

**Coccidiosis of turkeys
and broiler chickens**

Literature review

L. Kovács¹
A. Bondor²
A. Juhász³
G. Majoros³
M. Mándoki⁴1. Poultry-Care Kft.,
H-5052 Újszász, Lehel út 21.

*e-mail: k.laszlo.vet@gmail.com

2. Magánállatorvos,
Békésszentandrás3. Állatorvostudományi Egyetem,
Parazitológiai és Állattani Tanszék,
Budapest4. Állatorvostudományi Egyetem,
Patológiai Tanszék,
Budapest**Pulyka- és csirkekokcidiózis
Irodalmi összefoglaló****Kovács László¹, Bondor Attila², Juhász Alexandra³, Majoros Gábor³,
Mándoki Míra⁴****ÖSSZEFOGLALÁS**

A kokcidiózis világszerte, így hazánkban is elterjedt megbetegedés. A baromfi-ágazat legintenzívebb módon működő területei, a brojlercsirke- és a hízópulyka-tartás a leginkább kitettek ennek a komoly gazdasági veszteségekkel járó problémának. A szerzők szakirodalmi adatok alapján összegzik a betegség történetét, kóroktanát, az *Eimeria*-fajok életciklusát. Ismertetik a rendelkezésre álló diagnosztikai lehetőségeket, kitérnek a jelenleg leggyakrabban alkalmazott megelőző és terápiás, továbbá a jövőbe mutató, alternatív megelőzési módszerekre. Említést tesznek a kokcidiumellenes szerekkel szembeni rezisztenciáról is.

SUMMARY

Background: During intensive livestock farming prevention of protozoa infection is becoming increasingly difficult due to the limited use of chemotherapeutic agents and the lack of available vaccines. Coccidiosis is prevalent worldwide and is one of the most common diseases in the intensive poultry industry in Hungary. Coccidiosis can cause high mortality however the subclinical form of the disease, which results in a lack of weight gain and a need for increased feed consumption, has become a much greater threat to local economies. The intensive broiler chicken and turkey industry is affected severely from this disease that subsequently causes huge economic loss to farmers.

Objectives: Based on current literature the authors summarise the history and aetiology of subclinical coccidiosis and the lifecycle of the *Eimeria*-spp. They describe the epidemiology, clinical signs and assess the different techniques used to diagnose the disease including those utilised in the field (such as total mean lesion scoring) and laboratory techniques (faeces examination, oocyst counting technique, flotation, polymerase chain reaction). They explain the aspects of therapy and prevention options, such as vaccination (live vaccines, attenuated vaccines, subunit vaccines) and the resistance against different anticoccidial drugs. They discuss the possibility of using various alternative natural extracts (such as antioxidants, pre- and probiotics, sugar-beet extracts etc.).

Noha a kokcidiózis inkább a környezetben történő feldúsulás miatt jelent nagyobb gondot, nem pedig valamilyen ökológiai niche megürülése miatt, a nagyüzemi baromfitenyésztés gyakorlatára jellemző, hogy miközben elérjük számos kártékony parazita visszaszorítását, addig ezzel egy időben akaratlanul elősegítjük egyéb élősködők térhez jutását – hiszen ezek között a paraziták között is versengés zajlik a mind nagyobb életterek elnyeréséért (78).

A kokcidiózis a nagyüzemi baromfitartás jelentős problémája

Az intenzív állattartás során a protozoák elleni megfelelő védekezés a kemo-terápiás szerek alkalmazási lehetőségeinek korlátozásával, továbbá bizonyos betegségek elleni vakcinák hiánya miatt egyre nehezebbé válik (78). A parazitás betegségek közül baromfiban eddig egyedül a kokcidiózis esetén sikerült a vakcinázás terén részsikereket elérni a gyakorlatban (1, 78).

A kokcidiózis a nagyüzemi baromfitermelés minden szegmensében, világszerte jelenlévő probléma. A zárt rendszerű, intenzív baromfitermelés fejlődésével e betegség gazdasági jelentősége is párhuzamosan növekszik. A betegség szubklinikai formája jelentős hatást gyakorol a hústermelés céljából előállított madarak teljesítményére, továbbá káros hatással van az állományok egyöntetűségére a tojó és tenyészjércék esetében. A modern kokcidiómellenes hatóanyagok és a vakcinák kifejlesztésével manapság a klinikai megjelenési forma megelőzhető és a madarak teljesítményére gyakorolt káros hatás elég jól menedzselhető. A nem kezelt kokcidiózis termelési eredményromlást és elhullásokat okozhat (41, 78).

A kokcidiózisnak nagyon nagy a gazdasági jelentősége a nagyüzemi baromfitartásban (92). Világszerte jelentős gazdasági veszteségeket okoz a csökkent testtömeg-gyarapodás, a csökkent takarmányértékesítés, a nagyarányú elhullás és a jelentős pénzüsszegeket igénylő megelőzési programok miatt (48). Egy 2011-es közlemény alapján világszinten a kokcidiózzal kapcsolatos költségek a nagyüzemi baromfitartásban éves szinten hozzávetőlegesen 2 milliárd eurót jelentenek (92). Egy korábbi, 2006-os közlemény pedig éves szinten 3 milliárd amerikai dollárra becsüli ugyanezeket a veszteségeket világszinten (24). A betegség főleg a brojlercsirkéket érinti, emellett a hízópulykákban is jelentős károkat okozhat (19). E két baromfiágazat igényli ugyanis a legintenzívebb tartási módot, ahol a kokcidiomok kártétele leginkább érvényesülhet.

A brojlercsirkék kokcidiózisával kapcsolatban jóval több irodalmi adat, tudományos beszámoló áll rendelkezésre, mint a pulyka kokcidiomos megbetegedéseiről (19, 92, 93). Annyi azonban mindenképpen megemlíthető, hogy a pulykakokcidiózzal az USA-ban – ahol elsőként volt a világon intenzív rendszerű pulykatenyésztés – már az 1930-as és '40-es években több tanulmány fontos parazitózissnak tekintette (83, 84, 93, 97). Más, részletes publikációk, szintén ezen időszakban pedig arról számoltak be, hogy a pulykatelepeken az elhullások 2%-áért a kokcidiózis tehető felelőssé (16, 47, 93, 107). Egy 1957-es magyarországi tanulmány pedig arról számolt be, hogy a nagyjából 10%-os kiesést okozott a kokcidiózis a nagy pulykaállományokban (57).

ELŐFORDULÁS

Ahol intenzív baromfitermelés zajlik, ott a kokcidiózis jelen van (93). Minél intenzívebb az állattartás, annál nagyobb eséllyel találkozhatunk e parazitózissal. Az Észak- és Dél-Amerikában készült felmérések, tanulmányok arról számolnak be, hogy majdnem az összes brojlercsirke-állományban állandóan jelen van a kokcidiózis (75, 77, 79). Nem jobb a helyzet nálunk, Európában sem: itt is jelentős a fertőzött állományok aránya (14, 67, 118).

Világszerte jelentős gazdasági veszteségeket okoz

Szinte valamennyi intenzíven tartott állományban jelen van a kórkép








KÓROKTAN

A pulykák és csirkék kokcidiózisát az *Eimeria*-nemzetségbe tartozó egysejtűek okozzák (78).

Házityúkban és pulykában is hét-hét *Eimeria*-fajt találtak eddig (1, 29, 30, 46, 91, 102). A két baromfifajban nem azonos *Eimeria*-fajok fordulnak elő, továbbá az egyes fajok által okozott elváltozások bélbeli lokalizációja is eltérő, miképpen a patogenitásuk mértéke is különböző (1. és 2. táblázat).

1. TÁBLÁZAT. A házityúk *Eimeria*-fajainak fontosabb tulajdonságai (78, 92, 109 nyomán)

TABLE 1. Characteristic lesions caused by the different *Eimeria* infections of chicken (modified from 78, 92, 109)

Parazitafaj	<i>E. acervulina</i>	<i>E. brunetti</i>	<i>E. maxima</i>	<i>E. mitis</i>	<i>E. necatrix</i>	<i>E. praecox</i>	<i>E. tenella</i>
Bélbeli lokalizáció (SWAYNE nyomán, 78)							
Makroszkópos elváltozások	enyhébb fertőzés: fehér kerek elváltozások a nyálkahártyán létraszerű rajzolattal; súlyosabb esetben: egybeolvadt plakkok, elvékonyodott bélfal	coagulatio necrosis, nyálkás, vérzéses bélgyulladás az alsóbb bélszakaszban	megvastagodott bélfal, nyálkás, vörös színű váladék, petechiás vérzések	nincsenek látható elváltozások a bélben; hurut	ballonizáció, fehér foltok (skizonták), véres hurut	nincsenek elváltozások, hurut	vérzés a bélüregbe; később: vastagodás, fehér nyálkahártya, véralvadékdarabkák
Parazita szöveti lokalizációja	epithelialis	a második generációs skizonták subepithelialisán	gametociták subepithelialisán	epithelialis	a második generációs skizonták subepithelialisán	epithelialis	a második generációs skizonták subepithelialisán
Minimális praepatens periódus	4 nap (97 óra)	5 nap (120 óra)	5 nap (121 óra)	4 nap (93 óra)	6 nap (138 óra)	4 nap (83 óra)	5 nap (115 óra)
Sporuláció minimális ideje	17 óra	18 óra	30 óra	15 óra	18 óra	12 óra	18 óra
Patogenitás mértéke	közepes	jelentős	közepes	enyhe	jelentős	enyhe	jelentős

2. TÁBLÁZAT. A pulyka *Eimeria*-fajainak fontosabb tulajdonságai (78, 92, 109 nyomán)TABLE 2. Characteristic lesions caused by the different *Eimeria* infections of turkey (modified from 78, 92, 109)

