

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

DEMETER CSONGOR

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

HÁZINYULAK *EIMERIA* OOCISZTA ÉS *PASSALURUS*
AMBIGUUS FERTŐZÖTTségÉNEK VIZSGÁLATA

DOI: 10.54598/005780

Készítette
DEMETER CSONGOR

KAPOSVÁR
2025

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA
Állattenyésztési tudományok

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

Témavezető
PROF. DR. MATICS ZSOLT

Társ-témavezető
DR. NÉMET ZOLTÁN

**HÁZINYULAK *EIMERIA* OOCISZTA ÉS *PASSALURUS*
AMBIGUUS FERTŐZÖTTségÉNEK VIZSGÁLATA**

Készítette
DEMETER CSONGOR

KAPOSVÁR
2025

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	7
2. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI.....	9
2.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek <i>Eimeria</i> oociszta és <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttségére.....	9
2.2. <i>Eimeria</i> spp. fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken.....	9
2.3. A nagyüzemekben tartott nyulak <i>Eimeria</i> oociszta és <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttsége az életkor függvényében.....	9
2.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására.....	10
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	11
3.1. Általános áttekintés a kokcidiumokról és a kokcidiózisról	11
3.1.1. Az <i>Eimeria</i> fajok biológiája.....	12
3.1.2. <i>Eimeria</i> fajok bélszakaszok szerinti elhelyezkedése	13
3.1.3. Az <i>Eimeria</i> fajok életciklusai.....	14
3.1.4. Kokcidiumok vándorlása.....	16
3.1.5. Patogenitás.....	17
3.1.6. Immunitás.....	18
3.1.7. Higiénia, fertőtlenítés.....	19
3.1.8. Gyógykezelés – Takarmányozás.....	20
3.1.9. Gyógykezelés – Itatás.....	22
3.1.10. Vakcinázás.....	22
3.2. Az <i>Eimeria</i> fertőzöttség vizsgálati módszerei.....	24
3.2.1. Mikroszkópos bélsár vizsgálatok.....	24
3.2.2. A módosított McMaster peteszámológó technika.....	25
3.2.3. <i>Eimeria</i> oociszta kimutatása ELISA módszerrel.....	25
3.2.4. <i>Eimeria</i> oociszta kimutatása PCR módszerrel.....	26
3.2.5. Az <i>Eimeria</i> fertőzöttség kimutatásának kórbonctani és gyakorlati lehetőségei.....	27
3.2.6. <i>Eimeria</i> fertőzés kimutatása a nyulak termikus profilja alapján.....	28
3.3. <i>Passalurus ambiguus</i>	29
3.4. Statisztikai módszerek a parazitológiában.....	31

4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	33
4.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek <i>Eimeria oocisza</i> és <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttségére.....	33
4.1.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás.....	33
4.1.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés.....	34
4.1.3. Statisztikai értékelés.....	35
4.2. <i>Eimeria</i> spp. fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken.....	35
4.2.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás.....	35
4.2.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés.....	35
4.2.3. Statisztikai értékelés.....	37
4.3. A nagyüzemi nyúltelepek <i>Eimeria oocisza</i> és a <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttsége az életkor függvényében.....	37
4.3.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás.....	37
4.3.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés.....	37
4.3.3. Statisztikai értékelés.....	38
4.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására.....	38
4.4.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás.....	38
4.4.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés.....	41
4.4.3. Statisztikai értékelés.....	41
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	42
5.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek <i>Eimeria oocisza</i> és a <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttségére.....	42
5.1.1. <i>Eimeria oocisza</i> fertőzöttség.....	42
5.1.2. <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttség.....	44
5.2. A különböző <i>Eimeria</i> fajok előfordulása magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken.....	46
5.2.1. <i>Eimeria oocisza</i> fajösszetétele.....	46
5.2.2. Az <i>Eimeria</i> fajok azonosítása során mért oocisza méretek.....	48
5.2.3. Az egyes <i>Eimeria</i> fajok oocisztáinak patogenitás és termelési ciklusok szerinti előfordulási aránya.....	50
5.3. A nagyüzemi nyúltelepek <i>Eimeria oocisza</i> és a <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttsége az életkor függvényében.....	51
5.3.1. Oocisza terheltség az életkortól függően.....	51
5.3.2. <i>Passalurus ambiguus</i> fertőzöttség.....	54

5.3.3. Az <i>Eimeria</i> és a <i>P. ambiguus</i> fertőzés összefüggésének vizsgálata...	56
5.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására.....	57
5.4.1. Első (I.) vizsgálat.....	57
5.4.2. Második (II.) vizsgálat.....	60
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	67
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	69
8. ÖSSZEFOGLALÁS.....	71
9. SUMMARY.....	74
10. IRODALOMJEGYZÉK.....	76
11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	91
12. PUBLIKÁCIÓS LISTA.....	92
SZAKMAI ÉLETRAJZ.....	99

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt húsz évben hektikusan alakult a hazai nyúlhús termelés. A 10 évvel ezelőtti felívelő, pozitív trendet a COVID járvány, az aszályok, valamint az orosz-ukrán háború nyomán kialakult nehéz gazdasági helyzet törte meg. A nyúlágazat a magas alapanyagárak ellenére 2022-ben figyelemreméltó eredményt ért el, 2023-2024-ben azonban a vártnál is jelentősebb volt a visszaesés. A hazai nagyüzemi nyúltenyésztés tekintetében az előző két évben minimum 20 százalékos termeléseszkökenésről beszélhetünk. A nyúlágazat Nyugat-Európában is válságba került és a 2023-as év adatait vizsgálva, a francia, a spanyol és az olasz nyúltenyésztők 30 százalékos visszaesésről számoltak be. Magyarországon a nyúltenyésztők és a feldolgozók modern technológiai és magas szintű minőségbiztosítási rendszerekkel bizonyították elkötelezettségüket a hatékonyság, a fenntarthatóság és az állatjóllét területén. A nyúlágazatot azonban az elmúlt időszakban egyéb tényezők folyamatos kihívások elé állították és állítják mind közgazdasági mind állategészségügyi téren. A nagyüzemben tartott nyulak állategészségügyi kockázati tényezői nem változtak az évek alatt, hiszen ugyanúgy veszélyeztetik őket vírusok, légzőszervi, valamint emésztőrendszert támadó baktériumok, gombák és paraziták. Bár a világszinten is egyre nagyobb méreteket öltő, úgynevezett RHD járvány okozta kihívással is szembe kellett nézniük a nyúltenyésztőknek, mégis a parazitás fertőzések a leggyakoribb egészségügyi problémák vadon élő, illetve tenyésztett, üregi- és házinyulaknál, emellett sajnos megjelennek bakteriális megbetegedések, táplálkozási és anyagcsere-betegségek, vírusfertőzések, toxikózisok, traumával összefüggő sérülések és ún. veleszületett betegségek is. A nagyüzemi termelés legnagyobb kihívásának a nyulak emésztőrendszeri problémáinak kezelése számít Magyarországon is. Hízonyulaknál gyakoriak a gyomor-bélrendszeri problémák. Az emésztőszervi megbetegedések hátterében jelentős százalékban a paraziták játszanak szerepet és a nagyüzemben termelő házinyulak leggyakoribb endoparazitás fertőzése a kokcidiózis, amelynek előidőzésében több *Eimeria* faj játszik szerepet. A bélben élő spórák egysejtűek okozzák ugyanis a háziállatok kokcidiózisát. A bél kokcidiomai többé-kevésbé súlyos betegséget okoznak nyulakban, elsősorban a fertőző dózistól, a parazita fajoktól, az állatok immunállapotától és életkorától függően. A bél kokcidiózisának jellegzetes tünetei a hasmenés, a fogyás és esetenként az elhullás és mind a klinikai, mind a szubklinikai kokcidiózis fertőzések jelentős gazdasági veszteségeket okozhatnak. A világ különböző részein a kokcidiózis mellett számos további parazita, többek között fonálféreg is kimutatható vadon élő nyulaknál. A házinyulak fonálféreg fertőzései viszonylag ritkák. Kivételt képez a *Passalurus ambiguus*, amely világszerte megtalálható házi- és vadon élő nyulakban. A nyúltenyésztésben az *Eimeria* fajok és *P. ambiguus* fertőzés elleni védekezésben

rendkívül fontosak a monitoring vizsgálatok, továbbá a higiéniai intézkedések és a hatékony gyógyszerek.

2. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI

A monitoring tevékenységet, valamint a farmokon elvégzett vizsgálatokat a Tetrabbit Kft. integrációjában végeztük el, és az adatok felhasználására, valamint a vizsgálatok elvégzésére előzetes engedéllyel rendelkezem. Az integrációs tevékenység folyamán több oldalról is vizsgáltuk jellemzően magyarországi, nagyüzemben tartott nyulak parazita terheltségét, ezen belül is fókuszáltnan az *Eimeria* oociszta, valamint a *Passalurus ambiguus* fertőzöttségre.

Négy vizsgálatomból három a monitoring mintagyűjtés és feldolgozás adataiból származó eredmények alapján készült el (évszakhatás, életkor, *Eimeria* fajazonosítás, valamint paraziták közötti kapcsolatok) de más-más szempontrendszer és eltérő mintaszám alapján. A negyedik témakörben egy két ismétlésben elvégzett takarmányozási vizsgálat eredményét mutatom be.

2.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oociszta és *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére

Több éves adatgyűjtés alapján célunk volt a nagyüzemi nyúltelepeken termelő állományok *Eimeria* oociszta, valamint *Passalurus ambiguus* terheltségének felmérése az évszakok függvényében.

2.2. *Eimeria* spp. fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken

Tanulmányunk elsődleges célja a nyulak bélsarából kimutatható *Eimeria* oociszták fajösszetételének meghatározása a magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken. Ezen felül a termelési ciklusok és az *Eimeria* fajösszetétel összefüggéseinek vizsgálata. További fontos célkitűzés a sporuláció egyszerűsített előidézése in vitro környezetben.

2.3. A nagyüzemekben tartott nyulak *Eimeria* oociszta és *Passalurus ambiguus* fertőzöttsége az életkor függvényében

A vizsgálataink célja, hogy képet kaphassunk az *Eimeria* és *Passalurus ambiguus* fertőzések életnap szerinti megoszlásáról, ezek esetleges összefüggéseiről és javaslatot tehessünk a parazita ellenes megelőző kezelések időzítésére.

2.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növédknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására

Vizsgáltuk, hogy egy extra magas nyersrost tartalmú takarmány (24% nyersrost-tartalom szemben a 17%-kal) hatással van-e a növédknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és az elhullásra. Az oociszta ürítés és a takarmány rosttartalma közötti kapcsolatot korábban még nem vizsgálták.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Általános áttekintés a kokcidiumokról és a kokcidiózisról

A kokcidiózis és az azt okozó paraziták (*Eimeria* spp.) leírása már a XIX. század végén elkezdődött (Schoch és mtsai, 2020). A *Coccidiomorpha*, bélben élő spórák egysejtűek okozzák a háziállatok kokcidiózisát és számos más betegségében is szerepet játszhatnak. Valamennyi háziállatnak és gazdasági állatnak ismert egy vagy több *Coccidiomorpha* parazitája. Az állatok kedvezőtlen tartási körülmények között (mint zsúfoltság, vagy bélsár szennyezés), sokkal nagyobb gyakorisággal fogyasztják el a fertőző oocisztákat mint a természetben, ezért a háziállatok, vagy gazdasági állatok körében gyakrabban fordulnak elő fatális kimenetelű fertőzések, mint a vadonélő rokonaiknál. Különösen a fiatal állatoknál jellemző a *Coccidiomorpha* okozta kórok elhullással járó lefolyása (Török, 2012). A kokcidiózis világszerte jelenlévő problémája a nagyüzemi baromfitermelésnek is. A zárt rendszerű, intenzív baromfitermelés fejlődésével párhuzamosan a betegség gazdasági jelentősége is növekszik. A betegség szubklinikai formája jelentős hatást gyakorol a hústermelés céljából tartott madarak teljesítményére, továbbá káros hatással van az állományok homogenitására a tojótyúk és tenyészjércék esetében is. A nem megfelelően menedzselte kokcidiózis termelési eredményromlást (DeCubellis és Graham, 2013) és elhullásokat okozhat (McDougald és Fitz-Coy, 2013). A bél kokcidiózisa világszerte gyakori nyúlbetegség (Varga, 2013). A nyúl, mint gazdasági állatfaj agrárgazdasági jelentőségében eltörpül világviszonylatban a sertés, a baromfi, vagy akár a szarvasmarha ágazatok nagyságához képest. Ezzel párhuzamosan, a múltban és a jelenben is relatív kevés figyelmet fordítottak a nyúlbetegségek állategészségügyi kutatásaira és ezen belül az egyik legnagyobb gazdasági kárt okozó fertőzésre, a kokcidiózisra. A fertőzöttségi szint és a jelenlévő fajok telepi ismerete pedig alapvető feltétele a gazdaságos termelésnek. Levine (1973) leírása szerint Leeuwenhoek már 1674-ben megfigyelte a nyúlmájban lévő oocisztákat, vagyis az *Eimeria stiedae*-t. A nyulak máj- és bélkokcidiumainak megkülönböztetését pedig 1879-ben Leuckart írta le legelőször, *Coccidium oviforme* (mai nevén *Eimeria stiedae*; az epeér kokcidiózis kórokozója) és *Coccidium perforans* (mai napig is a *perforans* nevet alkalmazzuk a faj azonosításban) néven nevezte el őket. A XX. század eleje óta számos neves kutató foglalkozott a nyúl kokcidiózisával és nyúl oociszták diagnosztikájával. Megfigyeléseik a bélrendszerben való elhelyezkedés mellett a morfológiai, a sporulációs és a prepatens időszakok feltérképezésén túl a fajazonosításra is kiterjedtek. Közöttük magyar vonatkozásban főként Pellérdy és Vetési, nemzetközi viszonylatban pedig Coudert, Norton, Gregory, Cheissin, Balicka-Ramisz, Szkucik, Vancraeynest, Yin és Chao Li említendők, akik tudományos tevékenységüket részben vagy egészben a nyúl parazitológiájának szentelték. Coudert és mtsai (1995) és Eckert és mtsai 1995-ben már 11 *Eimeria* faj azonosítását és leírását végezték el. Cui és mtsai 1997-ben további 1 fajjal bővítették az *Eimeria* fajok listáját, ugyanis a filogenetikai analízisük kimutatta, hogy az új faj ITS-1 (internal transcribed spacer) szekvenciája

csak csekély hasonlóságot mutatott (27-30%) a nyúlánál korábban azonosított 11 *Eimeria* fajával. Az új fajt Fanyao Kong kínai parazitológus tiszteletére *Eimeria kongi* n. sp.-nak nevezték el. Az *Eimeria* fajok fejlődési alakjai közül az oociszta figyelhető meg legkönnyebben, így mind a kórokozó biológiájának, mind a betegség diagnosztikájának az oociszták megfigyelése a legrégebben és leggyakrabban alkalmazott módszere. Az oociszta méretei, arányai, illetve a belsejében látható képletek alapján soroljuk be a különböző fajokat (Berto és mtsai, 2014).

A nyulaknál ezidáig azonosított *Eimeria* fajok és azonosításuk időpontja:

E. stiedae 1865-1907

E. perforans 1879-1912

E. magna 1925

E. media 1929

E. irresidua 1931

E. exigua 1934

E. piriformis 1934

E. flavescens 1941

E. coecicola 1947

E. intestinalis 1948

E. vejnovskyi 1988

E. kongi 2017

A jelenleg ismert fajok mellett felmerült további *Eimeria* fajok jelenléte is, úgy mint az *E. neoleporist*, az *E. nagpurensis*, az *E. oryctolagi*, vagy az *E. matsubayashi*, azóta azonban kimutatták, hogy ezek a fajok megegyeznek korábban már azonosított fajok valamelyikével.

3.1.1. Az *Eimeria* fajok biológiája

Az oociszta fala egy figyelemreméltó tulajdonságokkal bíró köztakaró képlet. Meg kell védenie a benne rejtőző sporozoitákat a külső környezetben a kiszáradástól, mechanikai hatásoktól, de át kell engednie a fertőző alakok anyagcseréjéhez szükséges gázokat. Az emésztőenzimek és a bélflóra által termelt enzimek hatásainak is ellen kell állnia, de a megfelelő pillanatban a sporozoiták kiszabadulását nem gátolhatja meg, sem az ideális környezet felismerésének, sem a bent várakozó fejlődési alakok kijutásának akadályozása által. Két fő strukturális rétegen kívül és

belül is membránok találhatók, főleg fehérje- és zsírtermészetű anyagok alkotják, de jelentős mennyiségű szénhidrát is található benne, ami kovalens kötésekkel csatlakozik a fehérjékhez. A makrogaméták külső részein fejlődő képlet a madarak és fonálféreg tojásának, petéjének képződéséhez hasonlóan di- és tri-tirozin kereszthidak révén polimerizálódik, a folyamat egyes részeinek leírásával kapcsolatban sok munkát publikáltak, azonban a teljes folyamat még nem ismert (Belli és mtsai, 2006).

A sporozoiták és a merozoiták különleges sejtszerve az apikális komplexum, amelyről az egész *Apicomplexa* törzs a nevét kapta. Ez a szerv teszi képessé a parazitát, hogy a gazdasejt elpusztítása, a sejt szintű védekező rendszerek aktiválása, és az immunrendszer azonnali riasztása nélkül behatoljon az intracelluláris térbe, ahol növekedése és szaporodása lehetővé válik. A legújabb eredmények alapján 15 micronema protein alkotja ezt a sejtszervet, ezzel kapcsolatban 50 gént és 118 expresszált peptidet azonosítottak. Az apikális komplexum nem csak faj-gazdafaj, hanem gazdasejt specifikus is, így az ezzel kapcsolatos ismeretek kulcsfontosságúak lehetnek a jövőben a parazita működésének megértéséhez, és ezáltal hatékonyabb védekezési stratégiák kidolgozásához (Gao és mtsai, 2024).

