12351>
27. AL-Sagan AA, Khalil S, Hussein EOS, Attia YA. Effects of fennel seed powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and economic efficiency of broilers under thermoneutral and chronic heat stress conditions. *Animals* 2020;10:206. <https://doi.org/10.3390/ani10020206>
28. Starčević K, Krstulović L, Brozić D, et al. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *J Sci Food Agric* 2015;95:1172–8. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6805>
29. Cayan H, Erener G. Effect of olive leaf (*Olea europaea*) powder on laying hens performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels. *Asian-Australas J Anim Sci* 2015;28:538–43. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0369>
30. Attia YA, Bakhashwain AA, Bertu NK. Thyme oil (*Thyme vulgaris* L.) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate. *Ital J Anim Sci* 2017;16:275–82. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1245594>
31. Lillehoj H, Liu Y, Calsamiglia S, et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Vet Res* 2018; 49:76. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6>
32. Valenzuela-Grijalva NV, Pinelli-Saavedra A, Muhlia-Almazan A, Domínguez-Díaz D, González-Ríos H. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *J Anim Sci Technol* 2017; 59:8. <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0133-96>: 48–53. (In Rus.)
33. Wu XM, Tan RX. Interaction between gut microbiota and ethnomedicine constituents. *Nat Prod Rep* 2019; 36 :788809. <https://doi.org/10.1039/C8NP00041G>
34. Martel J, Ojcius DM, Ko YF, Young JD. Phytochemicals as prebiotics and biological stress inducers. *Trends Biochem Sci* 2020; 45:462–71. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2020.02.008>
35. Suzuki T. Regulation of the intestinal barrier by nutrients: the role of tight junctions. *Anim Sci J* 2020;91: e13357. <https://doi.org/10.1111/asj.13357>
36. Quintana-Hayashi MP, Padra M, Padra JT, Benktander J, Lindén SK. Mucus-pathogen interactions in the gastrointestinal tract of farmed animals. *Microorganisms* 2018; 6:55. <https://doi.org/10.3390/microorganisms6020055>
37. Capaldo CT, Powell DN, Kalman D. Layered defense: how mucus and tight junctions seal the intestinal barrier. *J Mol Med* 2017; 95:927–34. <https://doi.org/10.1007/s00109-017-1557-x>