Parazitafaj	<i>E.</i> „adenoides”	<i>E.</i> <i>dispersa</i>	<i>E.</i> <i>gallopavonis</i>	<i>E.</i> <i>innocua</i>	<i>E.</i> <i>meleagridis</i>	<i>E.</i> <i>meleagrimitis</i>	<i>E.</i> <i>subrotunda</i>
Bélbeli lokalizáció	caecum, rectum	duodenum, jejunum, ileum	ileum, caecum, rectum	vékonybél	ileum, caecum, rectum	teljes vékonybél	vékonybél
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div> Elváltozások</div> <div> Időleges elváltozások</div> <div> Kokcidiumok előfordulása elváltozások nélkül</div> </div> <p>(SWAYNE nyomán, 78)</p>							
Makroszkópos elváltozások	folyékony ürülék nyálkával, vércseppekkel	krémszínű nyálkahártya-felszín, kitágult belek, sárgás nyálkás ürülék	ödéma és fekély a csípőbél nyálkahártyáján, sárga exsudatum, vércseppek az ürülékben	nincs	krém-színű vakbél, esetleg vakbél-dugó kialakulása, némi petechiális vérzés	véres foltok és petechiális vérzések a duodenumtól az ileumig, a jejunum tágulata	nincs
Minimális praepatens periódus	5 nap (103 óra)	5 nap (120 óra)	5-6 nap (105 óra)	5 nap (114 óra)	5 nap (110 óra)	5-6 nap (103 óra)	4 nap 95 óra
Sporuláció minimális ideje	24 óra	35 óra	15 óra	45 óra	24 óra	18 óra	48 óra
Patogenitás mértéke	jelentős	enyhe	jelentős	-	enyhe	jelentős	-

Csirkében az *Eimeria brunetti*, az *E. necatrix* és az *E. tenella* fajoknak van a legerősebb kórokozó képessége

A pulykában előforduló kokcidiumokat még manapság sem ismerjük alaposan

Csirkében az *Eimeria brunetti*, az *E. necatrix* és az *E. tenella* fajoknak van a legerősebb kórokozó képessége. Jellemzőjük, hogy nagy morbiditással, majd nagy mortalitással járó, súlyos bélgyulladást okoznak (111). A házi tyúkban fejlődő, többi *Eimeria*-faj kevésbé vagy egyáltalán nem patogén, de a növekedési erélyt csökkentő hatásuk miatt a jelenlétük az intenzív baromfinevelésben nem kívánatos (78).

Az *Eimeria*-fajok azonosításának nehézségei miatt a pulykában előforduló kokcidiumokat még manapság sem ismerjük alaposan. Éppen a legerősebbnek vélt és ezért sokat vizsgált „adenoides” fajról derült ki, hogy minden valószínűség szerint csupán az *E. gallopavonis* és *E. meleagridis* fajok keverékét kezelték e név alatt (112). Ugyanakkor a két utóbbi faj kórokozó képességét enyhébbnek ítélték meg, mint az „adenoides”-hez tartozó izolátumokat. Az empirikus megfigyelés eredménye érthető, hiszen valójában két kórokozó szinergista hatása nyilván súlyosabb következménnyel jár, mint az egyes fajok hatása külön-külön (112).

Némelyik kokcidium-faj, amit a pulykákból izoláltak, képes megbetegíteni amerikai fűrjeket és eurázsiai fácánokat is. Ez a széles gazdaspektrum nem jel-

Pulykában az *E. meleagrimitis*, az *E. meleagridis* és az *E. gallopavonis* okozza a legsúlyosabb elváltozásokat

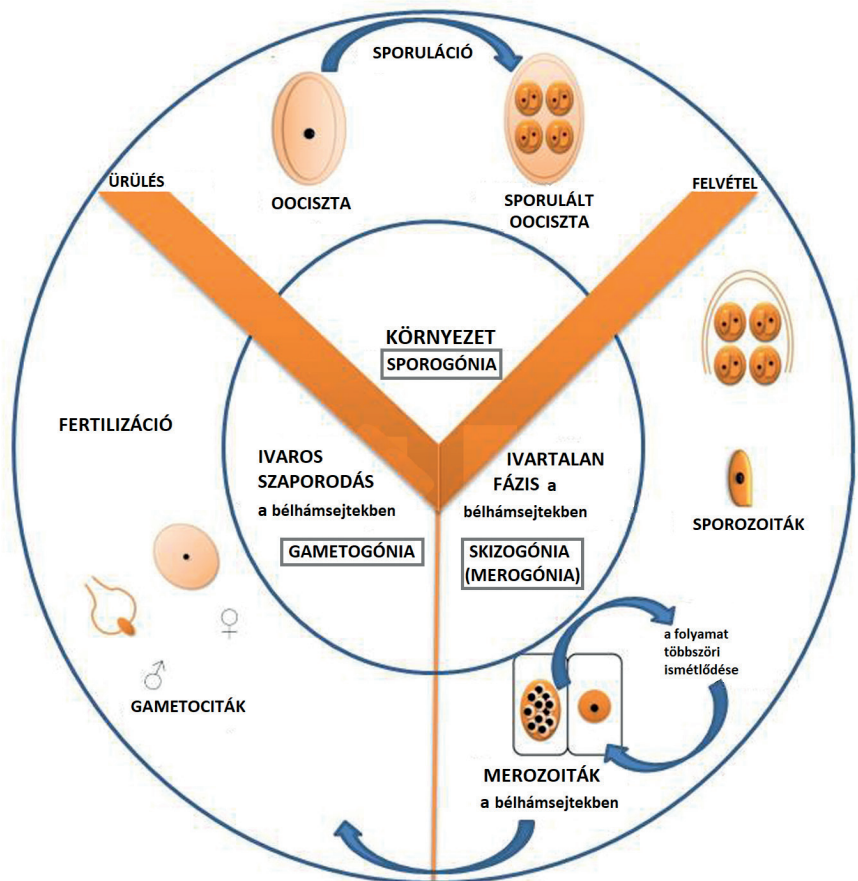
lemző a baromfikokcidiumokra, ezért ebben az esetben is kérdéses az egyes, pulyka eredetű kokcidium-törzsek faji identitása. Annyi bizonyos, hogy a pulyka vékonybelében főleg az *E. meleagrimitis*, a vastagbelében pedig az *E. meleagridis* és az *E. gallopavonis* okozza a legsúlyosabb elváltozásokat (78, 93).

ÉLETCIKLUS

Számos élősködő egysejtűt ismerünk, amely a madarakban él, azonban ezek közül csupán néhány tud betegséget okozni. A madarakban előforduló paraziták közül azok tudnak az állatok testében jobban elszaporodni, amelyek gyorsan replikálódnak, azaz rövid az életciklusuk. A kokcidiumok, és közöttük is az *Eimeria* genus fajai, ebből a szempontból ideális kórokozóknak mondhatók (102). Az 1. ábrán látható fejlődési ciklus az *Eimeria*-fajok általános életciklusát mutatja be. Minden *Eimeria*-faj életciklusa nagyjából hasonló. A különbségek az aszexuális (ivartalan) nemzedékek számában, továbbá az egyes fejlődési stádiumok létrejöttéhez szükséges időben vannak (78, 93).

1. ÁBRA. Az *Eimeria*-fajok fejlődési ciklusa (AHMAD et al., 2016 nyomán)

FIGURE 1. The life cycle of the *Eimeria* species (Modified from AHMAD et al. 2016)



A kokcidiumok életciklusa sporogóniából, skizogóniából és gametogóniából áll

A cikluson belül három fő fázist tudunk megkülönböztetni: a környezetben zajló exogén stádium, az ún. sporogónia, valamint a madárban zajló endogén stádium, amelynek további két része a skizogónia (merogónia), mint aszexuális fázis és a gametogónia, mint ivaros fázis (1, 48, 78, 94). Az ivaros fázis eredményeképpen létrejövő, sporulálatlan oociszták az ürülő bélsárral az alomra kerülnek, majd itt a környezet megfelelő páratartalma, oxigénkoncentrációja

**A fertőződés
a környezetben
sporulálódott oociszták
felvétele nyomán
történik**

**Az ivartalan
megsokszorozódást
követő ivaros
szaporodás révén
képződnek a
sporulálatlan oociszták**

és hőmérséklete esetén sporulálódnak. Ez a folyamat egy meiózis, amelynek során a zigótát tartalmazó oocisztában mozgásra és sejtekbe való behatolásra képes sporozoiták alakulnak ki. Tehát a sporulált oociszták e parazita fertőzőképes formái. Az oociszták környezeti ellenálló képessége rendkívül jó, és akár 1 évig is képesek túlélni száraz, hideg környezetben. A madarak száján át fertőződnek a sporulált oocisztákkal. Miután az oociszta burka a zúzógyomorban feloldódott, a benne található 4 sporocisztából a fertőzőképes sporozoiták kiszabadulnak. Ezt nevezzük excisztálódásnak, amelyet a zúzógyomorban és a bélrendszerben zajló ún. fizikai aprózódás, ill. az emésztőenzimek, és epesavak jelenléte segít. Minden oocisztából 8 sporozoita szabadul ki. A kiszabadult sporozoiták a bél nyálkahártyáján keresztül a sejtekbe hatolnak, ahol megkezdik a sejten belüli aszexuális fejlődési szakaszukat (1, 78).