Az első, baromfifajoknál ismert *Eimeria tenella* teljes genom publikációja 2021-ben jelent meg. A kórokozó 14 kromoszómáján körülbelül 8000 gént azonosítottak. A 6,2 kbp méretű mitokondriális genomja mellett egy 35 kbp méretű apicoplast genomot is azonosítottak. A transzkriptomikai és proteomikai vizsgálatok alapján funkcionális elemzés is készült a parazita 7 különböző fejlődési fázisáról (Aunin és mtsai, 2021).

3.1.2. *Eimeria* fajok bélszakaszok szerinti elhelyezkedése

A nyúl *Eimeria* oocisztái az emésztőrendszer különböző, jól lokalizálható részein, valamint a nyálkahártya különböző mélységeiben találhatók. A kifejlődés sok esetben átfedést és hasonlóságot mutat, de ennek ellenére elmondható, hogy bizonyos fajok többnyire egyes speciális bélszakaszokban élnek (1. táblázat).

1. táblázat: A házinyulaknál ismert *Eimeria* fajok és lokalizációjuk a gazdaszervezetben

<i>Eimeria</i> faj	Elhelyezkedés	Forrás
<i>E. coecicola</i>	vakbél féreg nyúlványában	Pakandl és mtsai, 1993, 1996a
<i>E. exigua</i>	patkóbélben, csípőbélben	Jelíneková és mtsai, 2008
<i>E. flavescens</i>	vékonybélben, vakbélben	Norton és mtsai, 1979 Gregory és Catchpole, 1986 Pakandl és mtsai, 2003
<i>E. intestinalis</i>	csípőbélben, éhbélben	Licois és mtsai, 1992
<i>E. irresidua</i>	csípőbélben, éhbélben	Norton és mtsai, 1979
<i>E. magna</i>	csípőbélben, éhbélben	Ryley és Robinson, 1976
<i>E. media</i>	éhbélben, patkóbélben	Pakandl és mtsai, 1996b
<i>E. perforans</i>	csípőbélben, éhbélben	Streun és mtsai, 1979
<i>E. piriformis</i>	vastagbélben	Pakandl és Jelíneková, 2006
<i>E. vej dovskyi</i>	csípőbélben	Pakandl és Coudert, 1999
<i>E. stiedae</i>	máj hámszövetében	Pellérdy és Dürr, 1976

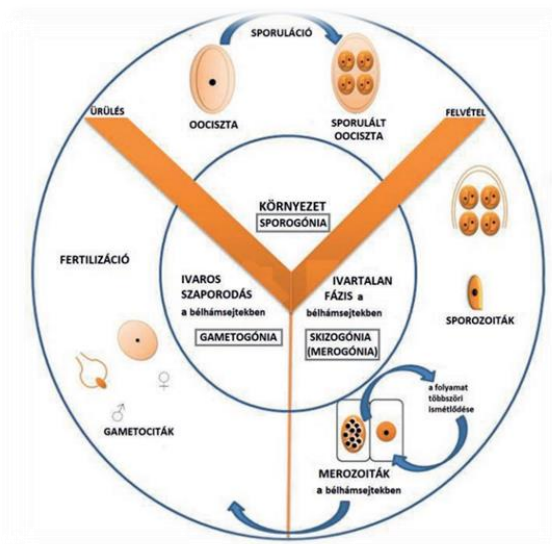
3.1.3. Az *Eimeria* fajok élelciklusai

Az *Eimeria* fajok a gazdaállat bélcsatornájának különböző szakaszaiban, ezen belül pedig a nyálkahártya hámsejtjeiben élőködnek. A nyúl és a lúd esetében vannak kivételek: az *E. stiedae* a nyúl epeér falának a hámjában (Pakandl, 2009), az *E. truncata* pedig a lúd vesecsatornájának hámjában szaporodik (Entzeroth és mtsai, 1981).

Az *Eimeria* fajok élelciklusa nagyjából hasonló, a különbségek az aszexuális (ivartalan) nemzedékek számában, továbbá az egyes fejlődési stádiumok létrejöttéhez szükséges időben figyelhetők meg (Pellérdy, 1974; McDougald és Fitz-Coy, 2013). A cikluson belül három fő fázist lehet megkülönböztetni (1. ábra): a környezetben zajló exogén stádium, az ún. sporogónia, valamint a gazdaszervezetben belül zajló endogén stádium, amelynek további két része a skizogónia (merogónia), mint aszexuális fázis és a gametogónia, mint ivaros fázis (Horváth-Papp, 2008; McDougald és Fitz-Coy, 2013; Quiroz-Castaneda és Dantán-González, 2015; Ahmad és mtsai, 2016). A bélsárral ürülő sporulálatlan oociszták az ivaros fázis eredményeként jönnek létre. A sporuláció egy sejtosztódás (meiózis), amelynek következtében a zigótát tartalmazó oocisztában mozgásra és sejtekbe való behatolásra képes sporozoiták alakulnak ki. Ehhez optimális hőmérsékletre és páratartalomra, továbbá elegendő mennyiségű oxigénre van szükség. A sporulált oociszták e parazita fertőzőképes formái. Az átalakulási folyamat *Eimeria* fajoknál hosszabb-rövidebb időt (2–4 napot) igényel. Az oociszták környezeti ellenálló képessége kiváló, és akár több mint 1 évig képesek túlélni a szárazságot és a hideget. A gazdatest száján át fertőződik a sporulált oocisztákkal.

A gazdasejtbe kerülve a parazita endogén fejlődésen megy keresztül. Először a sporozoita megnövekszik, elveszíti az apikális komplexum és a belső membrán nagy részét (Felici és mtsai,

2021). Majd az oociszta burka a gyomorban részben feloldódik, a benne található 4 sporocisztából a fertőzőképes sporozoiták kiszabadulnak. Minden oocisztából 8 sporozoitá szabadul ki. A kiszabadult sporozoiták a bél nyálkahártyáján keresztül a sejtekbe hatolnak, ahol megkezdik a sejten belüli aszexuális fejlődési szakaszukat (McDougald és Fitz-Coy, 2013; Ahmad és mtsai, 2016).



1. ábra: Az *Eimeria* fajok fejlődési ciklusa (Ahmad és mtsai, 2016 nyomán)

A skizonták az ivartalan szaporodási szakasz első lépése, amelynek következtében sok utódsejtre hasadó, óriási sejtek jönnek létre (Roitt és Delves, 1998). Az első generációs skizonták nagyszámú ún. második invazív állapotú, merozoitát termelnek, hogy azok átjutva más bélsejtekbe, a skizonták következő generációját képezzék. A merozoiták tehát megfertőzik a bél nyálkahártya más sejtjeit is (Nehemiah, 2016). Egy idő után tömegük megrepesztí a fertőzött sejtet, ami természetesen elpusztul. A kiszabadult fejlődési alakok ismét – többször – újabb hámsejtekbe hatolva sokszorozódnak és újabb sejteket pusztítanak el (Radnai, 2013a). Ez a folyamat legalább kétszer, de előfordulhat, hogy négyszer is ismétlődik. Az aszexuális megsokszorozódás és növekedés mértéke arányos a mennyiséggel, azaz exponenciálisan növekvő számú utódsejthez vezet. Végül ivaros formát (gametocita) képeznek, amelyek egyesülnek, és zigótát alkotva hozzák létre az oocisztákat. Ez a szexuális szakasz, amelyben az apró, mozgékony mikrogaméták (hímivarsejtek) keresik fel a makrogamétákat (női ivarsejteket) és egyesülnek azokkal. A folyamat eredménye a zigóta, amely egy nem sporulált oocisztává érkezik, és a bél nyálkahártyáján átjutva a bélsárba kerül. A nem sporulált oociszták több napon keresztül is ürülhetnek. Ezzel a folyamatos körforgással növekszik a környezetben az oociszták száma (Horváth-Papp, 2008; McDougald és Fitz-Coy, 2013).

3.1.4. Kokcidiumok vándorlása

A nyúl kokcidium sporozoitáinak vándorlása a baromfiban ismert kokcidium inváziójához hasonlít. Az *Eimeria tenella* baromfi kokcidium sporozoitái először a vakbél felszínén lévő hámszövet (epithelium) abszorpciós sejteibe (enterocita) hatolnak be és ezt követően belépnek a nyiroksejtekbe. Ezek a sejtek elhagyják az epitheliumot, és a sporozitákat a nyálkahártya saját kötőszövetes rétegén (*lamina propria*) keresztül a kripták epitheliumába szállítják (Lawn és Rose, 1982). Fernando és munkatársai (1987) hasonló vándorlást figyeltek meg más baromfi *Coccidia* alcsoportba tartozó fajoknál is, függetlenül attól, hogy kezdeti fejlődésük a kriptákban (*E. acervulina* és *E. maxima*) vagy felületes hámban történik (*E. praecox* és *E. brunetti*). Más állatfajok (házityúk, pulyka) kokcidiumainak élelciklusa és a nyúl kokcidiumok élelciklusa nagymértékű egyezést mutatnak.

A nyúl kokcidium oociszták egyik sajátossága a sporoziták vándorlása az ún. belépési helyről a célhelyre. Az *E. coecicola* és *E. stiedae* egyedi tulajdonságokkal rendelkeznek (Pakandl, 2009). Ameddig a baromfi sporozitái jellemzően ugyanazon bélszegmensbe hatolnak be, amelyben a vándorlást követően később fejlődnek, addig a nyúl esetében a vékonybél a kokcidiumok számára egy általános szakasz a fejlődésben. Pakandl (2009) szerint a patkóbél az oociszták univerzális kapuja, függetlenül attól, hogy hol található a lokalizációjuk a további optimális életfeltételeik szempontjából. A vándorlás nem korlátozódik a sporozitákra, ugyanis Norton és munkatársai (1979) és Pakandl és munkatársai (2003) kimutatták az *E. flavescens* első generációs merozoitáit a vékonybélben, míg az endogén fejlődés többi része a vakbélben megy végbe (Pakandl, 2009). Az *E. magna* sporozitái a fertőzést követően a patkóbélből az éhbéli szakaszba, és még inkább a csípőbéli szakaszba vándorolnak (Pakandl és mtsai, 1995). Amíg az *E. coecicola* sporozitáit megtalálták extraintesztinális (bélen kívüli) lokalizációban, mezenterialis (bélfodorhoz tartozó) nyirokcsomókban (mesenteric lymph nodes - MLN) és a lépben, addig az *E. intestinalis* parazita stádiumait a fertőzést követően ezen szervekben nem tudták kimutatni. Az *E. coecicola* sporozitái nyilvánvalóan extraintesztinálisan vándorolnak, valószínűleg nyirokrendszeren keresztül (Pakandl és Jeliková, 2006). A nyúl oociszták fertőzést követő időbeni detektálását szintén több kutató vizsgálta. Megállapították, hogy gyorsan eléri a célhelyüket, ugyanis Drouet-Viard és munkatársai (1994) az *E. intestinalis*-t kevesebb mint 10 perccel a beoltást követően már a parazita fejlődésének specifikus helyén észlelték, valamint Pakandl és munkatársai (1993, 1996a) megfigyelték, hogy az *E. coecicola* esetében, a sporoziták először behatoltak a vékonybélbe, és az oltás után 48 órával már megtalálták a sporozitákat a szaporodás konkrét helyén is. Az *E. coecicola* kivételével a többi bélkokcidium vándorlási útvonala még nem teljesen ismert, viszont különbözik az *E. coecicola*-tól, mert nincsenek sporoziták extraintesztinális lokalizációban

(Pakandl és Jelinková, 2006), viszont intraepiteliális (hámsejtben lévő) limfocitákban is megfigyelték őket (Licois és mtsai, 1992).

3.1.5. Patogenitás

Coudert és munkatársai (1993) SPF (specifikus patogén mentes) nyulakon végzett kísérletek alapján, a kokcidiumokat patogenitásuk szerint öt csoportba sorolták: nem patogén (*E. coecicola*); enyhén patogén (*E. perforans*, *E. exigua* és *E. vejdotszkyi*); enyhén patogén vagy patogén (*E. media*, *E. magna*, *E. piriformis* és *E. irresidua*); magas patogenitású (*E. intestinalis* és *E. flavescens*); továbbá „fertőző dózistól függő patogenitású” (*E. stiedae*). A kórszövettani leletek azonban nem minden esetben korrelálnak a meghatározott patogenitással, a mortalitással vagy a testtömeg-gyarapodás változásával. Az *E. coecicola* lokálisan súlyos elváltozásokat okozhat a vakbél nyálkahártyáján, különösen magas fertőzési intenzitás esetén (Vítovec és Pakandl, 1989). Ugyanakkor a fertőzés általában nem jár szisztémás hatásokkal vagy klinikai tünetekkel, így patogenitása a gazdaszervezet egészére nézve alacsonynak tekinthető. A természetes fertőzések túlnyomó része szubklinikai, ezért a faj hisztopatológiai szempontból jelentős, viszont klinikai szempontból csak mérsékelt jelentőséggel bír (Coudert és mtsai, 1995; Pakandl, 2009). Összefüggéseket találhatunk a patogenitás és a kokcidiumok elhelyezkedése között. A legmagasabb patogenitással rendelkező nyúl kokcidiumok, az *E. intestinalis* és *E. flavescens*, a vékonybél vagy a vakbél kriptá sejtjeit fertőzik (Norton és mtsai, 1979; Licois és mtsai, 1992; Pakandl és mtsai, 2003). Gregory és Catchpole (1986) úgy vélik, hogy a megbetegedés súlyosságában döntő tényező az a folyamat, amikor az *E. flavescens* elpusztítja a kriptá sejtjeit. A Coudert és munkatársai (1995) szerint patogénnek osztályozott *E. irresidua*, *E. magna* és *E. piriformis* endogén fejlődése - legalábbis az utolsó merogónia és gametogónia szakaszban - a kriptá sejtjeiben történik meg, míg az enyhén vagy nem patogén fajok a bélbolyhokban élősködnek (az *E. perforans* kivételével, amely kriptákban és bolyhokban egyaránt fejlődik). A bél kokcidiumai többé-kevésbé súlyos megbetegedést okozhatnak nyulakban, elsősorban a fertőző dózistól, a parazita fajoktól, az állatok immunállapotától és életkorától függően. A bél kokcidiózisának jellegzetes tünetei a hasmenés, a táplálékfelvétel és bélsárürítés csökkenése, a fogyás és súlyos esetben az elhullás. A kokcidiózis általában nem okoz kiszáradást, de befolyásolja az ionanyagcserét, valamint a hasmenés által gyorsan és nagy mennyiségben ürülő bélsár káliumvesztéséhez (hypokalaemiához) vezethet a vérplazmában (Licois és mtsai, 1978a,b; Peeters és mtsai, 1984). A két leginkább patogén nyúl kokcidium faj által okozott patomorfológiai elváltozásokról kísérleti eredmények is rendelkezésre állnak. Peeters és munkatársai (1984) *E. intestinalis* fertőzés után súlyos bélbolyh atrófiát figyeltek meg a 7. és 10. nap között. A bélbolyhok megrövidültek, megrövidültek, a hámsejtek többnyire leváltak, és a mikrovillusok szabálytalanná váltak, megvastagodtak. Amint azonban a parazita fejlődése majdnem

befejeződött, azaz nagyjából a 12. nap körül, a nyálkahártya visszanyerte a normális morfológiai mintázatot. A látványos, de csak néhány napig tartó elváltozások többnyire a parazita fejlődésének gametogónia fázisában fordulnak elő. A kokcidiumok által okozott bélgyulladást gyakran kíséri az *Escherichia coli* és a rotavírus számának jelentős növekedése a gazdaszervezet emésztőrendszerében (Licois és Guillot, 1980; Peeters és mtsai, 1984) és így a kórokozók közötti kölcsönhatás is egy fontos tényező lehet a kialakuló megbetegedés súlyosságának szempontjából. A kokcidiumokkal való megfertőződés és annak súlyossága életkorfüggő, a 20 naposnál fiatalabb nyulak általában nem fertőződnek meg kokcidiumokkal (Pakandl és Hlasková, 2007). Dürr és Pellérdy (1969) meg tudták fertőzni a szopósnyulakat az első és a kilencedik életnap között, de ehhez több ezer májkokcidiumot alkalmaztak, ennek ellenére az oocisza ürítés nagyon alacsony volt. Pakandl és Hlasková (2007) kimutatták, hogy az *E. intestinalis* és az *E. flavescens* fajokkal fertőződött szopósnyulak oocisza ürítése az állatok életkorával nőtt. Nagy különbséget figyeltek meg a 19 és 22 napos korban fertőződött nyulak között. Ebben a korban a szopósnyulak a tej mellett általában már szilárd takarmányt is fogyasztanak, ami jelentős emésztésélettani változásokhoz vezet.

Különböző tojó jérce fajták összehasonlítását célzó fertőzéses kísérletekből kiderült, hogy jelentős különbségek mérhetők a fajták között mind a termelési eredményekben, mind a betegség súlyosságát mérő kórbonctani elváltozásokban és oocisza ürítésben. Az alacsony dózisu fertőzés az egyik fajtánál már jelentős növekedési depressziót okozott, a másikonál a visszaesés alacsony szintű volt, a harmadik fajtánál viszont a kontroll csoportnál jobb eredményt kaptak. A kísérleti állatok bélflóra összetételét is vizsgálták. Már a kontroll csoportok összehasonlításánál is jelentős különbségeket találtak, amely nagyrészt a *Bacteroides-Lactobacillus* arány különbségéből fakadt. A fertőzött egyedeknél minden fajtában a relatív abundancia jelentős romlása volt megfigyelhető, a *Bacteroides* és *Lactobacillus* genusok gyakorisága jelentősen csökkent, az *Escherichia* genus pedig jelentősen gyakoribbá vált. A termelési és klinikai-diagnosztikai eredmények alapján leginkább érzékeny fajtánál ez a jelenség sokkal kifejezettebb volt, náluk az eleve kisebb arányban megtalálható *Lactobacillus* szinte eltűnt a béltartalom mintákból, és az *Escherichia* és *Enterococcus* genusként azonosított nukleinsav amplitikonok a kontroll csoportban mért néhány százalékos arányról a fertőzött csoportban 50 százalék körüli értékre növekedtek (Du és mtsai, 2024).