Az ivartalan szaporodási szakasz első lépéseként skizonták, vagyis sok utódsejtre hasadó, óriási sejtek keletkeznek. Az első generációs skizonták nagy számú ún. második invazív állapotú, merozoitát termelnek, hogy azok átjutva más bélsejtekbe, a skizonták következő generációját képezzék. A skizogóniának vagy merogóniának nevezett folyamat legalább kétszer, vagy olykor akár négyszer ismétlődik. Ez az aszexuális megsokszorozódás exponenciálisan növekvő mennyiségű utódsejthez vezet. Ezt követi a szexuális (ivaros) fejlődési szakasz, amely során apró, mozgékony mikrogaméták (hímivarsejtek) keresik fel a makrogamétákat (női ivarsejteket) és egyesülnek azokkal. Az előbbi folyamat eredményeként létrejött zigóta aztán egy éretlen, sporulálatlan oocisztává érik, majd a bél nyálkahártyáján átjutva a bélsárba kerül. A teljes folyamat fajtól függően kb. 4–6 napig tart, azonban az oociszták több napig is ürülhetnek a bélsárral (78).

Minden egymást követő ciklussal növekszik a környezetben az oociszták száma (48, 78). Egyes fajok esetében – mint pl. az *E. necatrix* és az *E. tenella* – a maximális szöveti károsodás akkor következik be, amikor a második generációs skizonták merozoitákká „hasadnak”. Más fajoknak csak apró skizontái vannak, amelyek csupán enyhe károsodást okozhatnak, azonban ezek ivaros alakjai erős immunreakciót eredményezhetnek sejtes infiltrációval, ill. ödémásan duzzadt, gyulladás jeleit mutató szövetekkel (78).

Összefoglalva, az Eimeriák fejlődési folyamatát, a skizogónia nevű stádiumban a sporulált oocisztákból kiszabaduló sporozoiták bélsejtekbe történő penetrációját követően történik az ivartalan sokszorozódások sorozata. Az életciklus ivaros fázisában (gametogónia), bekövetkezik a megtermékenyülés, s annak eredményeként létrejön a zigótát tartalmazó oociszta és ez utóbbi a külvilágba ürül a bélsárral. A mindezek után lezajló sporogónia pedig az a folyamat, amely során az oociszták (a környezetben lévő szabad formák) sporulálódnak azért, hogy fertőzőképes alakokká váljanak.

A FERTŐZÖTTSÉG MEGÁLLAPÍTÁSA

Mindamellet, hogy az *Eimeria*-fajok nagy hányada jelentős gazdasági károkat okoz a nagyüzemi baromfitartásban, a betegséggel szembeni harcot az is nehezíti, hogy egyáltalában nem egyszerű a pontos körjelzés – főleg igaz ez a szubklinikai formában jelenlévő fertőzésekre (29).

A brojlercsirkék leggyakrabban 3–6 hetes életkorban betegszenek meg. A pulykák esetében kevésbé körülhatárolható a leginkább fogékony életkor, ugyanis úgy gondolják, hogy minden életkorban érzékenyek lehetnek a kokciidiózissal szemben, azonban a 6–8. élethét felett talán kevésbé (78).

A betegség körjelzésére számos lehetőség kínálkozik (29, 30, 53, 78). Léteznek gyakorlatias, terepen használható, ill. kevésbé gyakorlatias módszerek. A betegség klinikai tünetek alapján történő diagnosztizálása nem tekint-

A megbetegedésre jellemző a testtömeg-gyarapodás, a takarmány- és vízfelvétel csökkenése

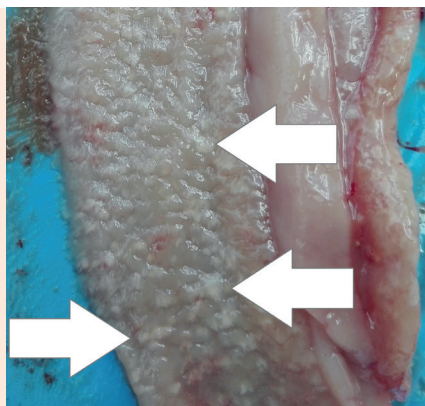
A legpatogénebb törzsek súlyos hasmenést és elhullást okoznak

Brojlercsirkékben a „károsodásértékelési rendszer” a gyakorlatban legjobban használható diagnosztikai módszer

hető biztos módszernek. Brojlercsirkéknél és -pulykáknál is jellemző a testtömeg-gyarapodás csökkenése és az általános, megbetegedésre utaló, nem specifikus klinikai tünetek, a takarmány- és vízfelvétel csökkenése (78). Brojlercsirkék esetében a madarak tollazata csapzottá válik, fodrozódik, a bélműködés renyhül, véres ürülék is megfigyelhető. A patogenitás mértéke a protozoon fajtól, a környezetben lévő fertőző állapotú (sporulált) oociszták számától, a madarak korától és az egyedi érzékenységtől is függ (78). A legpatogénebb törzsek súlyos hasmenést és az állományban az elhullás hirtelen megemelkedését okozhatják. A kevésbé virulens törzsek az állatok gyenge növekedési erélyét és a takarmányhasznosulás mértékének csökkenését idézik elő.

A kokcidiózis tünetei pulykáknál is hasonlóak a brojlercsirkéknél észlelhetőkhöz (19, 93): *Eimeria*-fajtól függően esetenként vízserű, nyálkás hasmenés, esetleg véres ürülék, továbbá csapzott tollazat, étvágytalanság, jelentős testtömegvesztés, lesoványodás némileg gyanút keltőek lehetnek (19, 78). Mivel pulykában a bélnyálkahártya kórtani elváltozásai gyorsan regenerálódnak, így az elváltozások boncolás során már gyakran nem vagy alig észlelhetők (78).

Brojlercsirkéknél a gyakorlatban legjobban használható módszer a JOHNSON és REID által kifejlesztett és 1970-ben leírt, úgynevezett „károsodásértékelési rendszer” („total mean lesion score” – TMLS) (29, 53). Ezt a technikát frissen kiírtott madarak vizsgálata esetén lehet alkalmazni, ugyanis a kokcidiózis által okozott bélnyálkahártya elváltozások makroszkópos értékelhetősége az elhullást követően rohamosan csökken (53, 78). Az állomány TMLS szerinti vizsgálatára a 28–35 napos életkor optimális. A fertőzés mértékének értékelésére pontos rendszerrel alkalmazunk, amelynél a 0 egészséges, károsodásmentes makroszkópos képet, a 4-es pedig a legnagyobb mértékű, a legsúlyosabb szemmel látható elváltozást jelzi. A TMLS manapság a legelterjedtebb technika brojlerállományok gyakorlati kokcidiózis-diagnosztikájában, és rendszeresen végezve, különösképpen hasznos az állományoknál alkalmazott kokcidiostatikus program hatékonyságának ellenőrzésére (2., 3. és 4. ábra).



2. ÁBRA. *E. acervulina* fertőzöttség brojlercsirkében

Világos, kerekded elváltozások a vékonybél nyálkahártyájában (duodenum) (nyilak)

FIGURE 2. Numerous white lesions in the opened duodenum (*E. acervulina*, broiler chicken) (arrows)



3. ÁBRA. *E. acervulina* fertőzöttség brojlercsirkében

A világos területek a vékonybél falon (duodenum) keresztül, a savóshártya felől is láthatók (nyilak)

FIGURE 3. Numerous white lesions in the duodenum (*E. acervulina*, broiler chicken) (arrows)



4. ÁBRA. *E. maxima* fertőzöttség brojlercsirkében

A savóshártya felől is látható kívülről tűszúrásnyi vérzések a vékonybélben (jejunum) (nyilak)

FIGURE 4. Small petechiae are visible from the serosal surface of the jejunum (*E. maxima*, broiler chicken) (arrows)

**A pulykák nyálkahártya-
elváltozásai kevésbé
látványosak, mint a
csirkéké**

**Az egyik legfontosabb
laboratóriumi
rutindiagnosztikai
módszer a
felszindúsítás**

A pulykák nyálkahártya-elváltozásai kevésbé látványosak, mint a csirkéké (78), így nagyon nehéz azok értékelése (49). Ennél fogva megbízható pontozásos módszer nem is használható pulykáknál (32).

Az egyik legfontosabb laboratóriumi rutindiagnosztikai módszer a felszindúsítás (29, 30, 78). Gyors és olcsó és a mai napig használják. A paraziták oocisztáinak számlálása is hasznos adatot szolgáltat a fertőzöttség mértékének megítélésékor (19, 78). Ez történhet a bélnyalkahártya-elváltozások, a nyálkahártya-kaparék vagy az ürülék mikroszkópos vizsgálata során is. A leggyakrabban a bélből kiszedett bélsár- vagy az istállóból összegyűjtött ürülminták pontosan lemért mennyiségében számolják meg az oocisztákat. Ilyen módon megkapják az ún. OPG (oociszta per gramm) számot. Többnyire a Bürker-kamrában történő véresejtszámoláshoz hasonló McMaster-módszert használják erre a célra. Ez egy rendkívül időigényes és éppen ezért költséges diagnosztikai módszer, ráadásul manapság megkérdőjelezi a tényleges hitelességét a fertőzés súlyosságának értékelése tekintetében. Ugyanis a bélsárban vagy az ürülékben található éppen aktuális oocisztaszám és a fertőzés állományra gyakorolt hatása között csekély összefüggést vélnek felfedezni (29).

Az oociszta-ürülési görbe a pulykák esetében a 4–6. élethétben tetőzik, majd ezt követően fokozatosan csökken (19, 68, 72). Csirkék bélsárában a legnagyobb oociszta-számot a 4–5. élethétben mérhetjük (111). Míg csirke esetében makroszkóposan is sok információt kaphatunk a bél elváltozásainak vizsgálatával a protozoonfajt illetően, addig pulykák esetében a nyálkahártya-elváltozások mikroszkópos vizsgálatával juthatunk csupán hasonló pontos információhoz. Az elváltozás bélbéli elhelyezkedése, ill. jellege alapján viszonylag jól megkülönböztethetőek az *Eimeria*-fajok (1. és 2. táblázat, 19, 54, 78, 93).

A kokcidiózis biokémiai és molekuláris diagnosztikájában az alábbi módszerek jöhetnek szóba: enzim-elektroforézis, southern blot analízis, impulzus mező gél elektroforézis és különféle PCR-technikák (29, 85). Hazánkban egyelőre csupán a tudományos területen, a kutatásban használják ezeket a módszereket, többek közt például a fejlesztés alatt álló vakcinák minőségének ellenőrzésére, de a gyakorlatban még nem terjedtek el. A széles körű alkalmazásukat a magas költségük jelentősen korlátozza.

Létezik egy viszonylag új, innovatív technika az *Eimeria*-fajok diagnosztizálására az oocisztáik morfológiai jellemzői alapján (43). Csirkére és nyúlra van kifejlesztve ez a program, amely az interneten is elérhető. Csirke esetében mind a 7 *Eimeria*-faj sporulált oocisztáiról található képek. E parazitafajok különböző morfológiai szempontok alapján vannak értékelve: alak, méret, szimmetria, belső struktúra. Lehetőségünk van képeket feltenni az általunk azonosíthatatlan oocisztákról és a program beazonosítja azokat nekünk. A program hátránya, hogy csupán a sporulált oociszták beazonosítására, felismerésére képes, így ez a diagnosztikai módszer csupán az istállóból gyűjtött minták vizsgálatára lehet alkalmas. Pulyka eredetű oociszták vizsgálatára ilyen módon egyelőre nincs lehetőség. Ezzel a módszerrel az adott kórtani esetben szerepet játszó parazitafajokat lehet meghatározni, de azok kórtani szerepét az adott járványtani esetben további módszerekkel kell ellenőrizni.

MEGELŐZÉS, KONTROLL, GYÓGYKEZELÉS – A KLASSZIKUS ÚT

A legfontosabb tényező a nagyüzemi baromfitartásban a telepek megfelelő járványvédelme. Csakúgy, mint minden fertőző megbetegedés esetén, így a kokcidiózisnál is elengedhetetlen az állományok közötti szervízperiódus megfelelő, hatékony kihasználása, a tisztítás és fertőtlenítés hatékony módon történő elvégzése és az előkészített istállóknál a megfelelő hosszúságú üresen

**Csirkék esetében a
sporulált oociszták
számítógépes program
segítségével is
azonosíthatók**

**A védekezés
legfontosabb
elemei a megfelelő
járványvédelem és
telepi higiénia**

állási idő megléte (19, 46, 92, 111). Sajnos manapság már több, közönséges fertőtlenítő szerrel szemben tapasztalható rezisztencia az *Eimeria*-fajok esetében is (78).

Számos megelőző és terápiás célra alkalmazható készítmény elérhető csirkék-nél és pulykánál. Az Európában használható, törzskönyvezett kokcidiózisellenes szereket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Alapvetően két fő megelőzési mód létezik a nagyüzemi baromfitartásban a kokcidiózissal szemben: a kemoprofilaxis és a vakcinázás (29).

3. TÁBLÁZAT. Az EU-ban jelenleg brojlercsirkénél és pulykánál használható kokcidiózis elleni készítmények (31, 46, 55)

TABLE 3. Authorized products against coccidiosis for broiler chickens and turkeys in the European Union (31, 46, 55)

Készítmény neve (Gyártó)	Hatóanyag	Madárfaj
Avatec (Zoetis)	Lazalocid-nátrium	Házityúk, Pulyka
Robenz (Zoetis)	Robenidin-hirdoklorid	Házityúk, Pulyka
Cygro (Zoetis)	Maduramicin-ammónium	Házityúk, Pulyka
Deccox (Zoetis)	Dekokvinát	Házityúk
Elancoban (Elanco)	Monenzin-nátrium	Házityúk, Pulyka
Maxiban (Elanco)	Narazin + Nicarbazin	Házityúk
Monteban (Elanco)	Narazin	Házityúk
Clinacox (Elanco)	Diklazuril	Házityúk, Pulyka
Coxiril (Huvepharma)	Diklazuril	Házityúk, Pulyka
Koffogran (Phibro)	Nikarbazin	Házityúk
Sacox (Huvepharma)	Szalinomicin-nátrium	Házityúk
Aviax (Phibro)	Szendumamicin	Házityúk
Stenorol (Huvepharma)	Halofuginon	Házityúk, Pulyka
Coxidin (Huvepharma)	Monenzin-nátrium	Házityúk, Pulyka

A legtöbb kokcidium elleni profilaktikus terméket takarmányba keverhető formában használják

A kokcidiózis elleni kemoterápiás készítményeken belül két csoportot különíthetünk el (19, 48, 94): a kokcidiostatikumok gátolják, mérséklék a kokcidiózist az egyedben/állományban, azonban nem ölik meg a protozoont, szemben a kokcidiocid hatóanyagokkal. A legtöbb kokcidium elleni profilaktikus terméket takarmányba keverhető formában használják mind brojlercsirkék, mind pulykák esetében (19, 29, 48, 93, 94).

A szintetikus készítmények, az ún. „kémiai” szerek voltak az első olyan hatóanyagok, amelyeket a kokcidiózis kezelésére, majd később megelőző jelleggel használtak a nagyüzemi baromfitartásban (29). Az 1940-es évek végén, a szulfakvinoxalin volt az első hatóanyag, amelyet takarmányba keverve, kis adagban, folyamatos etetéssel alkalmaztak (18, 20, 29). A legtöbb kémiai termék már nincsen a piacon. Ennek oka pedig nem más, mint a gyors szelekció a kémiai hatóanyagokra rezisztens kokcidiumok között (29, 48, 111).

A legszélesebb körben használt kokcidiumellenes hatóanyagok az ionofór antibiotikumok

A legszélesebb körben használt kokcidiumellenes hatóanyagok mind az USA-ban, mind Európában az ionofór antibiotikumok. Az első hatóanyag ebből a csoportból, a monenzin az 1970-es években került leírásra (29, 46). Ezek a készítmények is – csakúgy mint a kémiai szerek – „cid” hatású vegyületek. A kokcidium fejlődési alakok közül elsősorban a sporozoitákra, merozoitákra és az első generációs skizontákra a leghatékonyabbak. Az ionofórok mai napig fennálló hatékonysága a sajátos hatásmechanizmusukban rejlik (46). Ezek a hatóanyagok huzamosabb ideig maradnak a piacon, mert lassabb az ellenük kifejlődő rezisztencia folyamata. Sajnos azonban a sok éven át való használat során lassan az ionofórok ellen is kifejlődtek a rezisztenciamechanizmusok (40).

A rezisztencia megelőzésére a különféle hatóanyagokat meghatározott programok szerint váltogatják

A rezisztencia kifejlődése, megelőzése, ill. minél későbbi időben történő megjelenése céljából a különféle hatóanyagokat meghatározott programok szerint váltogatják. Ugyanis a hatóanyag-rezisztens törzsek megjelenése – különösképpen a sokáig használt szerek esetében – valós probléma (78, 94, 111). Az ún. „shuttle” program során egy állományon belül, az előneveléstől az utónevelésig, a vágóhídra szállítás előtt megfelelő várakozási időt hagyva, különböző hatóanyagokat váltva használnak, míg az ún. „switching” vagy rotációs programokban a különböző hatóanyagokat nem egy állományon belül, hanem állományok között váltva alkalmazzák – avagy szezonálisan, pl. félévente lecserélve az adott szert egy másikra (29, 78, 94, 111).

A kémiai szereket szokták még esetleg is alkalmazni, ún. „mosatási” programban, amely alkalmával a protozoon-fertőzéses nyomást igyekeznek csökkenteni az esetleg használt kémiai, kokcidocid szerrel (29). A program szerint pl., ütemezett módon használt két ionofór kokcidiosztatikum alkalmazási fázis között beiktatnak egy kémiai készítményt. Manapság már kevésbé elterjedt, de régebben bevett szokás volt az ún. „full” program, amely során egyetlen kémiai hatóanyagot használtak tartósabb ideig egy állománynál (29). A rezisztencia ezen szerekkel szembeni gyors kifejlődése miatt manapság már ésszerűtlen lenne a kémiai termékek ilyen módon történő alkalmazása.

Sajnos azonban a shuttle, ill. a switch programok használatával sem lehetséges a rezisztencia kialakulásának teljes elkerülése (71, 94). A 4. táblázatban látható néhány kémiai, ill. ionofór hatóanyag első alkalmazásának ideje, továbbá, hogy mikor került sor az adott hatóanyaggal szembeni első rezisztencia megjelenésére.

4. TÁBLÁZAT. A kokcidiózis elleni készítményekkel szembeni rezisztencia kialakulásának ideje, feltüntetve az elsőnek leírt rezisztens *Eimeria*-fajt is (17, 31, 91)

TABLE 4. The time of the appearance of resistance against the coccidiostats – including the first resistant *Eimeria* species against each drug (17, 31, 91)

Hatóanyag	Első alkalmazás (év)	Rezisztencia megjelenése (év)	Rezisztens <i>Eimeria</i> -faj
Szulfakvinoxalin	1948	1954	<i>E. tenella</i>
Nikarbazin	1955	1964	<i>E. tenella</i>
Amprólium	1960	1964	<i>E. tenella</i>
Klolidol	1966	1969	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>
Dekokvinát	1967	1970	<i>E. tenella</i>
Monenzin	1971	1974	<i>E. maxima</i>
Robenidin	1972	1974	<i>E. maxima</i>
Halofuginon	1975	1986	<i>E. acervulina</i> , <i>E. tenella</i>
Lazalocid	1976	1977	<i>E. acervulina</i>
Arprinocid	1980	1982	<i>E. tenella</i>
Szalinomicin	1983	1986	több faj
Narazín	1986	1986	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>
Diklazuril	1989	1994	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>

ALTERNATÍV VÉDEKEZÉSI MÓDOK – JÖVŐBENI LEHETŐSÉGEK

VAKCINÁK

A hatóanyagokkal szembeni mind gyakoribb rezisztencia, az új hatóanyagok hiánya, a pulykák ionofórmérgezés iránti érzékenysége, ill. a fogyasztói nyomás, miszerint antibiotikum-mentes nevelést alkalmazzanak a nagyüzemi telepeken,

A vakcinák fejlesztése egyelőre a brojlercsirkéknél előrehaladottabb

Az élő, attenuált kokcidiumvakcinák nem károsítják olyan mértékben a madár bélrendszerét, mint a vad törzsek, de emiatt kevésbé immunogének

Az alegységvakcinák különböző protektív antigénekből állnak

a baromfiipart nagyon nehéz helyzetbe kényszeríti. Ezek a tényezők hívják életre az alternatív védekezési, megelőzési módszerek kifejlesztését.