3.1.6. Immunitás

Az immunrendszer a születéstől felnőtt korig folyamatosan fejlődik. A nyúl esetében a vakbél döntő szerepet játszik az immunrendszerben. A gazdaszervezet részéről elsősorban a T-sejtes

immunitás az, amely képes az *Eimeria* fertőzés leküzdésére. Ez a védettség lassan alakul ki, de nagyon hatékony és élethosszig tart, de a tünetmentes hordozást nem képes megakadályozni. Egy oocisztából több ivartalan szaporodási ciklusban (merogónia), majd ivaros szaporodási ciklusban (gametogónia) akár egymilliárd oocishta is keletkezhet, az egymást követő ciklusokban az érintett gazdasejtek száma exponenciálisan növekszik, így a kezdeti sejtkárosodásokból a gazdaszervezet egészét veszélyeztető szöveti károsodás alakulhat ki. A fertőzést felismerni képes CD4+ és CD8+ T-limfociták a paraziták által megtámadott bélhámsejteket felismerik, makrofágok és natural killer sejtek segítségével a merogónia korai fázisaiban eliminálják, ezáltal a kiterjedt szöveti károsodást és a klinikai betegségeket megakadályozzák. A dendritikus sejtek segítségével a fertőzött sejt felismerésére szolgáló receptor-konfiguráció elterjed az immunrendszerben, így későbbi fertőződés esetén a védekező rendszerek válasza gyors és hatékony lesz (Lee és mtsai, 2022). Renaux és munkatársai (2003) különböző immunológiai paramétereket vizsgáltak nyulakon, és arra a következtetésre jutottak, hogy a fertőzés elleni védelem a nyálkahártya hatékony immunválaszának köszönhető, míg a szisztémás válaszok csak az egymást követő fertőzések után növekednek és csak a parazita antigénnel való ismételt találkozások következményei. Pakandl és munkatársai (2008) összehasonlító vizsgálatot végeztek fertőzés által kiváltott immunválaszról az erősen immunogén *E. intestinalis* és gyengén immunogén *E. flavescens* kokcidiumokkal. Az egyetlen látható különbség az immunválaszokban az ún. CD8+ sejtek százalékos arányának markáns növekedése volt az ileum epitheliumában, amely az *E. intestinalis* specifikus helye. Az *E. flavescens* fajjal történt fertőzés után nem észleltek jelentős változásokat a vakbélben. Ezek az eredmények a helyi immunválasz fontosságára utalnak.

3.1.7. Higiénia, fertőtlenítés

A környezetben a kokcidiumok dekontaminálása kihívást jelent, ezért a prevenció kiemelten nagy jelentőségű (Hafez, 2008). A sporulált oociszták – hasonlóan a spórák baktériumokhoz – vastag burokkal körülvett, rendkívül stabil, hosszú ideig (hónapokig) túlélő, környezeti hatásoknak, szokványos tisztításnak és sok fertőtlenítő szernek ellenálló sejtek. A 60°C feletti hőmérséklet elpusztíthatja őket, tehát alapos takarítás után forrásban levő víz vagy lúg alkalmazásával kell fertőtleníteni (Hafez, 2008). Hatékony elpusztításukhoz az épületek és berendezések gondos takarításán kívül speciális, ún. oocid fertőtlenítőszerre van szükség (El-Sherry és mtsai, 2021). Sajnos manapság már több, közönséges fertőtlenítőszerrel szemben tapasztalható rezisztencia az *Eimeria* fajok esetében is (McDougald és Fitz-Coy, 2013). A nagyüzemi nyúltelepeken az oociszták gyérítése céljából jelenleg alkalmazott fertőtlenítőszer a teljesség igénye nélkül: GERMICIDAN® KOK, GERMICIDAN® KOK Forte, AGAKOK 2.5, ALDECOC ® CMK.

Minden fertőző megbetegedés esetén, így a kokcidiózisnál is első és legfontosabb a tisztítás és fertőtlenítés hatékony módon történő elvégzése, és az előkészített istállóknál a megfelelő hosszúságú üresen állási idő megléte (Chapman, 2008; Hafez, 2008; Peek és Landman, 2011). 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 eléri számos kártékony parazita visszaszorítását, addig ezzel egy időben akaratlanul elősegítik egyéb élősködők térhez jutását – hiszen ezek között a paraziták között is versengés zajlik a mind nagyobb életterek elnyeréséért (McDougald és Fitz-Coy, 2013). A gyakorlatban szinte lehetetlen eltávolítani az összes oocisztát, de számuk jelentős csökkenése a környezetben csökkentheti a fertőzés dózisát és ezáltal a betegség klinikai tüneteit. Nyúl esetében a kis dózisokkal történő napi fertőzés akár jelentős immunitást alakíthat ki a nyulak szervezetében.

3.1.8. Gyógykezelés - Takarmányozás

Több mint 50 éven keresztül a kokcidiózis elleni védekezés a folyamatosan fejlesztett újabb és újabb gyógyszereken alapult. A kokcidiosztatikumok alkalmazása során előnyös tulajdonságaik mellett azonban számos hátrányuk is kiderült. Baromfinál az új szerek alkalmazása esetén egyre rövidebb idő alatt jelentek meg rezisztens *Eimeria* törzsek (Flores és mtsai, 2022). A kokcidiosztatikum-rezisztencia régóta ismert, de az enzimátikus, a koncentráció reguláció vagy a célreceptor-alteráció útján működő védekező folyamatok molekuláris és genetikai hátteréről többnyire csak az elmúlt években közöltek eredményeket (Chapman, 1997; Hao és mtsai, 2023; Sun és mtsai, 2023; Zhang és mtsai, 2023). A nyúl esetében viszonylag szűk a választható antimikrobiális készítmények listája, így a rotálására is szűkebb lehetőségek állnak rendelkezésre. Az Európai Unióban takarmányba kevert ionoforok csak baromfi kokcidiosztatikumként és hisztomonosztatikumként használhatók, nyúlnál viszont nem. A tagállamokban – a korábbi gyakorlattól eltérően – 2006. január 1. után a kérődzők, a sertések és a nyulak ionofor hatóanyagot tartalmazó takarmánnyal nem etethetők. Az ionoforokra, vagy a takarmány ionofor szennyezésére különösen érzékeny fajok közé tartozik a nyúl is (saját gyűjtés, 2022).

A szintetikus vegyületeket (nikarbazin, amprolium, dekokinát, robenidin és diklazuril) kémiai szintézissel állítják elő, és három fő ismert hatásmechanizmussal rendelkeznek.

A **mitokondriális légzés gátlása** (dekokinát): ezek a kokcidiosztatikumok azt a tényt használják ki, hogy az *Eimeria spp.* légzése eltér a gerincesekétől (Noack és mtsai, 2019). A mitokondriális légzés blokkolásával gátolják a sporulációt és a korai fejlődést, amint azt *in vitro* vizsgálatokban, sejttenyészetekben bizonyították (Thabet és mtsai, 2017). Ezeknek a vegyületeknek a hatása gyakran visszafordítható, ugyanis a sporuláció gátlásával hatnak, nem pedig elpusztítják a

kokcidiumokat. Az ebbe a csoportba tartozó vegyületeknél keresztrezisztencia kialakulása nem ismert, ezért gyakran kombinációban alkalmazzák őket (Wang, 1976).

A szulfonamidok **kompetitív antagónizmussal** megzavarják a folsav szintézisét, ezeket azonban ritkán használják nyulaknál vagy brojlereknél, mert nagy a szermaradvány esélye és bizonyos *Eimeria* fajokkal szemben nem aktívak (Noack és mtsai, 2019).

Az amprolium-hidroklorid **a tiaminfelvétel kompetitív gátlásával** hat, amely megakadályozza a második generációs skizonták létrejöttét (James, 1980).

Mindezekkel a vegyületekkel szemben számos rezisztencia eset fordult elő, ugyanis az *Eimeria* fajok életciklusa jellemzően haploid aszexualis stádiumokat foglal magában, és ha rezisztens mutáns jelenik meg, az gyorsan kiválasztódik a gyógyszer jelenlétében, és mivel a kokcidiumok nagy mértékben szaporodnak a bélben, a rezisztens tulajdonságok válnak a domináns fenotípussá (Chapman, 1993).

A gyakorlatban 3 antikokcidiális gyógyszert használtak nyulakban, ezek a szalinomicin, a robenidin és 2008 vége óta a diklazuril, ami a nyulak takarmány-adalékanyagaként engedélyezett Franciaországban, Olaszországban és Spanyolországban (Pakandl, 2009). Vanparijs és munkatársai (1989a,b) által végzett kutatások hatékonynak ítélték meg a diklazuril használatát takarmányadalékként, ahogyan Coudert (1978) is pozitív eredményekről számolt be a robenidinnel végzett kutatásai során. Coudert (1981) és Varga (1982) egyaránt igazolta a szalinomicin-nátrium hatékonyságát. A nyúltenyésztésben az *Eimeria* fertőzés elleni védekezésben rendkívül fontosak a hatékony gyógyszerek és a higiéniai intézkedések (Vereecken és mtsai, 2012). Ennek ellenére, az Európai Bizottság megtagadta a „kokcidiosztatikumok és hisztomonosztatikumok” kategóriába tartozó robenidin-hidroklorid készítmény (Cycostat 66G- engedélyszám: 5 1 758) tenyésznyulak és hízőnyulak takarmány-adalékanyagaként történő felhasználása engedélyezésének megújítását (Bizottság (EU) 2023/2594 Végrehajtási Rendelete). Jelenleg egy termék maradt a felhasználható termékpalettán a nyúltakarmányokon keresztüli védekezésre. A kokcidiosztatikumok alkalmazása során előnyös tulajdonságaik mellett azonban számos hátrányuk is kiderült: hamarosan rezisztens *Eimeria*-törzsek jelentek meg, az újabb szerek esetében egyre rövidebb idő alatt (Flores és mtsai, 2022).

A takarmányozáson keresztül talán lesz lehetősége az ágazatnak (holland példa alapján) Magyarországon még nem használt hatóanyagot alkalmazni, ez pedig a dekokinát. A 2024-ben megrendezett World Rabbit Congress keretében több zártkörű megbeszélésen felvetették ezt, továbbá a szakirodalomban nem sorolják a nyúlra veszélyes hatóanyagok közé (Mercier és mtsai, 2004).

3.1.9. Gyógykezelés – Itatás

A nyulak ivóvizében, gyógykezelési céllal jelenleg három terméket alkalmaznak a hazai nagyüzemek: toltrazuril (antibiotikum, készítmény: Baycox), szulfanomidok (antibiotikum) és amprolium (kokcidiosztatikum).

A Baycox egy parazitaellenes készítmény, amely megzavarja a parazitáknak az energia előállításához szükséges enzimeit. Ennek következtében fejlődésük valamennyi szakaszában képes elpusztítani a parazitákat, valamint képes megelőzni a kokcidiózt és a fertőzés terjedését. A Baycox a kokcidiumok összes intracelluláris fejlődési alakjára hat, így a schizonták és gametociták proliferáló alakjaira is. A szokásos kokcidiózis elleni szerektől eltérően a Baycox terápiás kezelésre szolgál. A fertőzöttség korai szakaszában történő toltrazuril itatás a leghatékonyabb, ezért igen fontos a korai diagnózis. A megbetegedés első klinikai tüneteinek észlelésekor kell a kezelést azonnal megkezdeni. Két napos kezelés általában elegendő.

A szulfonamid antibiotikumok hatásosnak bizonyultak a kokcidiózis kezelésére. A szulfonamidok kompetitív antagonizmussal megzavarják a folsav szintézisét, gátolják a nukleinsavak szintézisét és a sejtosztódást *Eimeria* fajokban. Az *in vitro* vizsgálatok ezekkel a vegyületekkel kapcsolatban sajnos ritkák. McDougald és Galloway (1973) megfigyelték baromfi esetében, hogy a szulfametazin késleltetheti az *E. tenella* fejlődését mindaddig, amíg a vegyület jelen volt, de azután a fejlődés újraindult, ami a vegyület reverzibilis hatását sugallja. Gyakorlati tapasztalatok szerint, jelenleg a kokcidiózis kezelésére alkalmazható leghatékonyabb gyógyszer a Sulphadimethoxine (0,5-0,7 g/liter víz). Ezt jól tolerálják a vemhes és szoptató anyanyulak is. Más szulfonamid hatóanyagú vagy tartalmú gyógyszerek közé tartoznak: Szulfakvinoxalin (1 g/liter ivóvíz) és a Szulfadimerazin (2 g/liter ivóvíz). Ezeknek a terméknek a hatékonyságát több kutatás igazolta (Daněk és mtsai, 1978; Joyner és mtsai, 1983).

Az amproliumot, amit 1960-ban az USA-ban kezdtek alkalmazni a baromfiiparban, azóta is nagy sikerrel használják világszerte a kokcidiózis elleni védekezésben, takarmányba és ivóvízbe keverve is. A nyúl esetében csak ivóvízen keresztüli alkalmazása lehetséges. Az amprolium tiamin antagonist, szerkezeti hasonlósága révén blokkolja a tiamin receptorokat, ezáltal gátolja a paraziták tiamin felvételét, ami tiamin hiányt és a parazita pusztulását okozza. Fitzgerald (1972), valamint Joyner és munkatársai (1983) kevésbé hatékonynak értékelték az amprolium alkalmazását.

3.1.10. Vakcinázás

A nyulaknál alkalmazott kokcidiózis elleni védekezés jelenlegi módszerei azonban ellentétesek a gyógyszerrezisztencia növekedésével, az új gyógyszerek kifejlesztésének magas költségeivel és a

vegyeszerék használatával szembeni társadalmi nyomással (Martin és mtsai, 1997; Vermeulen, 1998; Hanada és mtsai, 2003a). A jövő nagy kihívása nyúl esetében is a vakcinázás lehetősége, mert hogy - hasonlóan a baromfi fajokhoz (Williams, 2006) - a nyúl kokcidiumokban is rezisztencia alakulhat vagy alakult már ki az antikokcidiális szerekekkel szemben. Az élő, legyengített kokcidium vonalakkal történő vakcinázás egy lehetséges módszer a kokcidiózis kontrolljára. A nagyüzemi baromfitartás esetében ez már egy gyakorlatban is alkalmazott lehetőség. Például a LIVACOX T 300-500 oocisztát tartalmaz az *E. acervulina*, *E. maxima* és *E. tenella* fajokból, a Paracox5 vakcina minden adagja 500-650 *E. acervulina*, 200-260 *E. maxima* CP, 100-130 *E. maxima* MFP, 1000-1300 *E. mitis* és 500-650 *E. tenella* sporulált oocisztát tartalmaz. A nyúl esetében is kutatták a vakcinázás lehetőségét. Az oltási kísérleteket Drouet-Viard és munkatársai (1997 a,b) *E. magna* vonallal végezték. Rámutattak, hogy a teljes immunitás nagyon gyorsan, akár a parazitával való első érintkezés után 9 nappal kialakulhat. A 25 napos korrig elvégzett vakcinázás elegendő időt biztosított a szopósnyulaknak arra, hogy elválasztás idejére megfelelő immunitást alakítsanak ki.

Akpo és munkatársai (2012) *Eimeria* oociszták koraérett vonalait nyerték ki laboratóriumi körülmények között, izolált vadon élő törzsekből. A koraérett (*precocious*) vonalak olyan *Eimeria* törzsek, amelyek vagy a laboratóriumi kísérletekben gyorsabb fejlődési ciklusúnak bizonyuló változatok vagy célzott szelekció eredményeképpen alakult ki ezen tulajdonságuk. A rövidebb fejlődési ciklus oka valószínűleg az, hogy kevesebb ivartalan szaporodási ciklus (merogónia) történik. Mivel az ivartalan ciklusok ismétlődése exponenciálisan növeli a trofozoiták számát és ezáltal a szöveti károsodás mértékét, már 1-2 ivartalan ciklus elmaradása is nagyságrendekkel csökkentheti a nyálkahártya sejteinek pusztulását. Ez a gyakorlatban azt eredményezi, hogy a klinikai helyett csupán szubklinikai formában jelentkezik a betegség, vagy nem is kíséri semmilyen termelés kiesés a fertőzést. Az *Eimeria* faj teljes szaporodási ciklusának lezajlása lehetővé teszi a teljes értékű immunválasz kialakulását, azonban a csökkent mértékű sejtkárosodás révén a klinikai betegség és az ezzel járó súlyos termelés kiesés elkerülhető.

Az ilyen rövidebb ciklusú, kisebb kártételű kórokozó-változatok kiválogatása kísérletesen nem különösebben nehéz. Ehhez mesterséges fertőzést követően szakaszosan kell gyűjteni az állatok ürülő bélsarát, majd a legkorábban ürülő, dúsított oocisztákkal kell újabb állatokat fertőzni. Néhány ilyen szelekciós ciklus után egyértelműen elkülönülnek a rövidebb ciklusú törzsek. A technológia széleskörű gyakorlati alkalmazásának legfőbb akadályai a kiválogatott kórokozók ipari méretű szaporítása. A kokcidiumok *in vitro* tenyésztése ugyanis máig nem megoldott, ezért kizárólag élő, SPF állatok felhasználásával lehetséges, ráadásul az immunizáló hatás miatt egy-egy állat csak egyszer használható erre a célra. A baromfiiparban évtizedek óta törzskönyvezett vakcinák érhetők el, a házinyúl esetében a laboratóriumi szelekció szintjén megálltak a fejlesztések.