A vakcinák fejlesztése egyelőre a brojlercsirkéknél előrehaladottabb, és gyakorlati tapasztalatok is nagyobb számban állnak rendelkezésre, mint pulykák esetében.

Az 1950-es és '60-as években kerültek kifejlesztésre az első kokcidiózis elleni vakcinák brojlercsirkékre és -pulyákra (1, 19, 35, 36, 48, 81, 117). Az első vakcinák a piacon nem gyengített, vad törzseket tartalmaztak. Ezek használata jár a legnagyobb kockázattal, hiszen az élő, virulens parazitával történő immunizálás magában hordozza a betegség tényleges kifejlődését, egy fertőzés kirobbanását (1, 21, 94). Így ezeket a vakcinákat csak kémiai szerekkel együtt alkalmazva javasolják használni, hogy „kordában tartható” maradjon a vakcina hatása (94). Azonban manapság már nem javasolt a gyakorlatban ilyen módon való alkalmazásuk, hiszen elérhetőek fejlettebb eljárások is az oociszták immunizálás céljából történő állományba juttatására (94, 117).

A gyengített, vagyis attenuált, élő kokcidiumvakcinák az előbbi, nem attenuált törzsekkel szemben kevésbé jó antigének, de nem károsítják olyan mértékben a madár bélrendszerét, mint az előbbieket és az attenuálás következtében sokkal biztonságosabban használhatók (1, 48). Ugyanakkor ez jelenti a hátrányukat is, mert a mesterségesen csökkentett virulencia miatt nem eléggé immunogének ahhoz, hogy egy komolyabb patogén *Eimeria*-terheléssel szemben az állományt meg tudják védeni (1, 116). Pulykára egyelőre nincs gyakorlatban használt attenuált, élő parazitát tartalmazó vakcina, bár vannak próbálkozások erre irányulóan (19, 69, 110).

Kutatások tárgyát képezi olyan, élő kokcidiumokat tartalmazó vakcinák kifejlesztése, amelyek az ionofór kokcidiosztatikumokkal szemben toleranciát mutatnak. Ezeknek megvan az előnyös tulajdonságuk, hogy ionofórok alkalmazása mellett a vakcinában lévő paraziták nem szenvednek károsodást, az állományban jelenlévő vad törzsekre viszont hatnak a szerek. Ez a lehetőség mutatja egyébként nagy hátrányukat is. Kockázatos lehet ugyanis az alkalmazásuk, ha a vakcinában lévő fajok nem várt módon visszaalakulnak patogénebb formává (65).

Történetek ugyanakkor kísérletek arra is, hogy a vakcina éppen az ionofór antibiotikumra érzékeny *Eimeria*-törzsekből álljon. Ezzel megvan az elméleti lehetőség arra, hogy a környezetben található, bizonyos ionofór hatóanyagra rezisztens vad törzs is visszaszoruljon és a vakcinatörzs is eltűnjön az állományból az ionofór gyógyszer alkalmazása után. Ezzel az eljárással mindig hatékony marad az adott ionofór kokcidiosztatikum (17, 19, 21, 22, 73).

A jelenleg a leginnovatívabbnak tartott csoport a nem élő egysejtűeket, hanem csak azok fehérjéit tartalmazó, úgynevezett alegységvakcinák csoportja, amelyek különböző protektív antigénekből állnak. Az ilyen vakcinák különböző módszerekkel állíthatók elő, és az *Eimeriák* különféle antigénjeit vagy a parazita különböző fejlődési stádiumainak (sporozoiták, merozoiták és gameták) DNS-éből expresszált rekombináns fehérjéket tartalmazhatnak (92).

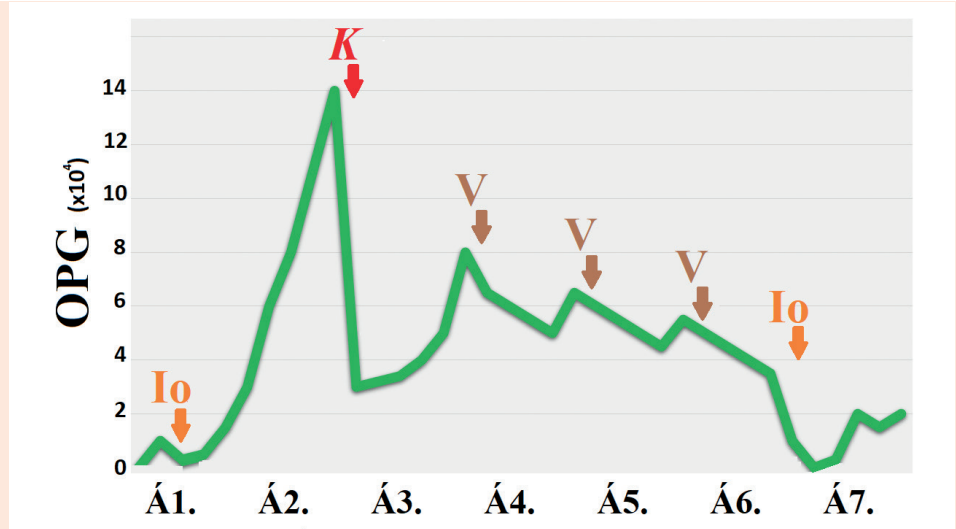
Az *Eimeria maxima* gametocitájából tisztított fehérjét tartalmazó alegységvakcina volt az első a piacon (51). Ez a vakcina gátolja az oociszták kifejlődését. Azonban mivel az ilyen típusú antigén hatása meglehetősen bonyolult és specifikus, a védettség nem kielégítő (kb. 53%-os) egy esetleges *Eimeria*-fertőzéssel szemben (1, 101, 114).

A különböző aszexuális fejlődési alakok ígéretesebbnek bizonyulnak alegységvakcinaként (82). Ezeket a fehérjéket vagy szekretálják a sporozoita bizonyos részei vagy pedig a sporozoita vagy a merozoita fejlődési alakok felületén helyezkednek el (1). Más kutatás azt erősíti meg, hogy a sporozoita-, ill. merozoita-antigének hatékonyabbak a gametocita-antigéneknél a kokcidiózis elleni védelemben (104).

Mind pulykáknál, mind pedig brojlercsirkéknél a jövő valószínűleg az lehet, hogy a rotációs programok alkalmazásával, a vakcinázást és a hatékony kokcidiumellenes hatóanyagokat váltakozva alkalmazva – ideértve a mosatást is – lehet majd eredményesen védekezni a kokcidiózis ellen (5. ábra, 19, 31).

5. ÁBRA. Egy példa a kokcidiózis elleni vakcinás védekezés és a kokcidiumellenes szerek programszerű kombinálására ugyanazon istálló egymást követő állományai esetében (19, 31)

FIGURE 5. A sample for the combination of vaccination and coccidiostats against coccidiosis from flock to flock in the same barn (19, 31)



OPG: grammonkénti oociszta-mennyiség a bélsárban; Io: ionofór készítmény; K: kémiai készítmény; V: vakcinázás; Á: állományok

**Jelentős
a tudományos
érdeklődés a
természetes
kokcidiumellenes
szerek iránt**

TERMÉSZETES KÉSZÍTMÉNYEK

Jelenleg nagy a tudományos érdeklődés a különféle kokcidiózis elleni, természetes anyagokat tartalmazó termékkel kapcsolatos kutatások irányába. Ezek különféle gombákból vagy növényekből származó kivonatok, pre- és probiotikumok, zsírok, antioxidánsok, esszenciális olajok, immunmodulátorok.

Mindezen fenti készítményeket nem egyedülállóként, hanem elsősorban takarmánykiegészítésként használják.

A különféle, lenmagból és halolajból származó zsírsavak *E. tenella* elleni jótékony hatásáról már készültek tanulmányok (4, 5, 119). A kutatás arra is rávilágított, hogy *E. maxima* ellen nem nyújtanak védelmet a kísérletben vizsgált zsírsavak. Pulykában lévő *Eimeria*-fajokra egyelőre ilyen vizsgálat nem került publikálásra.

A különféle gyümölcsökből és növényekből származó antioxidánsok, mint pl. az E-vitamin, kokcidiózis elleni jótékony hatását is leírták már. Ezekben a kísérletekben többek közt gránátalma, rozmaring, szurokfű (oregánó), kurkuma és zöld tea kokcidiózis elleni hatását is vizsgálták baromfiban (6, 33, 50, 58).

Az artemisinin nevű, egynyári ürömből származó növényi kivonattal is történetek már vizsgálatok brojlercsirkékben, amelyek során pozitív hatást írtak le *E. tenellával* szemben (7, 88, 115). Változó eredmények születtek *E. acervulinával* szemben (7, 9), de negatív eredménnyel zárult az *E. maximával* szembeni vizsgálat a kokcidiózis tekintetében (7, 9). Az artemisinin pulykák *Eimeria*-fajaira gyakorolt hatásáról mindeztáig nem közöltek tanulmányt.