Akpo és munkatársai (2012) az *Eimeria* oociszták koraérett vonalait egy kísérletben felhasználták a lehetséges immunogenitás ellenőrzésére. Az *E. magna* és az *E. media* koraérett vonalai kielégítő eredményeket adtak a nyulak kokcidiózis elleni védelmében. Bár nem adtak teljes védelmet, jelentősen csökkentették az oociszta kibocsátást a fertőzést követően. Több kutatás irányult a kokcidiózis elleni rekombináns vakcinák kifejlesztésére is (Hanada és mtsai, 2003b; Abdel Megeed és mtsai, 2005; Xu és mtsai, 2008; Song és mtsai, 2010, 2013). Az *Eimeria* specifikus antigénjeinek jellemzése kulcsfontosságú lépés a rekombináns kokcidium vakcina kifejlesztésében. Song és munkatársai 2017-ben már beszámoltak az *E. stiedae*-vel fertőzött nyulak szérumból kimutatható fehérjékről. A fehérjéket MALDI-TOF/TOF-MS analízissel jellemezték bioinformatikával kombinálva és úgy vélik, a felismert fehérjék hasznosak lehetnek a nyúl kokcidiózisának leküzdésére szolgáló vakcina kifejlesztésében. A vakcinázás azonban a fejlesztés magas költségei miatt sajnos egyelőre nem jelent meg a nagyüzemi nyúltenyésztés gyakorlatában.

3.2. Az *Eimeria* fertőzöttség vizsgálati módszerei

Az *Eimeria* oociszták jelenléte a legtöbb gazdasági állatfaj esetében bélsárvizsgálattal megállapítható. A kokcidiózis rutin diagnosztikája a nyúl esetében napjainkban is az oociszták bélsárból történő mikroszkópos megfigyelésén és számlálásán alapul. Az azonosítás és a számlálás jelentősen gyorsítható digitális mikroszkóppal, és a képek mesterséges intelligencia/gépi tanulás algoritmussal történő feldolgozásával. Egyes esetekben a diagnózist a kórbonctani leletek – a megvastagodott bélfal és a nyálkahártya elhalás – alapján állítják fel, de léteznek specifikus diagnosztikai tesztek is, a fertőzést antigén ELISA és PCR vizsgálattal is meg lehet állapítani (You, 2014; Constantinoiu és mtsai, 2007).

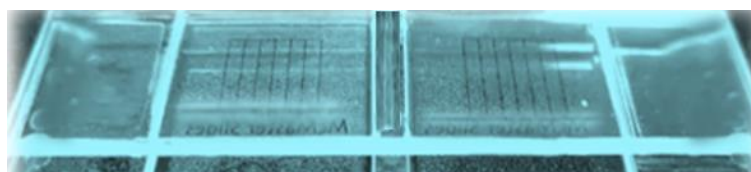
3.2.1. Mikroszkópos bélsár vizsgálatok

A bélsár minták vizsgálatánál jellemzően a mikroszkópos vizsgálatok előtt makroszkópos vizsgálatot is végeznek. Itt kerül ellenőrzésre, hogy vannak-e a mintában férgek (hegyesfarkú férgek) vagy egyéb szennyeződések. A mikroszkópos vizsgálat lehetővé teszi a kiürített peték, petecsomók, lárvák, oociszták, trophozoiták kimutatását. A feregpetéket és az egysejtűek oocisztáit az alak és méret alapján lehet megkülönböztetni. A működési elvtől függően az elkülönítés különböző koproszkópiás módszerekkel történik: közvetlen eljárásokkal, dúsítás nélkül (pl. bélsárkenetek festés nélkül, a mozgó stádiumok kimutatása, vagy megfestett kenetek), vagy ellenkezőleg, a parazitastádiumok dúsítására szolgáló módszerekkel: ülepítéssel, felszindúsítással (centrifugálással vagy anélkül), kombinált ülepítéssel, Baermann technikával,

specifikus dúsítási módszerekkel. Ezek a módszerek megfelelőek egyes paraziták kimutatására, azonban nincsen egyetlen olyan módszer, amely egyformán alkalmas a jelen lévő összes parazita és stádium kimutatására. A használandó módszert a várható parazita stádiumok alapján kell megválasztani, és többféle módszerre lehet szükség ahhoz, hogy a lehetséges fertőzések teljes skáláját sikerüljön lefedni. Az érzékenység javítását a kombinált bélsár ülepitéses - felszindúsításos eljárással lehet elérni és ez a módszer félkvantitatívnak tekinthető, ha konzisztens módon és meghatározott bélsárminta mennyiséggel végzik el (ESCCAP, 2022).

3.2.2. A módosított McMaster peteszámláló technika

A bélsármintában lévő oociszták számának megállapítására a legáltalánosabb és leghatékonyabb módszer juh, kecske, szarvasmarha, ló és nyúl esetében a módosított McMaster vizsgálat. Ez egy flotációs technika, amely elválasztja a parazita oocisztáit a szennyeződéstől a sűrűség alapján. A módszerhez speciális McMaster cellát (2. ábra) alkalmaznak (URL1).



2. ábra: McMaster számlálókamra

A technikát féregpeték és kokcidium oociszták bélsárból történő kvantitatív kimutatására fejlesztették ki. Meghatározott mennyiségű bélsár úszik egy kamrában és megjelölt mezőnként végzik a számolást mikroszkóposan. A parazitastádiumok megszámlolt darabszámából kiszámítható a mennyiségük 1 g bélsárra vetítve, amit PPG-ben (pete per gramm) vagy OPG-ben (grammonkénti oociszta-számban) fejeznek ki (URL1).

3.2.3. *Eimeria* oociszta kimutatása ELISA módszerrel

Az ELISA legegyszerűbb formájában a vizsgálandó mintából származó antigéneket egy felülethez rögzítik. Ezután egy megfelelő antitestet visznek fel a felületre, hogy az meg tudja kötni az antigént. Ezt az antitestet egy enzimhez kötik, majd a nem kötött antitesteket eltávolítják. Az utolsó lépésben az enzim szubsztrátját tartalmazó anyagot adnak hozzá. Ha volt kötődés, az ezt követő

reakció kimutatható jelet, leggyakrabban színváltozást eredményez. Az ELISA elvégzéséhez legalább egy, egy adott antigénre specifikus antitestre van szükség (Engvall és Perlmann, 1972).

Az ELISA tesztet az *E. acervulina*-val, *E. maxima*-val vagy *E. tenella*-val fertőzött baromfi fajok szérumában és/vagy tojóasságájában, valamint *E. nieschulzi*-val fertőzött patkányok szérumában lévő kokcidiumok elleni antitestek kimutatására használták. Rose és Mockett (1983) a parazita különböző fejlődési szakaszaiból előállított antigéneket teszteltek, és megvizsgálták a különböző *Eimeria* fajok közötti keresztreakciókat. Vizsgálták a teszt előnyeit és lehetséges alkalmazásait.

Olfat (2000) vizsgálatának célja a máj kokcidiózisának korai diagnosztizálása nyulak *E. stiedae*-vel való kísérleti fertőzése során. Diagnosztikai eszközként hisztopatológiai vizsgálatot és ELISA-t használtak. Az oociszta antigént használó ELISA a fertőzés utáni első héten képes volt kimutatni az *E. stiedae* antitesteket, és a legmagasabb szintet a fertőzés utáni 21. napon érte el. Míg az oociszták ürülése a 16. naptól kezdődött, és a legmagasabb oociszta számot (276 860 oociszta/g bélsár) a 22. napon figyelték meg, majd a fertőzést követő 46. napon 1000 oociszta/g bélsár értékig csökkent az ürítés. Az oociszta antigént használó ELISA bizonyult a legjobb eszköznek a máj kokcidiózisának korai diagnosztizálására, és használható telepi vizsgálatokban is a nyúlfarmokon a kokcidiózis szeroprevalenciájának felmérésére.

3.2.4. *Eimeria* oociszta kimutatása PCR módszerrel

PCR (polymerase chain reaction) azaz a polimeráz-láncreakció tesztel a mikroba DNS/RNS állománya alapján a mikroba jelenléte kimutatható. A PCR egy olyan molekuláris biológiai technológia, amely lehetővé teszi a DNS egy kis darabjának megsokszorozását vizsgálat céljára. Fertőző betegségek esetén közvetlenül a fertőzés után elvégezhető, így jóval a tünetek megjelenése előtt lehetővé válik a diagnózis felállítása és idejében megkezdhető a kezelés. A PCR technológia lehetővé teszi a fertőzés kimutatását akkor is, ha az immunválasz valamilyen elmarad, illetve a vizsgálat nem ad álopozitív eredményt korábban lezajlott fertőzések esetén sem (URL2).

Magyarországon az *Eimeria* oociszta kimutatásában - hasonlóan az ELISA vizsgálatokhoz - ez a módszer sem elterjedt, de több nyugat-európai országban működő labor már alkalmazza ezt az eljárást. Oliveira és munkatársai (2011) a nyulakat fertőző 11 *Eimeria* faj kimutatását és megkülönböztetésének molekuláris diagnosztikai vizsgálatának fejlesztését írták le. Meghatározták az ITS1 riboszomális DNS-ek nukleotidszekvenciáját, és minden fajhoz fajspecifikus primereket terveztek. Ezek az új diagnosztikai vizsgálatok lehetővé teszik a nagy érzékenységű és specifikus felmérések elvégzését, ezáltal hozzájárulva a kokcidium paraziták epidemiológiájának jobb megértéséhez. Yan és munkatársai (2013) hat különböző *Eimeria* faj (*E. stiedae*, *E. intestinalis*, *E. flavescens*, *E. media*, *E. magna* és *E. irresidua*) teljes ITS1-5.8S rRNS-

ITS2 szekvenciáját klónozták univerzális primerekkel, az LY és KF izolátumok genomiális DNS-ét használva templátként. Ezek az eredmények azt mutatták, hogy mind az ITS1, mind az ITS2 szekvenciák specifikusak minden *Eimeria* fajra nyulakban. Az ITS1 és ITS2 polimorf helyein alapuló specifikus és érzékeny multiplex PCR diagnosztikai tesztet fejlesztettek ki, amelyet a három erősen patogén faj, az *E. stiedae*, az *E. intestinalis* és az *E. flavescens* azonosítására használtak nyulakban. Eredményeik hatékony eszközt jelenthetnek a nagy patogenitású *Eimeria* fajok klinikai differenciálására nyulakban, valamint a nyúlkokcidiumok populációgenetikai vizsgálatára.

3.2.5. Az *Eimeria* fertőzöttség kimutatásának kórbonctani és gyakorlati lehetőségei

Nyulak esetén a kórbonctani tünetek a bél- illetve epeér kokcidiózis esetén eltérően alakulnak, valamint a betegség súlyossága a lenyelt oociszták számától és a bélkokcidiózis esetén az *Eimeria* faj patogentásától is függenek (Mayer és Donnelly, 2012).

Az epeér, vagy máj kokcidiózis kiváltásában egyetlen kokcidium faj játszik szerepet, az *E. stiedae*. A kórokozó az epeerek hámszövetében élősködik és a hámsejtek belsejében nagy mértékben képes elszaporodni. A fertőzött nyulakat jellemzően étvágytalanság jellemzi, valamint érdes, sprőd szőrzetűek lehetnek. A máj kokcidiózisa leggyakrabban szubklinikai jellegű, de előfordulhat, hogy a növendék, vagy hízőnyulak nem produkálnak elvárható „normális” növekedést. A beteg állat bágyadt, étvágytalan, gyakori a felfűvódás, a bélsárpangás vagy éppenséggel a hasmenés. Az epeerek hámsejtjei nagy fokban roncsolódnak, gyulladásba kerülnek és burjánzanak. Boncoláskor kis, sárgásfehér gócok találhatók az egész máj parenchyma állományában, melyek a korai stádiumban élesen elhatárolódnak a környezetüktől, míg a későbbi szakaszokban összeolvadnak. A korai elváltozások metszéslapjai hígan folyó (tejszerű) tartalmúak, a régebbi elváltozások közepén sűrűbb (sajtszerűbb) állagú tartalmat lehet látni. A megnagyobbodott máj felületén és metszéslapján jól előtűnnek a megvastagodott falú, kitágult epeerek, melyek kölesnyi-borsónyi szürkéssárga gócok alakjában szabad szemmel is jól láthatók. Üregükben zöldessárga, olykor besűrűsödő váladék, gennyszerű vagy sajtos törmelékes anyag található, amelyben mikroszkóp alatt sok-sok oociszta látható. A kokcidiózis ezen formájának diagnózisa a durva makroszkópos és a mikroszkopikus változásokon, valamint az epeutakban lévő oociszták kimutatásán alapul. Súlyos fertőzés esetén az epeerek megszélesbedett kötegekként tűnnek elő (Mayer és Donnelly, 2012; Radnai, 2013b).

A bélkokcidiózis esetében sajnos nincsen olyan egzakt patológiai elváltozás, mint a májkokcidiózisnál és a klinikai tünetek is jellegtelenek. Az elválasztást követő időszakban a hízőnyulak nem gyarapodnak, rosszul fejlődnek, valamint étvágytalanság, csökkent takarmány- és vízfogyasztás, olykor nyálkás, máskor vízszerűen híg hasmenés figyelhető meg. A bőr

rugalmatlanná válik és gyakori a felfűvódás, esetenként előfordul bélsárrekedés vagy változóan híg bélsár ürítése észlelhető. A nyulak szőrzete borzolt, fénytelen. A betegség súlyosabb stádiumában az ürülék vércsíkokkal tarkázott lehet (Radnai, 2013b).

Gregory és Catchpole (1986) szerint súlyos *E. flavescens* fertőzést követően a 12. napra a vakbél nyálkahártyájának kiterjedt lemeztelenedése (denudációja) volt megfigyelhető. Vítovec és Pakandl (1989) szerint az *E. coecicola* esetében a kóros elváltozások a fertőzést követő 4. naptól a merogónia kialakulásával jelennek meg, ahol a nyálkahártya felső részének lumen felé eső rétegének duzzanata figyelhető meg, valamint gyulladásos sejtes infiltráció és folyadékki lépés (exsudatio) váladékozás is látható.

Okumu és munkatársai (2014) boncoláskor a nyulak 29,5%-ánál tapasztaltak enteritist, amelyet klinikai és szubklinikai bélkokcidiózis okozott. Ezeknek a nyulaknak a bélnyálkahártyáján a következő súlyos elváltozások voltak megfigyelhetők: általánosan jellemző a vérerek tágulata és következményes vérpangás túlzott felhalmozódása az erekben (27,9%), apró, tűszúrásnyi vérzések pontok a nyálkahártyán (8,2%), a belekben véres béltartalom (13,1%) vagy sárgás, enyhén nyálkás tartalom (13,1%) jelenléte, illetve hígán folyó, „vizes” béltartalom (4,9%). Ezekből a nyulakból gyűjtött bélsármintákból általában több *Eimeria* fajjal való, kevert fertőzést mutattak ki.

3.2.6. *Eimeria* fertőzés kimutatása a nyulak termikus profilja alapján

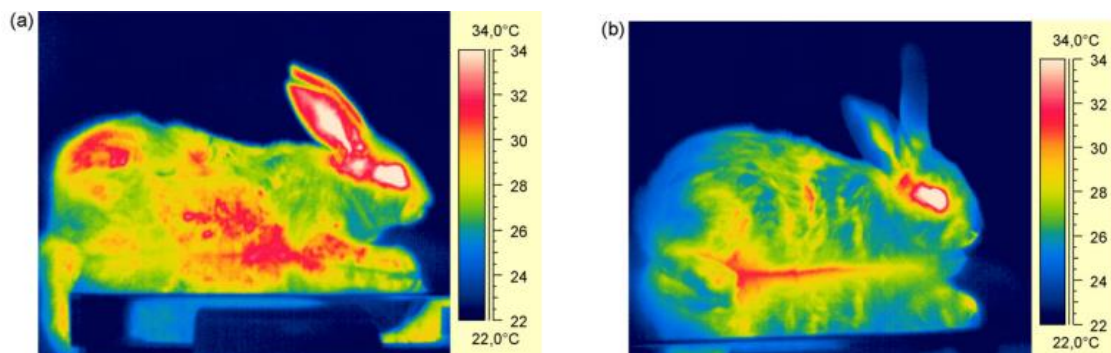
A kokcidiózis tünetei a nyúl immunállapotától, a betegség megfigyeléskori időpontjától, valamint az *Eimeria* fajtól is függenek (Li és Ooi, 2009).

A súlyosan fertőzött állatoknak jelentős mennyiségű vizes bélsár ürítése, azaz hasmenése lesz, amely a nagyfokú folyadékvesztés révén gyors kiszáradáshoz és vérkeringési elégtelenséghez vezethet. Emellett a bélhám sérülése és a vakbél-fermentáció zavara következtében felszívódási zavar és energiahány alakul ki. Ezek a tényezők együtt okozzák a testhőmérséklet jelentős csökkenését, így a kokcidiózis egyik jellegzetes tünete a hipotermia (Witlock, 1984; Koinarski, 1985; Pinard-van der Laan és mtsai, 2009). A kokcidiózis során fennálló hipotermiát Herrick már 1950-ben felismerte, aki a hő terápia felhasználását szorgalmazta állományok esetében a kokcidiózis kitörése idején. Witlock és munkatársai (1981) megerősítették, hogy a test hőmérséklete kokcidiózis esetén csökkent egészen az elhullás pillanatáig.

Az infravörös termográfia (IRT) egy modern, nem invazív, biztonságos hőprofil-vizualizációs technika, melyet az állatgyógyászatban is alkalmaznak (Kastberger és Stachl, 2003).

Vadlejch és munkatársai (2010) *E. intestinalis* kórokozóval előidézett kísérletes fertőzéssel súlyos kokcidiózist indukáltak nyulakban, amely esetben ezzel a technikával kimutatható volt a

hipotermia és az állatok teljes termikus profilja megváltozott. Megállapították, hogy az *E. intestinalis* jelentősen befolyásolhatja a nyulak homeosztázisát, és ennek következtében termikus állapotukat. Ebben a vizsgálatban az IRT jelentős változásokat észlelt a szervezetben, a testfelületi hőmérsékletében a kokcidiózis alatt (3. ábra).

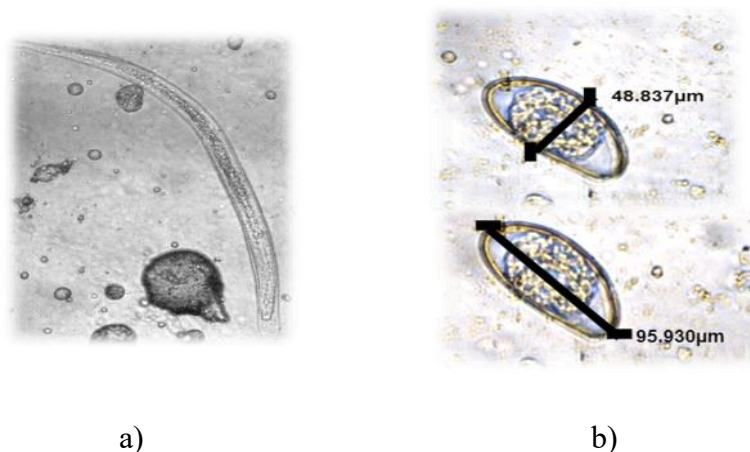


3. ábra: Egészséges nyúl termikus profilja (a) és *E. intestinalis* oocisztákkal fertőzött nyúl termikus profilja (b) (Vadlejch és mtsai, 2010)

3.3. *Passalurus ambiguus*

Varga és munkatársai (2014) tanulmánya alapján a világ különböző részein számos fonálféreg fertőzöttség érinti a vadon élő nyulakat. Fonálféreg fertőzések házi nyulak, különösen a hobbi nyulak esetében viszonylag ritkák, ez alól kivételt képez a *Passalurus ambiguus*. A *P. ambiguus* (Rudolphi, 1819), ún. nyúlféregként is ismert, az *Oxyuroidea* családba tartozik, és az egyik leggyakoribb nyúlfonálféreg, amely világszerte elterjedt házi- és vadon élő nyulakban egyaránt (Taylor és mtsai, 2015; Abdel-Gaber és mtsai, 2019).

A *P. ambiguus* faj- vagy gazdaspecifikus, vagyis csak nyulakban él (Hussein és mtsai, 2022). A féreg kisméretű, a hímek 3-5 mm, míg a nőstények 8-12 mm hosszúak. A peték 95-103 x 43 mikrométer méretűek (Kotlán és Kobulej, 1972). A *P. ambiguus* peték tojásdadok (Varga, 2013), világosbarna színűek (Mehlhorn, 2016) és kettős héjú vékony faluk van (Sultan és mtsai, 2015), amelyek aszimmetrikusak (Mehlhorn, 2016) és az egyik oldalon kissé laposak (4. ábra).



4. ábra: *Passalurus ambiguus* féreg (a) és peték (b) (saját felvételek)

A kifejlett *P. ambiguus* férgek a vakbélben és a vastagbélben élnek. A vékonybélben csak éretlen, korai alakjuk található. A fertőzés peték lenyelésével történik, amelyeket a nőstény férgek a vakbélben ürítenek és a peték azonnal fertőzővé válnak, amikor az állat bélsarával a környezetbe kerülnek. A peték a bélsárral ürülnek, továbbá a nőstény a perianális bőrre tapaszthatja azokat. Friss bélsárban a peték morula-gastrula stádiumban vannak, vagy már fertőzőképes lárvát tartalmaznak (Kassai, 2003), amelyek képesek fertőző állapotba fejlődni a környezetben (URL3). A *P. ambiguus* jelenlétének általában nincs klinikai jele még súlyos fertőzés esetén sem (a nyúl akár 1000-nél nagyobb számú parazitával is fertőzött lehet).

Gyakorlati megfigyelések alapján elmondható, hogy a *P. ambiguus* nem okoz komoly veszélyt az egészségre, és gyakran észrevétlenül él nyulakban, de kellemetlen viszketést és bőrgyulladást vagy bőrpírt okozhat a végbélnyílás körül. Ezzel szemben Hönich és munkatársai (1978) szerint a féreggel való erős fertőzöttség bélgyulladást okozhat. A béltartalomban élő paraziták több módon is káros hatást fejtenek ki a gazdaszervezetre, az általuk előidézett toxikus és mechanikus hatások, valamint a tápanyag-elvonás egyaránt negatívan befolyásolják a gazdaszervezet egészségét. A tünetek közé tartozhat a hasmenés, a fogyás, a neurológiai tünetek és akár az elhullás is (Sioutas és mtsai, 2021). A férgek jelenléte összefüggésbe hozható a vakbél eltömődésével, amelyet a bélmozgás leállása, erős fájdalom és gázfelhalmozódás kísér.

Boncoláskor a *P. ambiguus* férgek megtalálhatóak a vakbél üregében és nyálkahártyájában. A férgek lelőhelyeiken gyulladást indukálnak. A legsúlyosabb elváltozások a vakbélben találhatóak, (URL3).

Mykhailiutenko és mtsai (2019) megállapították, hogy a *P. ambiguus* a nyúlfélék gyakori fertőzése, amely klinikailag a végbélnyílás körüli intenzív viszketésben, különböző emésztési zavarokban és testsúlycsökkenésben nyilvánul meg.

Nyulakban a *P. ambiguus* férgesség krónikus lefolyása során a vastagbélben patomorfológiai elváltozások alakultak ki, a vastagbél epithel sejtjei károsodnak és leválnak, a bélnyálkahártya mirigyei kitágulnak. A *P. ambiguus* a krónikus hurutos vastagbélgyulladás előfordulásának etiológiai tényezője.

Sioutas és mtsai (2021) kimutatták, hogy a *P. ambiguus* fertőzés hatással lehet az anyák és fiatal nyulak termelésére is. A *P. ambiguus*-szal való önfertőzés a parazita szervezetbe való állandó visszakerüléséhez vezethet, ha nem tesznek ez ellen intézkedéseket. A szoptató anyák megfertőzhetik utódaikat szennyezett alommal vagy más anyagokkal. Tekintettel arra, hogy a *P. ambiguus* prepatens ideje 55 nap, ezért javasolják a nyulak 67 napos életkora körül a bélsár vizsgálatát. El-Ashram és munkatársai (2020) azonban azt állapították meg, hogy általában az elválasztott állatoknál figyelhető meg a legmagasabb endoparazitás és bakteriális fertőzés és az abból eredően növekvő megbetegedési és elhullási arány.

A *P. ambiguus* érzékeny a legtöbb féreghajtóra, pl. piperazinra és fenbendazolra. Az ivermektin azonban hatástalan ellene (Morrissey, 1996).

3.4. Statisztikai módszerek a parazitológiában

Paraméteres és nem paraméteres próbákat alkalmazhatunk statisztikai vizsgálatok elvégzésekor. Az előbbinek a feltétele a minták normál eloszlása (Hancz, 2004).

Jellemzően a normál eloszlás nem igaz a parazitás fertőzöttségekre, ugyanis a gazda egyedekben a paraziták eloszlása aggregált (Crofton, 1971), vagyis sok gazdán alig van vagy nincs is élősködő, míg kevés gazdán nagyon sok van.

A parazitológiában használt alapvető statisztikai mutatók:

- prevalencia: a vizsgált gazdafaj fertőzött egyedeinek száma osztva az összes vizsgált gazdaegyed számával (Papp, 1987);
- incidencia: új megbetegedések gyakorisága egy meghatározott időtartam alatt;
- intenzitás: a vizsgált gazdaegyedekben talált összes parazita száma osztva a fertőzött gazdaegyedek számával (Kovács, 2010);

- denzitás vagy egyedsűrűség: egy bizonyos parazita faj egyedszáma területegységenként, térfogategységenként, vagy a fertőzött gazda szövetének, illetve szervének tömegegységére vonatkoztatva (Papp, 1987);
- relatív denzitás vagy abundancia: egy bizonyos parazita faj összegyedszáma a gazdapopuláció 1 mintájában osztva a gazdafaj mintában lévő összegyedszámával (fertőzött + nem fertőzött egyedek), azaz a konkrét parazita faj talált egyedszáma osztva a vizsgált gazdák számával (Papp, 1987).

Ezenfelül alkalmaznak még Chi-négyzet próbát vagy Fisher-féle egzakt próbát, továbbá bootstrap tesztet (Margolis és mtsai, 1982; Papp, 1987; Kassai, 2003; Rózsa, 2005).

A statisztikai számítások elvégzéséhez sokan a Quantitative parasitology webes elérést is alkalmazzák, amelyben az alábbi felsorolások találhatók a parazitológiai statisztikai módszerekre (URL4):

- Descriptive statistics;
- Confidence int. for prevalence (traditional Clopper-Pearson CI);
- Confidence int. for prevalence (Blaker's method, shorter CI);
- Confidence int. for prevalence (Sterne's method, shorter CI);
- Confidence interval for the mean intensity (Bootstrap BCa);
- Confidence interval for the median intensity;
- Confidence interval for the mean abundance (Bootstrap BCa);
- Confidence interval for the mean crowding (Bootstrap BCa);
- Aggregation indices (var/mean; discrepancy; neg.binom.k).

A monitoring vizsgálatok esetében az exponenciális simító modellek jól használhatóak, amelyek egyenlő időtávolságban rögzített értékek egyedülálló halmazára alkalmazhatóak (URL5).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria oocisza* és *Passalurus ambiguus* fertőzőtségére

4.1.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás

A bélsármintákat 29 magyar és 2 szlovák nyúltenyésztő gazdaságban gyűjtöttük. Ez Magyarország hústermelő nyúlállományának körülbelül felét, míg Szlovákia esetében annak 80 %-át reprezentálja. A vizsgálat 200 és 6000 anyanyúl közötti állománymérettel dolgozó telepekre terjedt ki. A mintavételezések a termelés valamennyi szakaszát lefedték.

Az összes állományt teljes értékű, életkornak és termelési szintnek megfelelő, granulált takarmánykeverékkel etették (2. táblázat). Az anyáknál, illetve a hizlalás választás utáni és befejező szakaszában alkalmazott takarmányok jellemzően nem tartalmaztak féregellenes kiegészítést.

Erős fertőzőtség esetén állatorvosi rendelőnyre és felügyelet mellett eseti parazitaellenes kezeléseket alkalmaztak. Az eseti – jellemzően 3 napos – kezelések Flubendazol hatóanyaggal, itatásos formában történtek, döntően a választást megelőzően a laktáció idejében, a hizlaldákat nem érintették és feltételezhetően nem befolyásolták döntően az eredményeinket. (A nyulak tipikus adagja 20-50 mg/ttkg, szájon át adva naponta egyszer, 3-5 egymást követő napon keresztül.)

2. táblázat: Az egyes termelési ciklusokban etetett takarmányok átlagos kémiai összetétele

	Tenyésznövendék takarmány	Anyá takarmány	Választási takarmány	Befejező takarmány
Nedvesség, %	12,0	11,3	11,6	11,2
Ny. fehérje, %	15,0	17,3	15,3	15,6
Ny. zsír, %	2,9	3,9	3,3	4,3
Ny. rost, %	19,6	14,5	16,3	15,8
Hamu, %	6,8	7,3	6,6	6,6
ADF	23,7	17,5	19,7	19,2
NDF	39,1	32,6	37,5	36,8

A tartástechnológia szempontjából a vegyes bélsárminták a standard és állatjólléti szempontok szerint javított ketreces, valamint rácspadlós boxos tartásmódokban tartott nyulaktól származtak.

4.1.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés

Eimeria oociszták tekintetében az adatgyűjtés 2018 március és 2022 február közötti időintervallumban történt. Jelen vizsgálatban 5723 mintát értékeltünk, amely havonta átlagosan 127 mintaszámot jelentett, nem egyenlő eloszlásban. Az éves mintaszámok 22-28%-a esett az egyes évszakokra, ami több ezres elemszám esetében döntően nem befolyásolta az eredményeket.

A *Passalurus ambiguus* esetében az adatgyűjtés 2018 március és 2022 április közötti időszakban történt. A minták közül jelen vizsgálatban 7612 mintát értékeltünk, időszakonként nem egyenlő eloszlásban.

A minták gyűjtését standardizált módszer szerint végeztük. A mintavétel minden esetben a trágyacsatornából történt a nyulak alól, a mindennapos trágyakihúzást követően ürített friss bélsárból. Módszerünk szerint a mintákat az istállók trágyacsatornáiból soronként az első, középső és utolsó harmadból szedjük és elegyítjük. Soronként minimum 2-5 g bélsarat gyűjtöttünk, és ezeket elegyítettük, azaz a minta nem egyedi, hanem az istálló azonos korcsoportú egyedeinek vegyes, kevert mintája.

A felszindúsítás vizsgálatokat az S&K-Lap Kft. laboratóriumában végeztük. A mintákat a begyűjtést követően 48 órán belül vizsgáltuk. A felszindúsító oldat 400 g magnézium-szulfát ($MgSO_4$) és 1 liter desztillált víz oldata volt.

A bélsárminták feldolgozását kizárólag McMaster módszer szerint végeztük a Royal Veterinary College és a FAO ajánlása alapján (URL6).

A felszindúsítási vizsgálat során az *Eimeria* oociszták és a *P. ambiguus* peték számát regisztráltuk. A számlálókamrában ugyanazon dúsítási eljárás mellett megjelentek a peték mellett feltételezhetően a *P. ambiguus* lárva fejlődési stádiumú egyedei is. Ismeretes, hogy az általunk alkalmazott módszert csak az ürülő peték számának meghatározására alkalmazza a diagnosztika, ezért az eredmények értékelésekor csak azokat a mintákat tekintettük pozitívnak, amelyek petét tartalmaztak.

Az *Eimeria* oociszta vizsgálatok eredményeit OPG számban (oociszta / gramm bélsár) fejeztük ki. A számszerű eredményeket az elemzés megkönnyítése érdekében kategóriákba soroltuk, így a

vizsgálat eredménye negatív ($OPG = 0$), alacsony ($1 \leq OPG \leq 358$), magas ($359 \leq OPG \leq 5000$), nagyon magas ($5000 < OPG$) oociszta szám lehetett.

4.1.3. Statisztikai értékelés

Az OPG negatív és OPG pozitív bélsár minták előfordulási arányát az egyes évszakokban, valamint a *P. ambiguus*-ra nézve negatív és pozitív bélsár minták előfordulási arányát az egyes évszakokban Chi-négyzet próbával hasonlítottuk össze, IBM SPSS 29.0 programcsomag segítségével.

4.2. *Eimeria spp.* fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken

4.2.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás

A bélsármintákat 13 magyar nyúltenyésztő gazdaságban gyűjtöttük Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar, Pest, Bács-Kiskun és Somogy megyékben. Ez Magyarország hústermelő anyanyúl állományának körülbelül egyharmadát reprezentálja.

A tartásmód és a takarmányozás a 4.1.1. pontban leírtakkal megegyezett.

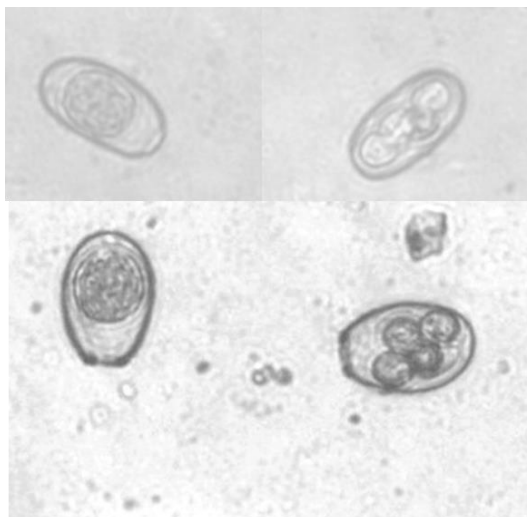
4.2.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés

Az *Eimeria* oociszták fajösszetételének meghatározása tekintetében az adatgyűjtés 2022 augusztus és 2022 november közötti időintervallumban történt. Ez idő alatt 54, oocisztákat tartalmazó bélsármintát elemeztünk fajmeghatározás céljából, és összesen 1235 oocisztát értékeltünk.

A trágyaminták gyűjtése a 4.1.2. pontban leírtaknak megfelelően történt.

A mintákat a begyűjtést követően 48-72 órán belül feldolgoztuk, valamint a sporulálásra elkülönített feldolgozott mintákat 4 nap múlva ellenőriztük.

Az oociszták sporulációjához a 4.1.2. alfejezetben leírt felszindúsító oldatot használtuk és a leszűrt folyadékot szobahőmérsékleten tároltuk. A sporulált oocisztákat 4 nap elteltével vizsgáltuk, mintánként a véletlenszerűen kiválasztott első 20 oocisztát azonosítottuk morfológiai jegyek alapján (5. ábra).