Szintén csirkéken vizsgálták a többek között cukorrépbából kivonható betain nevű alkaloidot. Az ilyen jellegű tanulmányok az *E. acervulinával* és/vagy *E. tenellával* és/vagy *E. maximával* fertőzött csirkékben változó eredményekről számoltak be (10, 11, 60). A legnagyobb gond a betainnal kapcsolatban talán az, hogy a bizonyított sejtvédő hatása nem korlátozódik csupán a bélhámsejtekre, hanem az *Eimeria* aszexuális alakjaira is kedvező hatással van. Vizsgálták még a betain ionofór-erősítő hatását is, amely kísérletek szintén, változó, olykor ellentmondásos eredményeket hoztak (39, 74, 113).

A citromfű és szerves sav alapú készítménnyel végzett vizsgálatok mérsékelt eredményeket hoztak brojlercsirkék különböző *Eimeria*-fajaival kapcsolatosan (108, 109). Ürömből, kakukkfűből, teafából és szegfűszegből származó esszenciális olajokkal végzett vizsgálat az *Eimeria*-oociszták károsításáról számol be az esszenciális olajokkal történő három óráig tartó érintkezés hatására (95). Érdeemes megjegyezni, hogy az ilyen készítmények széles körű elterjedését, használatát a gazdasági tényezők jelentősen korlátozhatják (94).

A bíbor kasvirág (*Echinacea purpurea*) immunmoduláló hatása révén képezi a kokcidiumellenes növényi kivonatokkal kapcsolatos vizsgálódások tárgyát (3, 15, 23, 98, 105, 107).

Ezen kívül még számos gyógynövénnyel, azok kivonatával kapcsolatban közöltek már tanulmányokat (52, 56, 59, 66, 80, 87, 89). Az ismertebbnek mondható oregánóval kapcsolatban fellelhető tanulmányok is változó sikerekről számolnak be a kokcidiózissal szemben (42, 90). Megemlíthetők még a gombákkal és azok kivonataival kapcsolatos vizsgálódások is (28, 44, 45).

Számos egyéb növényt vagy növényi kivonattal kapcsolatban is közöltek már tudományos eredményeket, azonban jó párat ezek közül egyelőre csupán egyetlen írásban dokumentáltak és nem ismételték meg őket. Széles körű felhasználásuk a nagyüzemi baromfitartásban egyelőre nem mutatkozik, bár számos termék jelen van már a piacon (92, 94).

Az említetteken kívül vizsgálják pre-, ill. probiotikumok (a legtöbb növény és növényi kivonat prebiotikum) kokcidiózis elleni hatékonyságát is az immunmoduláló hatásukon keresztül (2, 3, 8, 12, 13, 25, 26, 27, 34, 37, 38, 61, 62, 63, 64, 70, 76, 96, 99, 100, 106). Az eredmények változóak és a pulykáról egyelőre még nem szólnak kutatások.

MEGVITATÁS

A pulykák és csirkék kokcidiózisa a nagyüzemi baromfitartás egyik leggyakoribb megbetegedése

A pulykák és csirkék kokcidiózisa minden országban előfordul, ahol intenzív körülmények között tartanak baromfit. A nagyüzemi baromfitartás egyik leggyakoribb megbetegedése, akár jelentős elhullással is járhat, de manapság sokkal nagyobb a megbetegedés szubklinikai formája következtében kialakuló jelentős gazdasági veszteség, amely a súlygyarapodás elmaradásában, ill. a fajlagos takarmányfelhasználás növekedésében nyilvánulhat meg. Éppen ezért – továbbá a kokcidiumellenes szerekkel szembeni mind nagyobb mértékű rezisztencia miatt – az ellene való hatékony védekezés, az alternatív – „fogyasztóbarát” – megoldások, vakcinák fejlesztése, ill. a növényi alapú immunstimuláns készítmények kutatása gyakorlati jelentőséggel bír.

IRODALOM

1. AHMAD, T. A. – EL-SAYED, B. A. – EL-SAYED, L. H.: Development of immunization trials against *Eimeria* spp. *Trials Vaccinol.*, 2016. 5. 38–47.
2. AKHTAR, M. – TARIQ, A. F. et al.: Studies on wheat bran Arabinoxylan for its immunostimulatory and protective effects against avian coccidiosis. *Carboh. Polym.*, 2012. 90. 333–339.
3. ALLEN, P. C.: Dietary supplementation with *Echinacea* and development of immunity to challenge infection with coccidia. *Parasitol. Res.*, 2003. 91. 74–78.
4. ALLEN, P. C. – DANFORTH, H. D. – LEVANDER, O. A.: Diets High in n-3 Fatty Acids Reduce Cecal Lesion Scores in Chickens Infected with *Eimeria tenella*. *Poult. Sci.*, 1996. 75. 179–185.
5. ALLEN, P. C. – DANFORTH, H. D. – LEVANDER, O. A.: Interaction of Dietary Flaxseed with *Coccidia* Infections in Chickens. *Poult. Sci.*, 1997. 76. 822–827.
6. ALLEN, P. C. – DANFORTH, H. D. – AUGUSTINE, P. C.: Dietary modulation of avian coccidiosis. *Internat. J. Parasitol.*, 1998. 28. 1131–1140.
7. ALLEN, P. C. – LYDON, J. – DANFORTH, H. D.: Effects of Components of *Artemisia annua* on *Coccidia* Infections in Chickens. *Poult. Sci.*, 1997. 76. 1156–1163.
8. ALMEIDA, G. – THAMSBORG, S. et al.: The effects of combining *Artemisia annua* and *Curcuma longa* ethanolic extracts in broilers challenged with infective oocysts of *Eimeria acervulina* and *E. maxima*. *Parasitology*, 2014. 141. 347–355.

9. ARAB, H.-A. – RAHBARI, S. et al.: Determination of artemisinin in *Artemisia sieberi* and anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Tropic. Anim. Health Prod.*, 2006. 38. 497–503.
10. AUGUSTINE, P. C. – DANFORTH, H. D.: Influence of Betaine and Salinomycin on Intestinal Absorption of Methionine and Glucose and on the Ultrastructure of Intestinal Cells and Parasite Developmental Stages in Chicks Infected with *Eimeria acervulina*. *Avian Dis.*, 1999. 43. 89–97.
11. AUGUSTINE, P. C. – McNAUGHTON, J. L. et al.: Effect of Betaine on the Growth Performance of Chicks Inoculated with Mixed Cultures of Avian *Eimeria* Species and on Invasion and Development of *Eimeria tenella* and *Eimeria acervulina* in Vitro and in Vivo. *Poult. Sci.*, 1997. 76. 802–809.
12. BERA, A. – BHATTACHARYA, D. et al.: Effect of heat killed *Mycobacterium phlei* on body weight gain and management of caecal coccidiosis in broiler chickens. *Res. Vet. Sci.*, 2010. 89. 196–199.
13. BOZKURT, M. – AYSUL, N. et al.: Efficacy of in-feed preparations of an anticoccidial, multienzyme, prebiotic, probiotic, and herbal essential oil mixture in healthy and *Eimeria* spp.-infected broilers. *Poult. Sci.*, 2014. 93. 389–399.
14. BRAUNIUS, W. W.: Incidence of *Eimeria* species in broilers in relation to the use of anticoccidial drugs. In: *Proceedings of the Georgia Coccidiosis Conference*; 1985; Athens, GA. University of Georgia: Athens, GA, 1986. 409–414.
15. BURGER, R. A. – TORRES, A. R. et al.: Echinacea-induced cytokine induction by human macrophages. *Int. J. Immunopharmacol.*, 1997. 19. 371–379.
16. BULLIS, K. L.: Incidence of turkey diseases: A study of diagnostic records. *Vet. Stud. Iowa Sta. Coll.*, 1945. 8. 32–33.
17. CHAPMAN, H. D.: Sensitivity of Field Isolates of *Eimeria* to Monensin Following the Use of a Coccidiosis Vaccine in Broiler Chickens. *Poultry Sci.*, 1994. 73. 476–478.
18. CHAPMAN, H. D.: Origins of Coccidiosis Research in the Fowl – The First Fifty Years. *Avian Dis.*, 2003. 47. 1–20.
19. CHAPMAN, H. D.: Coccidiosis in the turkey. *Avian Pathol.*, 2008. 37. 205–223.
20. CHAPMAN, H. D.: A landmark contribution to poultry science—Prophylactic control of coccidiosis in poultry. *Poultry Sci.*, 2009. 88. 813–815.
21. CHAPMAN, H. D. – CHERRY, T. E. et al.: Sustainable coccidiosis control in poultry production: The role of live vaccines. *Int. J. Parasit.*, 2002. 32. 617–629.
22. CHAPMAN, H. D. – RATHINAM, T.: Sensitivity of Field Isolates of *Eimeria* to Monensin in the Turkey. *Avian Dis.*, 2007. 51. 954–957.
23. CURRIER, N. – MILLER, S.: Echinacea purpurea and Melatonin Augment Natural-Killer Cells in Leukemic Mice and Prolong Life Span. *J. Altern. Complem. Med.*, 2001. 7. 241–251.
24. DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H.: Poultry coccidiosis: Recent advancements in control measures and vaccine development. *Exp. Rev. Vacc.*, 2006. 5. 143–163.
25. DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H. et al.: Intestinal Immunomodulation by Vitamin A Deficiency and Lactobacillus-Based Probiotic in *Eimeria acervulina*-Infected Broiler Chickens. *Avian Dis.*, 2003. 47. 1313–1320.
26. DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H. et al.: Enhanced mucosal immunity against *Eimeria acervulina* in broilers fed a Lactobacillus-based probiotic. *Poult. Sci.*, 2003. 82. 62–66.
27. DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H. et al.: Induction of local protective immunity to *Eimeria acervulina* by a Lactobacillus-based probiotic. *Comp. Immun. Microb. Infec. Dis.*, 2005. 28. 351–361.
28. DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H. S. et al.: Immunopotentiating effect of a Fomitella fraxinea-derived lectin on chicken immunity and resistance to coccidiosis. *Poult. Sci.*, 2006. 85. 446–451.
29. DE GUSSEM, M.: Coccidiosis in poultry: review on diagnosis, control, prevention and interaction with overall gut health. In: *16th European Symposium on Poultry Nutrition* (Strasbourg, France) 2007.
30. DEHAECK, B.: Coccidiosis diagnosis and monitoring. At: *Huvepharma Gut Health Workshop & Seminarium*, Ghent, Belgium, 2018.
31. DEHAECK, B.: Controlling coccidiosis with coccidiostats. At: *Huvepharma Gut Health Workshop & Seminarium*, Ghent, Belgium, 2018.
32. DEHAECK, B.: Turkey coccidiosis. At: *Huvepharma Gut Health Workshop & Seminarium*, Ghent, Belgium, 2018.
33. DKHIL, M.: Anti-coccidial, anthelmintic and antioxidant activities of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract. *Parasitol. Res.*, 2013. 112. 2639–2646.
34. DUFFY, C. F. – MATHIS, G. – POWER, R. F.: Effects of Natustat (TM) supplementation efficiency and intestinal lesion scores on performance, feed in broiler chickens challenged with *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*. *Vet. Parasitol.*, 2005. 130. 185–190.
35. EDGAR, S. A. – BOND, D. S.: Now – a vaccine for coccidiosis in turkeys. *Highl. Agri. Res.*, 1960. 7. 14.
36. EDGAR, S. A. – KING, D. E.: Breeding and immunizing chickens for resistance to coccidiosis. 62nd and 63rd Annu. rep. Alabama Agr. Exp. Stat., 1952. 36–37.
37. ELMUSHARAF, M. A. – BAUTISTA, V. et al.: Effect of a Mannanoligosaccharide Preparation on *Eimeria tenella* Infection in Broiler Chickens. *Int. J. Poultry Sci.*, 2006. 5. 583–588.
38. ELMUSHARAF, M. A. – PEEK, H. W. et al.: The effect of an in-feed mannanoligosaccharide preparation (MOS) on a coccidiosis infection in broilers. *Anim. Fe. Sci. Techn.*, 2007. 134. 347–354.
39. FETTERER, R. – AUGUSTINE, P. C. et al.: The effect of dietary betaine on intestinal and plasma levels of betaine in uninfected and coccidia-infected broiler chicks. *Parasitol. Res.*, 2003. 90. 343–348.
40. GÁLFI P. – CSIKÓ GY. – JERZSELE Á.: Ionofor coccidiumellenes szerek. In: GÁLFI P. – CSIKÓ GY. – JERZSELE Á.: *Állatorvosi gyógyszer-tan III.* Biró Family Nyomda és Könyvkiadó, Budapest, Magyarország, 2012. 293–299.
41. GERHOLD, R. W.: Coccidiosis. In: AIELLO, S. E. (ed): *The Merck Veterinary Manual* 11th ed. Merck & Co., Inc., Kenilworth, USA, 2016. 2791–2797.
42. GIANNENAS, I. – FLOROU-PANERI, P. et al.: Dietary oregano essential oil supplementation on performance of broilers challenged with *Eimeria tenella*. *Arch. Tierernährung*, 2003. 57. 99–106.
43. GRUBER, A. – CASTAÑÓN, C. A. B.: Digital Image Analysis in the Diagnosis of Chicken Coccidiosis. <http://www.coccidia.icb.usp.br>
44. GUO, F. C. – KWAKKEL, R. et al.: Effects of Mushroom and Herb Polysaccharides on Cellular and Humoral Immune Responses of *Eimeria tenella*-Infected Chickens. *Poult. Sci.*, 2004. 83. 1124–1132.