5. ábra: Nem sporulált (bal oldal) és sporulált (jobb oldal) oociszták (saját felvételek)

A vizsgálatokat fénymikroszkóp és egy digitális mikroszkóp (6. ábra) és szoftver (Aenscope, AENSys Kft., Szeged) segítségével végeztük, amely a mikroszkópra csatlakoztatott digitális kamera képét a számítógép képernyőjén megjeleníti, és a mikroszkóp skálájához kalibrálható virtuális vonalzó funkció révén jelentősen megkönnyíti a látómező síkjában történő mérések elvégzését.



6. ábra: A használt fénymikroszkóp és digitális mikroszkóp (saját felvételek)

4.2.3. Statisztikai értékelés

Az egyes *Eimeria* fajok sporulált és sporulálatlan oocisztáinak hosszúság és szélesség méreteit t-próbával hasonlítottuk össze „R” program alkalmazásával.

4.3. A nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oociszta és a *Passalurus ambiguus* fertőzöttsége az életkor függvényében

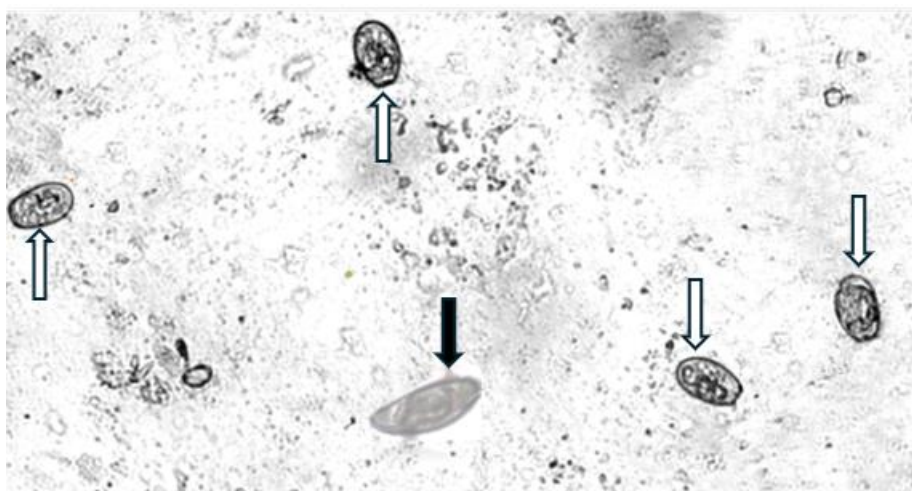
4.3.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás

Az állatok elhelyezése a 4.1.1. pontban leírtakkal megegyező volt.

4.3.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés

A bélsárminták gyűjtése mindkét parazita vizsgálatához 2018 március és 2024 március közötti időintervallumban történt. A bélsárminták begyűjtése 2018-2022 között 29 magyar és 2 szlovák nyúltenyésztő gazdaságból történt, majd 2022-2024 között a mintavételezés kizárólagosan magyarországi farmokra korlátozódott. Az *Eimeria* oociszták (7. ábra) vizsgálatában 4060 mintát, míg a *P. ambiguus* (7. ábra) esetében 5469 mintát értékeltünk, időszakonként nem egyenlő eloszlásban.

A trágyaminták gyűjtése, valamint a felszindúsításos vizsgálat a 4.1.2. pontban leírtaknak megfelelően történt.



7. ábra: A képen sporulált *Eimeria* oociszták (fehér) és *Passalurus ambiguus* pete (fekete) láthatóak (saját felvétel)

4.3.3. Statisztikai értékelés

A statisztikai értékeléshez IBM SPSS 29.0 programcsomagot használtunk. Az adatokat előrejelzés statisztikai modellel elemeztük, ezen belül egy úgynevezett exponenciális simító modellt alkalmaztunk. Az aktuális megfigyelt érték és az előző simítási állapot segítségével az egyes megfigyelt pontok simítási állapotainak kiszámításához biztosítanak képleteket. A simítási egyenletek az aktuális érték és az idősor előző állapotainak súlyozott átlagát biztosítják. Az aktuális érték vagy állapot súlya 0 és 1 közötti értékű modellparaméter, az előző értékek pedig exponenciálisan csökkennek. Az adatokat darabszám alapján és százalékosan is értékeltük. Az *Eimeria* oociszta és a *P. ambiguus* fertőzöttség közötti összefüggést Pearson-féle korrelációval elemeztük.

4.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására

4.4.1. Állatok, elhelyezés, takarmányozás

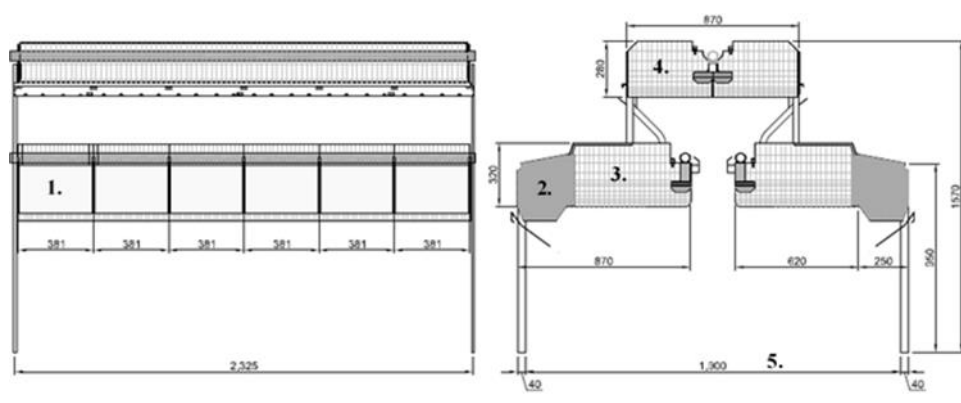
Két vizsgálatot végeztünk a Tetrabbit Kft. két magyarországi nyúltelepén (Első (I.) vizsgálat: Vaskút; Második (II.) vizsgálat: Dabas) Hycol választott nyulakkal, amelyek a Tetrabbit integráció fülöpházai telepéről származtak (Vaskút 118 km, Dabas pedig 46 km távolságra

található Fülöpházától). Mindkét telepen az épületekben 18-22°C hőmérsékletet és napi 8 órás megvilágítást biztosítottuk.

Az I. vizsgálatban (Vaskút) csoportonként 90 nyúl egyedi testsúlyát mértük és súlygyarapodását értékeltük, emellett azonos körülmények között tartott 1600 nyúl (csoportonként 800 egyed; azonos épületben és tartástechnológiában elhelyezve) elhullási adatait és bélsár mintáit vizsgáltuk. Az első vizsgálatban a technológiába beépített gépi takarmánykiosztás nem tette lehetővé, hogy a takarmány mennyiségét precízen mérjük és a takarmányfogyasztást, illetve a takarmányértékesítést értékeljük.

A II. vizsgálatban ugyancsak csoportonként 90 egyed termelési adatait értékeltük (egyedi testsúly és súlygyarapodás, továbbá ketrecenkénti takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés), illetve csoportonként 1050, azonos körülmények között tartott egyed elhullását vizsgáltuk és gyűjtöttünk tőlük elegendő bélsármintát. Az I. vizsgálat a nyulak 37 és 72 napos, a II. vizsgálat pedig 38 és 66 napos kora közötti intervallumban valósult meg.

A nyulakat mindkét telepen drótrácsból készült ketrecekben tartottuk. A dabasi telepen Meneghin Pratica + Rimonta (8. ábra), míg a vaskúti telepen Pratica egyszintes ketrecek (a Pratica + Rimonta ketrecek alsó szintjével megegyező) álltak rendelkezésre. Mindkét vizsgálatban ketrecenként 5-5 egyed volt elhelyezve (ketrecméret: 0,38 m x 0,87 m x 0,32 m; telepítési sűrűség: 15 nyúl/m²).



8. ábra: Pratica+Rimonta típusú ketrecek'ből álló ketrecblokk

(1. Pratica ketrec; 2. Pratica ketrec fészeknek leválasztható része; 3. Pratica ketrec anyaketreccé alakítható része; 4. Rimonta ketrec; 5. A ketrec lábainak távolsága)

A választott nyulakból 2-2 csoportot alakítottunk ki az etetett takarmány alapján: a Kontrol csoport nyulai kereskedelmi forgalomban kapható, granulált takarmánykeveréket ettek, míg a Magas rost csoport nyulai egy speciális, magas rosttartalmú (egyben alacsonyabb energia- és nyersfehérje-tartalmú) nagyüzemi takarmánykeveréket kaptak *ad libitum*. Az etetett takarmányok összetételét és táplálóanyag-tartalmát a 3. táblázat tartalmazza. A takarmányok medikációt (Robenidin 66 ppm és Valnemulin 30 ppm) tartalmaztak.

3. táblázat: A takarmányok összetétele és táplálóanyag-tartalma

Alapanyagok, %	Takarmány	
	Kontrol	Magas rost
Lucernaliszt pellet, CP16-18%	33,00	36,00
Szójahéj, CF32-36%	1,00	12,00
Búzakorpa	30,00	20,00
Cukorrépa pellet, SUG<10%	3,00	2,00
Árpa	5,00	6,10
Napraforgódara, CF16-20%	15,00	10,00
Zab	5,00	3,00
Melasz	3,00	2,00
Napraforgóhéj	2,00	5,00
Arbocell	0,50	2,00
Napraforgó olaj	1,00	1,00
Kalcium-Karbonát	0,90	0,20
Só	0,20	0,20
Nyúl Premix, 0,3%	0,30	0,30
L-Lizin HCL	0,05	0,10
DL-Metionin	0,02	0,02
Táplálóanyag tartalom		
DE nyúl, MJ	9,0	8,4
Nyersfehérje, %	16,0	14,3
Nyerszsír, %	2,9	2,7
Nyersrost, %	17,5	24,0
NDF, %	38,0	43,6
ADF, %	22,0	28,3
ADL, %	5,7	6,4
Cellulóz, %	17,2	22,3
Hemicellulóz, %	15,3	15,1
Emészthető rost/ADF	1,03	0,80

A nyulak mindkét telepen *ad libitum* ihattak súlyszelepes önitatókból. Az ivóvíz minőségét pH, összcsíra szám és enterobaktérium tartalomra ATP (Ensure Touch) és DIP slide (Liofilchem Contact sile II) módszerrel vizsgáltuk. A mért paraméterek megfeleltek a nagyüzemi állattartó telepek minőségi kritériumainak (4. táblázat)

4. táblázat: Vízminőségi paraméterek alakulása a két telepen

Határérték	pH	Összcsíra, cfu/ml (5×10^2)	Enterobaktérium, cfu/ml (0)	ATP (>60)
I. vizsgálat (Vaskút)	7,4	$10^1 - 10^2$	0	28
II. vizsgálat (Dabas)	6,8	10^1	0	11

4.4.2. Mintagyűjtés és parazitológiai elemzés

A trágya mintavétele minden esetben a trágyacsatornából történt a nyulak alól a mindennapos trágyakihúzást követően ürített friss, nedves trágyából. A kevert, elegy mintákat (minden vizsgálati héten, csoportonként $n = 3$ pooled minta) felszindúsításos vizsgálatokkal az S&K-Lap Kft. laboratóriumában elemeztük a 4.1.2. alfejezetben leírtaknak megfelelően.

4.4.3. Statisztikai értékelés

A két csoport testsúlyának, súlygyarapodásának, takarmányfogyasztásának és takarmányértékesítésének összehasonlítását kétmintás T-próbával végeztük el, R programcsomag segítségével. Az elhullások értékeléséhez Chi-négyzet tesztet használtunk.

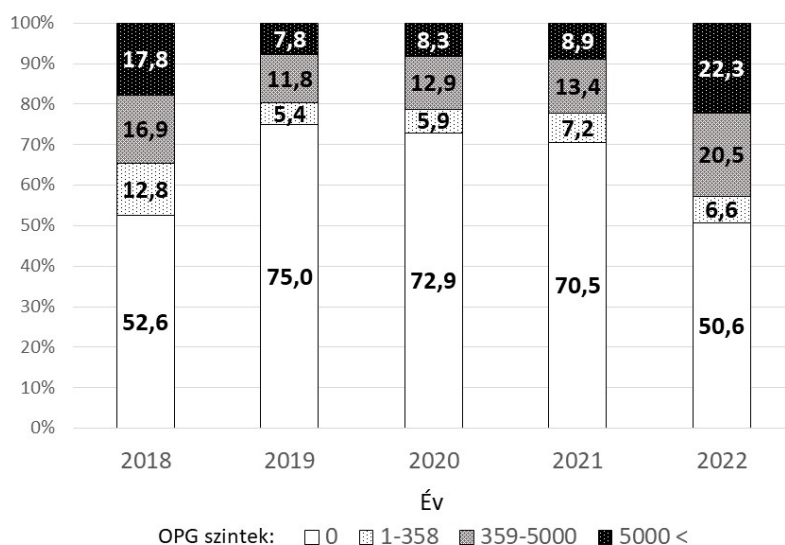
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

5.1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria oocishta* és *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére

5.1.1. *Eimeria oocishta* fertőzöttség

Az 5723 bevizsgált mintából 3889 minta negatív eredményt (68,0%), 404 minta alacsony (7,1%), 775 minta magas (13,5%), míg 655 minta nagyon magas (11,4%) OPG értékeket mutatott. Átlagosan tehát a minták 3/4-ében nem volt oocishta, vagy alacsony mértékű oocishta ürítést mértünk.

A 9. ábrán az adott évben feldolgozott minták OPG kategóriánkénti százalékos megoszlása látható.



9. ábra: Az eltérő mértékű oocishta fertőzést mutató minták %-os megoszlása az adatgyűjtés különböző éveiben

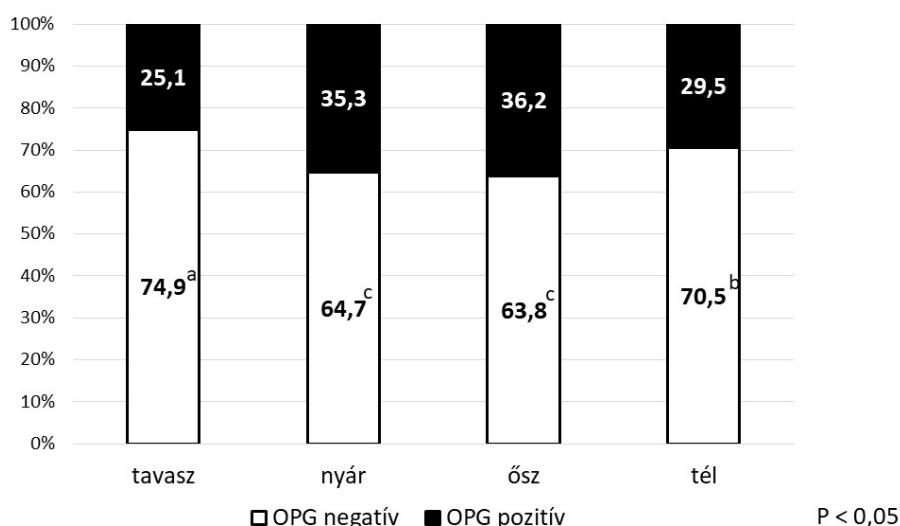
Az első év relatív nagy arányú OPG terheltséget mutató eredményeit követően komoly prevenciós munka következett. A betegség visszaszorítása érdekében végzett kezelések, új szerek és fertőtlenítési eljárások, kokcidiosztatikum cserék következtében javult az *Eimeria* fertőzöttség mutatója. Az utóbbi időszakban azonban a trend újból romlik és emelkedik a magas vagy nagyon magas OPG szintet mutató minták aránya. Az emelkedő OPG terheltség tekintetében azonban

figyelembe kell venni azt is, hogy 2022 januártól változott a takarmányokba keverhető és az ivóvízben használható gyógyszerek köre. Ez a változás az állományok állategészségügyi státuszában és a telepi mikroflórában is változást idézhetett elő.

A teljes vizsgálati időszak adatait figyelembe véve az oocisztát tartalmazó minták legnagyobb arányban a nyári és őszi időszakban fordultak elő (10. ábra; $P < 0,05$). Ebben a két évszakban a minták kissé több, mint egyharmada tartalmazott oocisztát. Kedvezőbb képet mutatott a téli időszak, amikor már szignifikánsan nagyobb arányban találtunk OPG negatív mintákat. A legkedvezőbb eredményeket pedig tavasszal tapasztaltuk, amikor a minták háromnegyede oocisztáktól mentes volt.

Grés és munkatársai (2003) által tett megfigyelések ellentmondanak saját eredményeinknek, mert vizsgálataikban vadon élő üregi nyulaknál tavasszal és ősszel magasabb volt az oociszta ürítés aránya, mint nyáron.

Vizsgálatunkhoz hasonlóan, Awais és munkatársai (2012) a kokcidiózis szezonális előfordulási gyakoriságát nagyüzemi körülmények között tartott brojlercsirkékben vizsgálták. Eredményeik szerint a kokcidiózis prevalenciája szignifikánsan ($P < 0,05$) magasabb volt ősszel (60,0%), ezt követte a nyár (47,4%), a tavasz (36,9%) és a téli időszak (29,9%).



10. ábra: OPG negatív és OPG pozitív minták előfordulási aránya évszaktól függően a teljes adatgyűjtési időszakra vonatkozóan

Eltérő betűk az értékek közötti szignifikáns eltérést jelölik ($P < 0,05$)

5.1.2. *Passalurus ambiguus* fertőzöttség

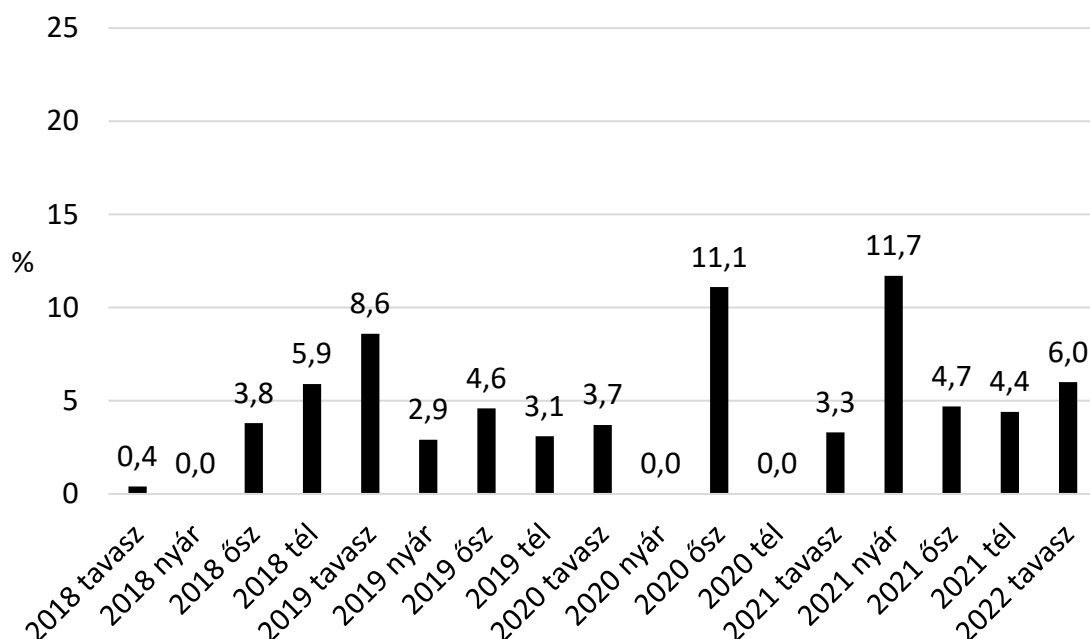
A 7612 bevizsgált mintából 335 minta mutatott *P. ambiguus*-ra vonatkozóan pozitív eredményt (4,4%), vagyis a minták közel 96%-a *P. ambiguus*-tól mentes volt.

A pozitív mintákból 143-ban (az összes vizsgált minta 1,9%-a) volt kimutatható a féregnek kizárólag a lárva formája, 270 minta (3,5%) tartalmazott kizárólag petét (11. ábra), továbbá 65 mintában mindkét fejlődési alak megtalálható volt (0,9%).



11. ábra: *Passalurus ambiguus* pete mikroszkopikus képe (saját felvétel)

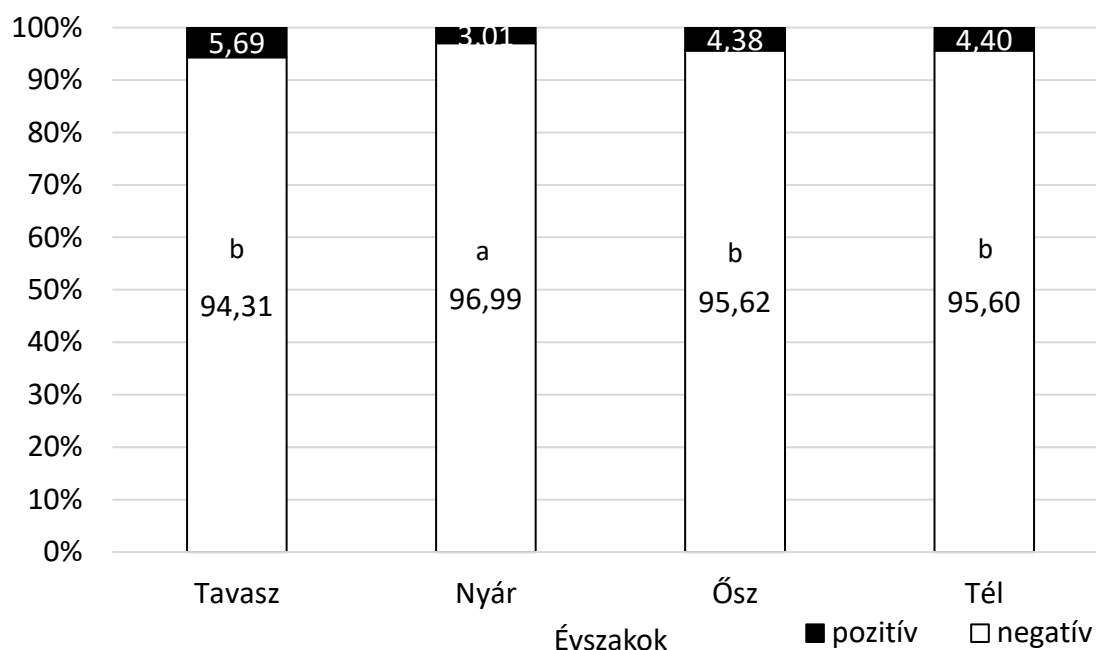
A 12. ábrán az egyes évszakokban a *P. ambiguus*-ra nézve pozitív mintáknak az összes vizsgált mintához viszonyított százalékos előfordulása látható. A minták fertőzöttségét tekintve az egyes évek eredményei (2018: 3,43%; 2019: 4,61%; 2020: 3,45%; 2021: 5,58%) és az éven belüli tendenciák nem minden esetben megegyezőek. Az egyes években eltérő időpontokban jelentkeztek a fertőzöttségi csúcsok.



12. ábra: *Passalurus ambiguus* pozitív minták előfordulási aránya évek és évszakok szerinti bontásban

A 13. ábra az évszakok összesített eredményei alapján mutatja a *P. ambiguus* fertőzöttséget.

A teljes vizsgálati időszak adatait figyelembe véve a *P. ambiguus* pozitív minták legkisebb arányban nyáron fordultak elő ($P < 0,05$). Az őszi és téli időszakban mért fertőzöttségi arányok teljesen azonosan alakultak és nem tértek el statisztikailag igazolhatóan a tavasszal mérhető fertőzöttségtől ($P = 0,06$).



13. ábra: A *P. ambiguus* pozitív minták előfordulási aránya évszaktól függően

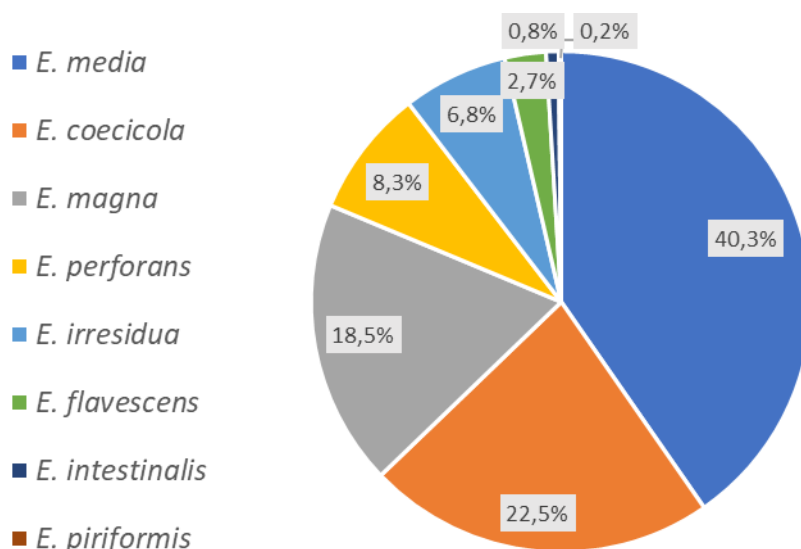
^{a,b}: eltérő betűk az átlagok közötti szignifikáns eltérést jelölik ($P < 0,05$)

Ezekkel némileg ellentétes eredményekről számoltak be Le Normand és munkatársai (2016). A legalacsonyabb *P. ambiguus* előfordulást ők is nyáron jegyezték le, azonban megállapították, hogy a legmagasabb ürítés ősszel történik, amit sorrendben a tavaszi és téli időszak követ.

5.2. A különböző *Eimeria* fajok előfordulása magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken

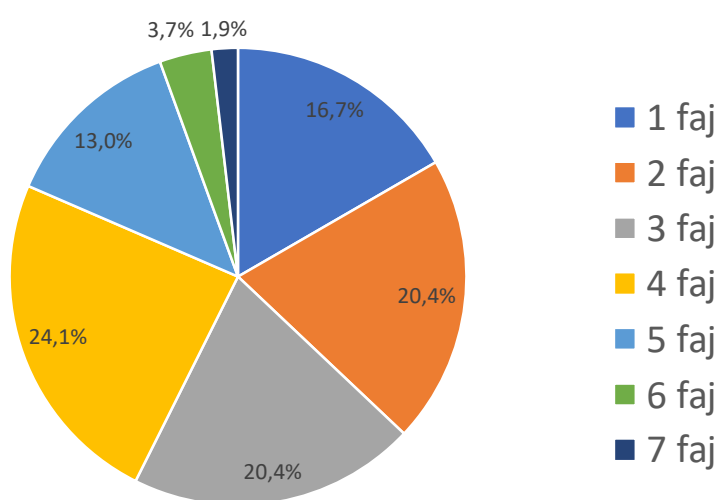
5.2.1. *Eimeria* oociszták fajösszetétele

A vizsgálatok során nyolc *Eimeria* fajt (*E. media*, *E. coecicola*, *E. magna*, *E. perforans*, *E. irresidua*, *E. flavescens*, *E. intestinalis*, *E. piriformis*) azonosítottunk hazai, nagyüzemi nyúltelepekről származó bélsármintákból, különböző előfordulási gyakoriságokkal. A 14. ábrán az összes azonosított oocisztán belül az *Eimeria* fajok százalékos előfordulási aránya látható.



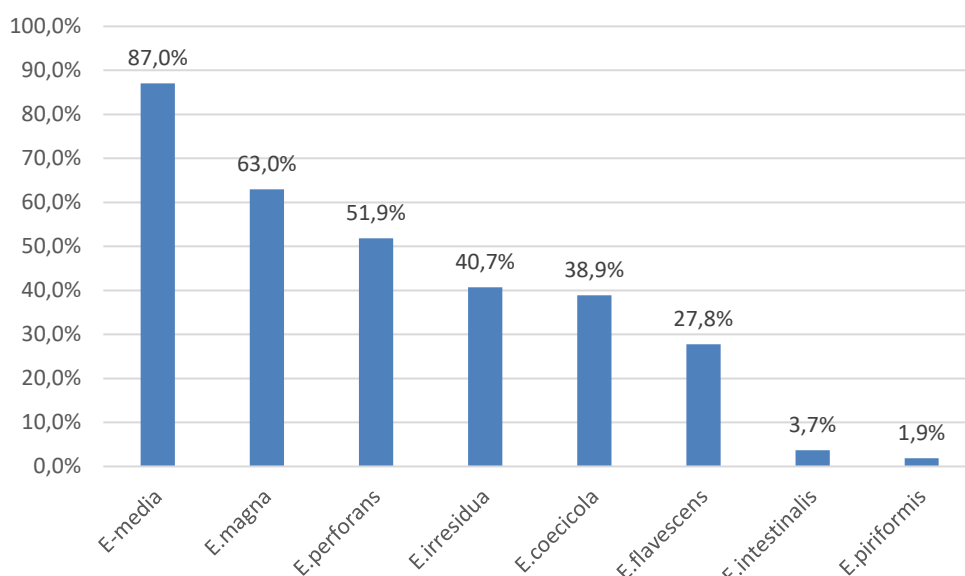
14. ábra: A hazai nyúltelepeken azonosított *Eimeria* oociszták fajok szerinti megoszlása

A 15. ábrán látható, hogy a pozitív minták csoportján belül milyen százalékban fordult elő egy vagy több *Eimeria* faj. A minták 83,3%-ában figyeltünk meg egyidejűleg több *Eimeria* fajt (2-7 faj között), azonban nem találtunk olyan mintát, amelyben mind a 8 általunk azonosított faj egyidejűleg kimutatható lett volna. Egyetlen faj a minták 16,7%-ában fordult elő, két vagy három faj 20,4%-ban. A legnagyobb arányban, a minták 24,1%-ában négy faj volt jelen. Kisebb arányban azonosítottunk 5 (13,0%), 6 (3,7%) illetve 7 (1,9%) különböző fajt.



15. ábra: Egy-egy mintában azonosított összes *Eimeria* faj számának előfordulási aránya

A 16. ábra mutatja, hogy az egyes azonosított *Eimeria* fajok a pozitív minták hány százalékában jelentek meg. A minták többségében az *E. media*, az *E. magna* és *E. perforans* fajok voltak kimutathatók. Jelentős arányban volt még jelen az *E. irresidua*, az *E. coecicola* és az *E. flavescens*. Az *E. intestinalis* és az *E. piriformis* csupán a pozitív minták néhány %-ában volt megtalálható.



16. ábra: Az egyes *Eimeria* fajok megjelenési aránya az oocisztát tartalmazó bélsármintákban

5.2.2. Az *Eimeria* fajok azonosítása során mért oociszta méretek

Összesen 487 oocisztát mértünk meg a kalibrált virtuális vonalzóval, a hosszúság és szélesség adatokat összehasonlítottuk a több évtizeddel ezelőtt közölt szakirodalmi adatokkal. Mértünk nem sporulált és sporulált oocisztákat is, de technikai okokból ugyanazt a parazita alakot nem tudtuk vizsgálni az érési folyamat előtt és után.

Szakirodalmi adatok alapján az oociszták sporuláltatását 2,5%-os vizes kálium-dikromát oldatban ($K_2Cr_2O_7$) Petri-csészékben végzik, jellemzően 29 fokos hőmérsékleten. A kálium-dikromát azonban nagyon veszélyes anyag. Saját vizsgálataim során kísérletet tettem az oociszták flotációs folyadékban ($MgSO_4$) történő sporuláltatására, ami sikerrel járt. Az oociszták megközelítőleg 2/3-a sporulált a flotációs folyadékban szobahőmérsékleten (24°C).

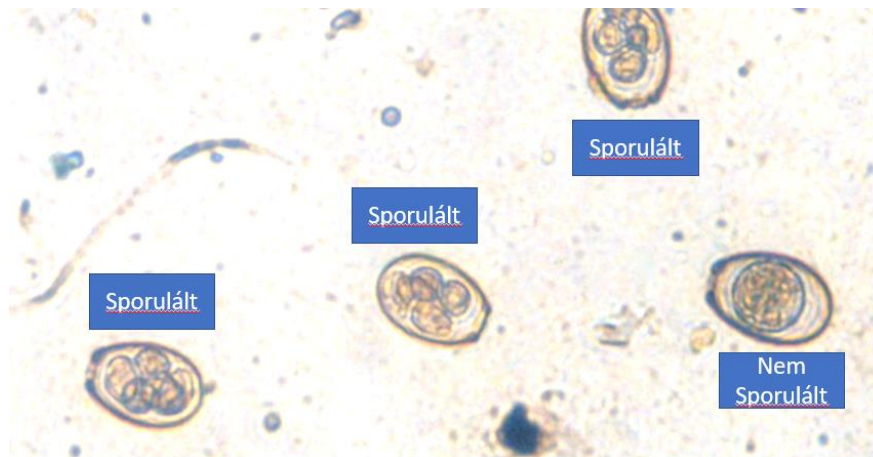
A sporulált és sporulálatlan oociszták méreteit az 5. táblázat mutatja. Az általunk regisztrált méretek mindegyik faj esetében beleesnek a szakirodalomban leírt mérettartományba (Rabie és mtsai, 2022).

5. táblázat: Sporulált és nem sporulált *Eimeria* oociszták méretei (átlag $\pm$ szórás, μm)

Faj	Hosszúság/ Szélesség	Sporulált		P-érték
		Nem	Igen	
<i>E. media</i>	Hosszúság	29,46 $\pm$ 2,92	32,31 $\pm$ 3,77	<0,001
	Szélesség	17,69 $\pm$ 2,64	19,48 $\pm$ 3,11	0,004
<i>E. magna</i>	Hosszúság	34,07 $\pm$ 3,48	31,85 $\pm$ 1,68	0,012
	Szélesség	24,02 $\pm$ 3,10	21,28 $\pm$ 0,95	<0,001
<i>E. coecicola</i>	Hosszúság	34,17 $\pm$ 3,71	34,16 $\pm$ 1,94	0,995
	Szélesség	20,63 $\pm$ 1,89	20,66 $\pm$ 0,82	0,941
<i>E. perforans</i>	Hosszúság	22,28 $\pm$ 2,68	21,80 $\pm$ 2,17	0,661
	Szélesség	14,52 $\pm$ 1,82	13,80 $\pm$ 1,30	0,298
<i>E. irresidua</i>	Hosszúság	36,58 $\pm$ 3,15	38,63 $\pm$ 3,17	0,071
	Szélesség	24,56 $\pm$ 3,04	24,45 $\pm$ 2,21	0,893
<i>E. flavescens</i>	Hosszúság	27,70 $\pm$ 3,47	-	-
	Szélesség	18,65 $\pm$ 3,60	-	-

Az *E. flavescens* esetében nem találtunk sporulált alakot a mintákban. Az *E. intestinalis* és *E. piriformis* alacsony elemszáma nem tette lehetővé a méretek értékelését és összehasonlítását.

Az *E. media* és *E. magna* esetében mind a szélesség mind a hosszúság tekintetében különbség mutatkozott a sporulált és a nem sporulált oociszták között (17. ábra). Míg az *E. media* sporulált oocisztái átlagosan 10%-kal hosszabbak és szélesebbek voltak ($P < 0,01$), addig az *E. magna* sporulált oocisztái 6-11%-kal rövidebbek és kevésbé szélesek voltak a nem sporulált oocisztákhoz viszonyítva ($P < 0,05$). A többi beazonosított *Eimeria* faj esetén nem volt statisztikailag igazolható különbség a sporulált és nem sporulált oociszták méretei között.