45. GUO, F. C. – KWAKKEL, R. et al.: Coccidiosis Immunization: Effects of Mushroom and Herb Polysaccharides on Immune Responses of Chickens Infected with *Eimeria tenella*. *Avian Dis.*, 2005. 49. 70–73.
46. HAFEZ, H. M.: Poultry coccidiosis: prevention and control approaches. *Arch. Geflügelk.*, 2008. 72. 2–7.
47. HINSHAW, W. R.: Diseases of turkeys. *Calif. Agr. Exp. Sta. B.* 1937. 613.
48. HORVÁTH-PAPP I.: *Practical guide to broiler health management*. Betűvet Ltd. Budapest, Magyarország, 2008. 259–283.
49. IRION, T. C.: Diagnosis of Turkey Coccidiosis: Clinical Signs and lesion scoring. In: HAFEZ, H. M. – MAZAHERI (eds.): *Proceedings of the 2nd International Symposium on Turkey diseases*. Berlin, Germany, 1999. 155–158.
50. JANG, S. I. – JUN, M. H. et al.: Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. *Vet. Parasitol.*, 2007. 15. 144. 172–175.
51. JENKINS, M. C.: Advances and prospects for subunit vaccines against protozoa of veterinary importance. *Vet. Parasitol.*, 2001. 101. 291–310.
52. JEONG YOUN, H. – NOH, J. W.: Screening of the anticoccidial effects of herb extracts against *Eimeria tenella*. *Vet. Parasitol.*, 2001. 96. 257–263.
53. JOHNSON, J. – REID, W. M.: Anticoccidial Drugs: Lesion Scoring techniques in Battery and Floor-Pen Experiments with Chickens. *Exp. Parasitol.* 1970. 28. 30–36.
54. JOYNER, L. P.: The identification and diagnosis of avian coccidiosis. In: LONG, P. L. – BOORMAN, K. N. – FREEMAN, B. M. (eds.): *Avian Coccidiosis. Proc. 13th Poult. Sci. Symposium*. British Poultry Science Ltd., Edinburgh, UK. 1978. 29–49.
55. JUHÁSZ A.: Az Európai Unióban engedélyezett, baromfi kokcidiózis elleni vakcinák és gyógyszerek. *Állatorvostudományi Egyetem*. 2018.
56. KABOUTARI, J. – ARAB, H.-A. et al.: Prophylactic and therapeutic effects of a novel granulated formulation of *Artemisia* extract on broiler coccidiosis. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2014. 46. 43–48.
57. KARASSZON D. – TÓTH J.: Pulykakoccidiosis. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 1957. 12. 45–46.
58. KARRE, L. – LOPEZ, K. – GETTY, K. J. K.: Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci.*, 2013. 94. 220–227.
59. KHEIRABADI, K. P. – KATADJ, J. K. et al.: Comparison of the anticoccidial effect of granulated extract of *Artemisia sieberi* with monensin in experimental coccidiosis in broiler chickens. *Exper. Parasitol.*, 2014. 141. 129–133.
60. KUNIN, C. – RUDY, J.: Effect of NaCl-induced osmotic stress on intracellular concentrations of glycine betaine and potassium in *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, and *Staphylococci*. *J. Lab. Clin. Med.*, 1991. 118. 217–224.
61. LEE, S. – LILLEHOJ, H. S. et al.: Effects of *Pediococcus*- and *Saccharomyces*-based probiotic (MitoMax) on coccidiosis in broiler chickens. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 2007. 30. 261–268.
62. LEE, S. H. – LILLEHOJ, H. et al.: Influence of *Pediococcus*-based probiotic on coccidiosis in broiler chickens. *Poult. Sci.*: 2007. 86. 63–66.
63. LEE, S. H. – LILLEHOJ, H. S. et al.: Immunomodulatory properties of dietary plum on coccidiosis. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 2008. 31. 389–402.
64. LEE, S. H. – LILLEHOJ, H. et al.: Effect of Dietary Curcuma, Capsicum, and Lentinus, on Enhancing Local Immunity against *Eimeria acervulina* Infection. *J. Poult. Sci.*, 2010. 47. 89–95.
65. LI, J. – ZHENG, J. et al.: Efficacy of *Eimeria tenella* rhomboid-like protein as subunit vaccine in protective immunity against homologous challenge. *Parasitol. Res.*, 2011. 110. 1139–1145.
66. LILLEHOJ, H. et al.: Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. *BMC Proceedings*, 2011. 5. (Suppl 4) S34.
67. LITJENS, J. B.: The relationship between coccidiosis and the use of anticoccidials in broilers in the southern part of the Netherlands. In: *Proceedings of Georgia Coccidiosis Conference*; 1985; Athens, GA. 1986. 442–448.
68. LONG, P. L. – MILLARD, B. J.: Coccidiosis in turkeys: Evaluation of infection by the examination of turkey broiler litter for oocysts. *Avian Pathol.*, 1977. 6. 227–233.
69. LOPEZ, J. C.: Global Hatchery Specialist, Hendrix Genetics, 2018. szóbeli közlés
70. MANSOORI, B. – MODIRSANEI, M.: Effects of dietary tannic acid and vaccination on the course of coccidiosis in experimentally challenged broiler chicken. *Vet. Parasitol.*, 2012. 187. 119–122.
71. MARTIN, A. G. – DANFORTH, H. D. et al.: Analysis of immunological cross-protection and sensitivities to anticoccidial drugs among five geographical and temporal strains of *Eimeria maxima*. *Int. J. Parasitol.*, 1997. 27. 527–533.
72. MATHIS, G. F.: Epidemiology of coccidia isolated from turkey farms on an amprolium anticoccidial program. *Poultry Sci.*, 1989. 68. (Suppl. 1) 90.
73. MATHIS, G. F.: Examination of the restoration of sensitivity to Clinacox by using Coccivac-B. In: *Proceedings of the 13th Congress of the Worlds Veterinary Poultry Association*, Denver, CO, USA. 2003. 211.
74. MATTHEWS, J. O. – WARD, T. – SOUTHERN, L.: Interactive Effects of Betaine and Monensin in Uninfected and *Eimeria acervulina*-Infected Chicks. *Poultry Sci.*, 1997. 76. 1014–1019.
75. MATTIELLO, R. – BOVIEZ, J. D. – McDUGALD, L. R.: *Eimeria brunetti* and *E. necatrix* in chickens of Argentina and confirmation of seven species of *Eimeria*. *Avian Dis.*, 2000. 44. 711–714.
76. McCANN, M. E. E. – NEWELL, E. et al.: The Use of Mannan-Oligosaccharides and/or Tannin in Broiler Diets. *J. Poult. Sci.*, 2006. 5. 873–879.
77. McDUGALD, L. R. – DA SILVA, J. M. L. et al.: A Survey of Sensitivity to Anticoccidial Drugs in 60 Isolates of *Coccidia* from Broiler Chickens in Brazil and Argentina. *Avian Dis.*, 1987. 31. 287–292.
78. McDUGALD, L. R. – FITZ-COY, S. H.: Coccidiosis. In: SWAYNE, D. E. (ed.): *Diseases of Poultry*, 13th ed. Wiley-Blackwell Publishing, Ames, USA, 2013. 1148–1166.
79. McDUGALD, L. R. – FULLER, A. – MATTIELLO, R. A.: A Survey of *Coccidia* on 43 Poultry Farms in Argentina. *Avian Dis.*, 1997. 41. 923–929.
80. MICHELS, M. G. – BERTOLINI, L. C. T. et al.: Anticoccidial effects of coumestans from *Eclipta alba* for sustainable control of *Eimeria tenella* parasitosis in poultry production. *Vet. Parasitol.*, 2010. 177. 55–60.
81. MILBRADT, E. – MENDES, A. A. et al.: Use of live oocyst vaccine in the control of turkey coccidiosis: Effect on performance and intestinal morphology. *J. App. Poult. Res.*, 2014. 23. 204–211.

82. MIN, W. – DALLOUL, R. A. – LILLEHOJ, H.: Application of biotechnological tools for coccidia vaccine development. *J. Vet. Sci.*, 2005. 5. 279–288.
83. MOORE, E. N.: Diseases of turkeys in New York. *Cornell Vet.*, 1947. 37. 112–120.
84. MOORE, E. N.: Sulfaquinoxaline as a treatment for coccidiosis in turkeys. *Cornell Vet.*, 1949. 39. 229.
85. MORRIS, G. M. – GASSER, R. B.: Biotechnological advances in the diagnosis of avian coccidiosis and the analysis of genetic variation in *Eimeria*. *Biotechnol. Adv.*, 2006. 24. 590–603.
86. NÉMET Z. L. – MAGYAR K. GY. – ALBERT M.: Degeneratív izomszöveti elváltozások oktanának vizsgálata nagyüzemi broilercsirke-állományban. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2019. 141. 597–606.
87. NWEZE, N. E. – OBIWULU, I. S.: Anticoccidial effects of *Ageratum conyzoides*. *J. Ethnopharmacol.*, 2008. 122. 6–9.
88. OH, H. G. – YOUN, H. G. et al.: Anticoccidial effects of artemisin on the *Eimeria tenella*. *Korean J. Vet. Res.*, 1995. 35. 123–130.
89. OLA-FADUNSIN, S. D. – ADEMOLA, I. O.: Direct effects of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) acetone leaf extract on broiler chickens naturally infected with *Eimeria* species. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2013. 45. 1423–1428.
90. OVIEDO, E. – CLEMENTE-HERNANDEZ, C. et al.: Essential Oils on Mixed *Coccidia* Vaccination and Infection in Broilers. *Int. J. Poult. Sci.*, 2006. 5. 723–730.
91. PEEK, H. W.: Resistance to anticoccidial drugs: Alternative strategies to control coccidiosis in broilers. *PhD Diss.*, Univ. Utrecht, Utrecht, the Netherlands, 2010.
92. PEEK, H. W. – LANDMAN, W. J. M.: Coccidiosis in poultry: Anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Vet. Quart.*, 2011. 31. 143–161.
93. PELLÉRDY L.: *Coccidia and Coccidiosis*. Akadémiai Kiadó, Budapest, Magyarország, 1974. 205–313.
94. QUIROZ-CASTAÑEDA, R. E. – DANTÁN-GONZÁLEZ, E.: Control of Avian Coccidiosis: Future and Present Natural Alternatives. *BioMed Res. Int.*, 2015. 1–11.
95. REMMAL, A. – ACHAHBAR, S. et al.: In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. *Vet. Parasitol.*, 2011. 182. 121–126.
96. SATO, K. – TAKAHASHI, K. et al.: Immunomodulation in gut-associated lymphoid tissue of neonatal chicks by immunobiotic diets. *Poult. Sci.*, 2009. 88. 2532–2538.
97. SCOTT, H. M.: Turkey production in Kansas. *Kans. Agr. Exp. B.*, 1937. 276.
98. SEE, D. M. – BROUMAND, N. et al.: In vitro effects of Echinacea and ginseng on natural killer and antibody-dependant cell cytotoxicity in healthy subjects and chronic fatigue syndrome or AIDS patients. *Immunopharmacology*, 1997. 35. 229–235.
99. SHANMUGASUNDARAM, R. – SELVARAJ, R. K.: Effect of killed whole yeast cell prebiotic supplementation on broiler performance and intestinal immune cell parameters. *Poult. Sci.*, 2012. 91. 107–111.
100. SHANMUGASUNDARAM, R. – SIFRI, M. – SELVARAJ, R. K.: Effect of yeast cell product (CitriStim) supplementation on broiler performance and intestinal immune cell parameters during an experimental coccidial infection. *Poult. Sci.*, 2013. 92. 358–363.
101. SHARMAN, P. – SMITH, N. et al.: Chasing the Golden Egg: Vaccination Against Poultry Coccidiosis. *Paras. Immun.*, 2010. 32. 590–598.
102. SHIRLEY, M. W. – ADRIAN, L. S. – FIONA, M. T.: The Biology of Avian *Eimeria* with an Emphasis on their Control by Vaccination. *Adv. Parasit.*, 2005. 60. 285–330.
103. SKAMSER, L. M.: Coccidiosis in poult. *Turkey World*, 1947. 3.
104. SONG, X. – XU, L. – YAN, R. – HUANG, X. – LI, X.: Construction of *Eimeria tenella* multi-epitope DNA vaccines and their protective efficacies against experimental infection. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 2015. 166. 79–87.
105. STIMPEL, M. – PROKSCH, A. et al.: Macrophage activation and induction of macrophage cytotoxicity by purified polysaccharide fractions from the plant *Echinacea purpurea*. *Infect. Immunol.*, 1985. 46. 845–849.
106. STRINGFELLOW, K. – CALDWELL, D. et al.: Evaluation of probiotic administration on the immune response of coccidiosis-vaccinated broilers. *Poult. Sci.*, 2011. 90. 1652–1658.
107. SUN, L. Z. – CURRIER, N. L. – MILLER, S. C.: The American cone-flower: a prophylactic role involving nonspecific immunity. *J. Altern. Complement. Med.*, 1999. 5. 437–446.
108. TAMASOUKAS, R. – RUIZ, H. et al.: Evaluation of the efficacy of Salstop and Digestor broilers Citrate C): products derived from the seeds of citrus fruits for the control of avian coccidiosis: floor pen studies. (Esp.). *Parasitología al día*, 1996. 20. 118–124.
109. TAMASOUKAS, R. – RUIZ, H. et al.: Efficacy of a disinfectant composed by citric extracts in a floor-pen trail with broilers in Venezuela. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1997. 5. (Suppl. 1) 612–615.
110. THILAKAR, R.: Development of a Turkey Coccidiosis Vaccine Candidate: an Attenuated Line of the Protozoan Parasite, *Eimeria meleagridis*. *Dissertation*. University of Arkansas, 2014
111. TREES A. J.: Parasitic diseases. In: PATTISON, M. – McMULLIN, P. F. – BRADBURY, J. M. – ALEXANDER, D. J. (eds.): *Poultry Diseases*. Elsevier Press. Edinburgh, Uk, 2008. 444–467.
112. VRBA, V. – PAKANDL, M.: Coccidia of turkey: From isolation, characterisation and comparison to molecular phylogeny and molecular diagnostics. *Int. J. Parasit.* 2014. 44. 985–1000.
113. WALDENSTEDT, L. – ELWINGER, K. et al.: Effect of betaine supplement on broiler performance during an experimental coccidial infection. *Poultry Sci.*, 1999. 78. 182–189.
114. WALLACH, M. – SMITH, N. et al.: *Eimeria maxima* gametocyte antigens: Potential use in a subunit maternal vaccine against coccidiosis in chickens. *Vaccine.*, 1995. 13. 347–354.
115. WIEDOSARI, E. – WARDHANA, A.: Anticoccidial activity of Artemisinin and Extract of *Artemisia annua* leaves in chicken infected by *Eimeria tenella*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2018. 22. 196–204.
116. WILLIAMS, R.: Anticoccidial vaccines for broiler chickens: Pathways to success. *Avian Pathol.*, 2002. 31. 317–353.
117. WILLIAMS, R.: Fifty Years of Anticoccidial Vaccines for Poultry (1952–2002). *Avian Dis.*, 2002. 46. 775–802.
118. WILLIAMS, R. – BUSHELL, A. C. et al.: A survey of *Eimeria* species in commercially-reared chickens in France during 1994. *Avian Pathol.*, 1996. 25. 113–130.
119. YANG, X. – Guo, Y. et al.: Fatty acids and coccidiosis: Effects of dietary supplementation with different oils on coccidiosis in chickens. *Avian Pathol.*, 2006. 35. 373–378.

Közlésre érkező: 2019. június 20.