17. ábra: Sporulált és nem sporulált *E. magna* mikroszkópikus képe

5.2.3. Az egyes *Eimeria* fajok oocisztáinak patogenitás és termelési ciklusok szerinti előfordulási aránya

Az oocisztákat a faji beazonosítást követően, a Vetési (1990) által meghatározott 3, patogenitás szerinti csoportba soroltuk (6. táblázat). Eszerint a teljes vizsgálati időszakot tekintve döntően gyenge patogenitású fajok vannak jelen a hazai nyúlállományokban. A vizsgált oociszták egynegyede mérsékeltén patogén, míg az erősen patogén fajok közül csupán az *E. flavescens* volt jelen, 4% alatti arányban.

Árnyaltabb képet mutat a fajösszetétel termelési szakaszonkénti vizsgálata (6. táblázat).

Az 1-3. élethét (anyanyúl bélsárürítése) és a 4-5. élethét idején (anyanyúl és választás előtti nyulak bélsárürítése) a gyengén patogén fajok jellemzőek, a mérsékeltén és erősen patogének 10% alatti arányban jelentek meg. Jelen vizsgálatban, az elválasztás utáni időszakban (6-9. élethét) megnőtt a mérsékeltén patogén besorolású fajok oocisztáinak aránya, érdekes azonban, hogy erősen patogén fajokat nem tudtunk kimutatni ebben a periódusban. A hizlalás befejező szakaszában (10-13. élethét) ismét nagyobb arányban voltak jelen az enyhén patogén fajok, a mérsékeltén patogének aránya csökkent és itt is mutattunk ki erősen patogén *Eimeria* fajt (*E. flavescens*).

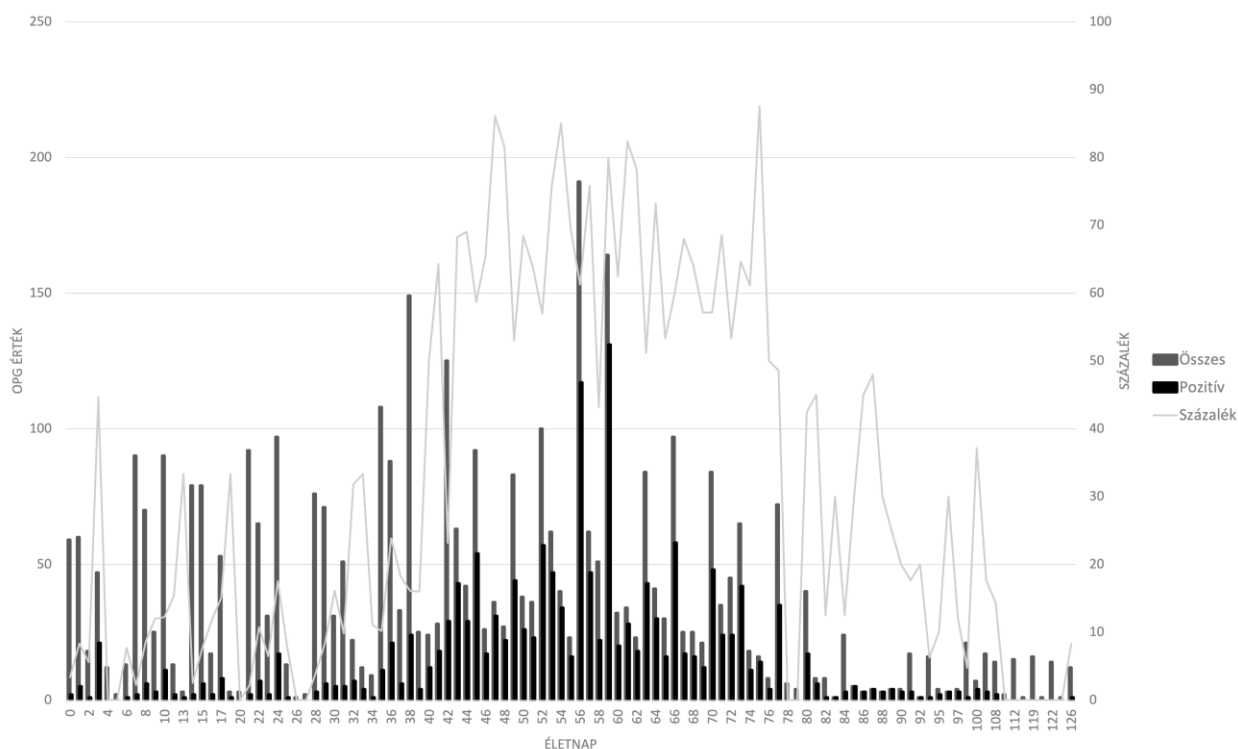
6. táblázat: Különböző patogenitású *Eimeria* fajok oocisztáinak előfordulási aránya az egyes termelési szakaszokban

Patogenitás	Életkor, hét			
	1-5.	6-9.	10-13.	1-13.
Gyenge	86,7%	60,9%	76,2%	71,1%
Mérsékelt	6,7%	39,1%	19,8%	25,4%
Erős	6,7%	0,0%	4,0%	3,5%

5.3. A nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oociszta és *Passalurus ambiguus* fertőzöttsége az életkor függvényében

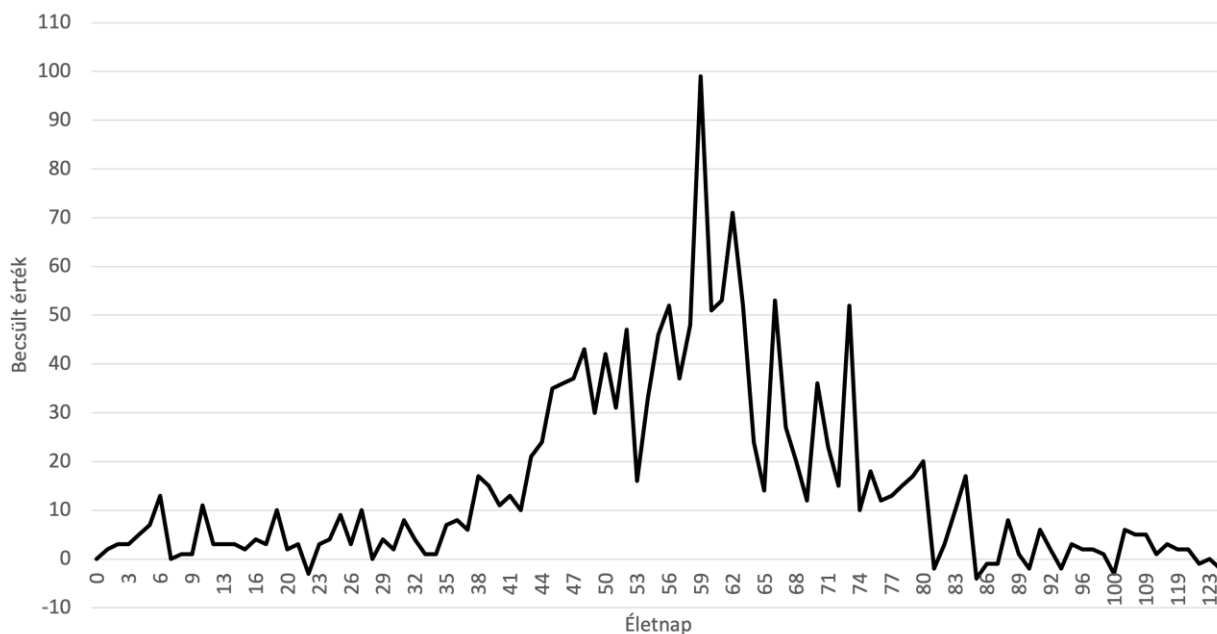
5.3.1. Oociszta terheltség az életkortól függően

A szoptatási időszakban még alacsony volt az *Eimeria* oocisztákra nézve pozitív minták aránya (18. ábra). Az első héten (egy kivétellel) 2-8% közötti volt a pozitív minták aránya. A 9-10. naptól már emelkedő a trend és 12-15%, két esetben már 30% feletti megjelenést is láthattunk. A 20-30. nap között 0-16%-os értékeket tapasztaltunk. A 32-35. nap között nagy változás történt, ugyanis 2 esetben minden vizsgált mintában találtunk oocisztát és a pozitív minták aránya a többi napon is 10% feletti volt. A választást követő héten (35-42. nap) 10-60% között változott a pozitív minták aránya. A 42. naptól kezdődően elmondható, hogy egészen a vágási életkorig (70-77 nap) folyamatosan magas, időnként 60% feletti volt a pozitív minták aránya.



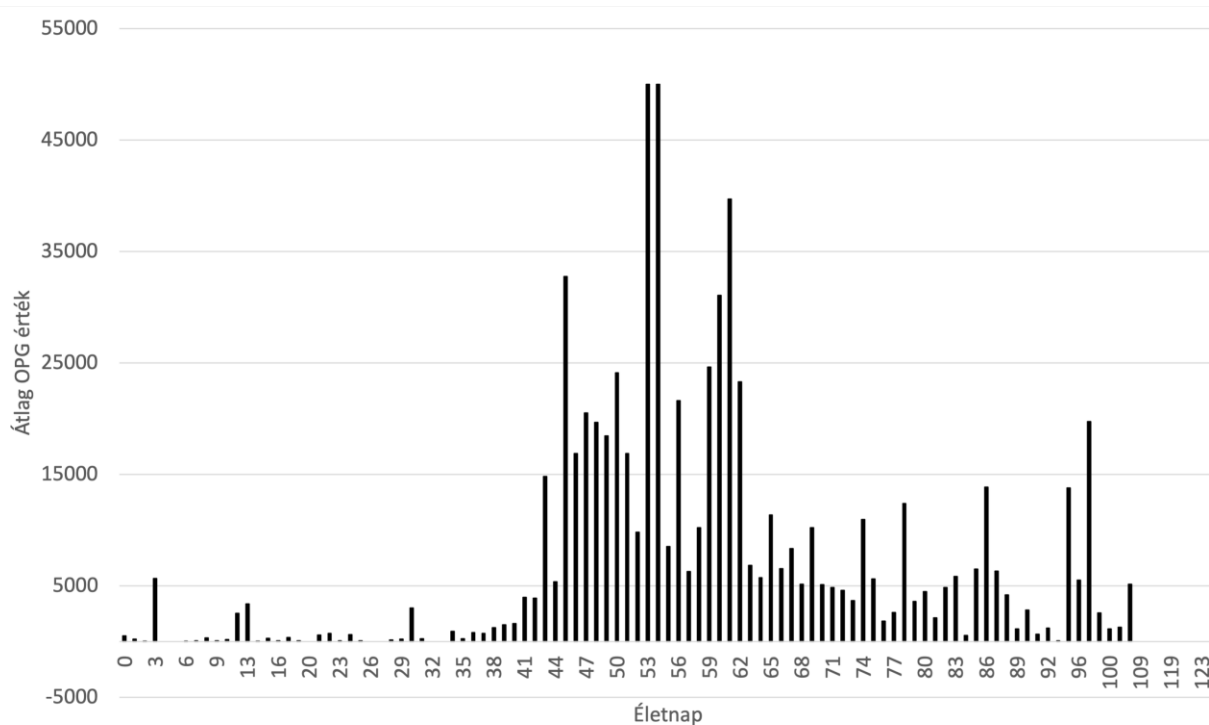
18. ábra: Az összes vizsgált minta száma és az oocisztára pozitív minták száma és aránya az egyes életnapokon

Az exponenciális simító modell szerint a bélsárban található OPG szám alapján a fertőzés szignifikáns emelkedését a 38. napra tehetjük. A százalékos adatok alapján pedig a fertőzés szignifikáns emelkedését a 40. napra becsüli a modell (19. ábra).



19. ábra: A modell alapján becsült OPG fertőzés alakulása az életnapokra vetítve

Életnaponként elvégeztük a beérkezett minták átlagos OPG értékeinek összehasonlítását is. A 20. ábrán látható, hogy a laktációs időszakban – egy esettől eltekintve – nem volt 5000 feletti átlagos OPG szám. A választás utáni időszakban megfigyelhető egy hirtelen emelkedés, a kritikus időszak 42 napos kortól kezdődik, ahol több esetben 10000-es nagyságrendet is elérhet az átlagos OPG érték. Az oocisza ürítés viszont a hízalás végére sem szűnik meg, sőt 80 nap feletti életkorban is gyakran tapasztaltunk magas átlagos oocisza számokat.



20. ábra: A minták átlagos OPG szám értékei a nyulak életkorától függően

Saját eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy az *Eimeria* oocisza ürítés folyamatos, de az életkornak erős befolyásoló hatása van. Ezt alátámasztják Pilarczyk és munkatársainak (2020) a megfigyelései is, ugyanis az életkor erős befolyásoló tényező a parazita fejlődése szempontjából. Eredményeinkkel megegyezően a legnagyobb arányú fertőzéseket a 6 hónaposnál fiatalabb nyulaknál találták, azonban ők tőlünk eltérően ritkán figyeltek meg fertőzést a három hétnél fiatalabb korban. Pakandl és Hlášková (2007) 19 napnál fiatalabb szopós nyulak körében szintén nem számolt be *Eimeria* fertőzésről és vizsgálataikban a kokcidiózis jellemzően az elválasztás körüli korú, 5-6 hetes nyulakat érinti. Eredményeink alapján az első héten 2-8% közötti, a 9-10. naptól már 12-15%, és 20-30. nap között 0-16%-os fertőzöttségi arányokat kaptunk. Nagyon fontos azonban megjegyezni, hogy saját vizsgálatunk nem individuális, hanem monitoring alapú, elegy minták gyűjtésén alapul, így a laktáció alatt kapott eredmény, különösen az első három héten

tapasztalt oociszta ürítés az anyanyulak oociszta ürítése lehetett, ugyanis a szakirodalom alapján a kifejlett nyulak tünetmentesen is üríthetik az oocisztákat, viszont a szopósnyulak megfertőződése 20 napos kor előtt nem jellemző (Pakandl és Hlasková, 2007).

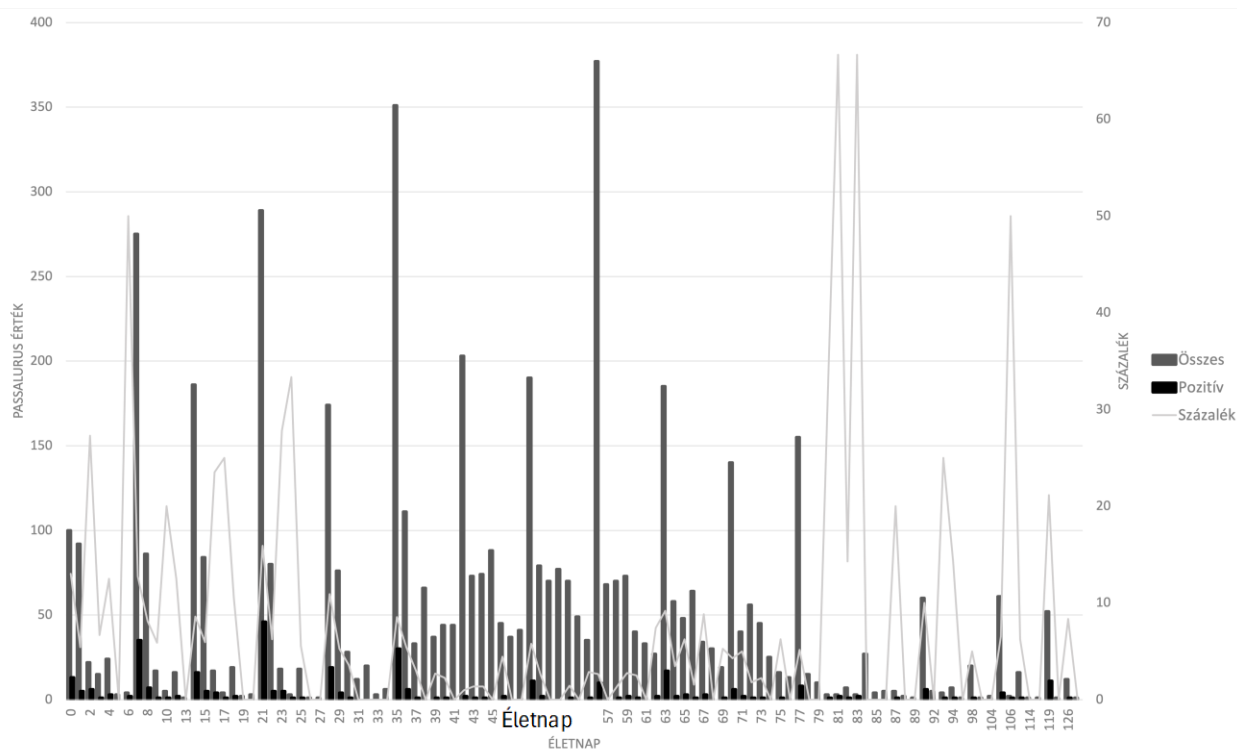
A kapott vizsgálati eredményeink statisztikai elemzése alapján is alátámasztható, hogy a kokcidiózis jellemzően a fiatalabb, 5-6 hetes nyulakat érinti, közvetlenül az elválasztás után, amikor a nyulak alacsony ellenálló képességgel rendelkeznek a fertőzéssel szemben. Az elválasztási szakasz tehát kritikus időszak, és jelentős veszteségekhez vezethet. Több kutatócsoport (Drouet-Viard, 1997; Nosal és mtsai, 2009; Maziz-Bettahar és mtsai, 2018) eredményéhez hasonlóan a becslő modellünk alapján felállított előrejelzés szerint a 38-40. napra tehető a fertőzés felfutása, ugyanis ettől idősebb korban már magasabb *Eimeria* oociszta jelenlétet figyelhetünk meg a 80. életnapig bezárólag.

Saját eredményeinkhez hasonlóan Ilić és mtsai (2018) nagyobb mértékű *Eimeria* oociszta fertőződéséről számoltak be fiatal nyulaknál (50,6%), mint az idősebbeknél (37,6%).

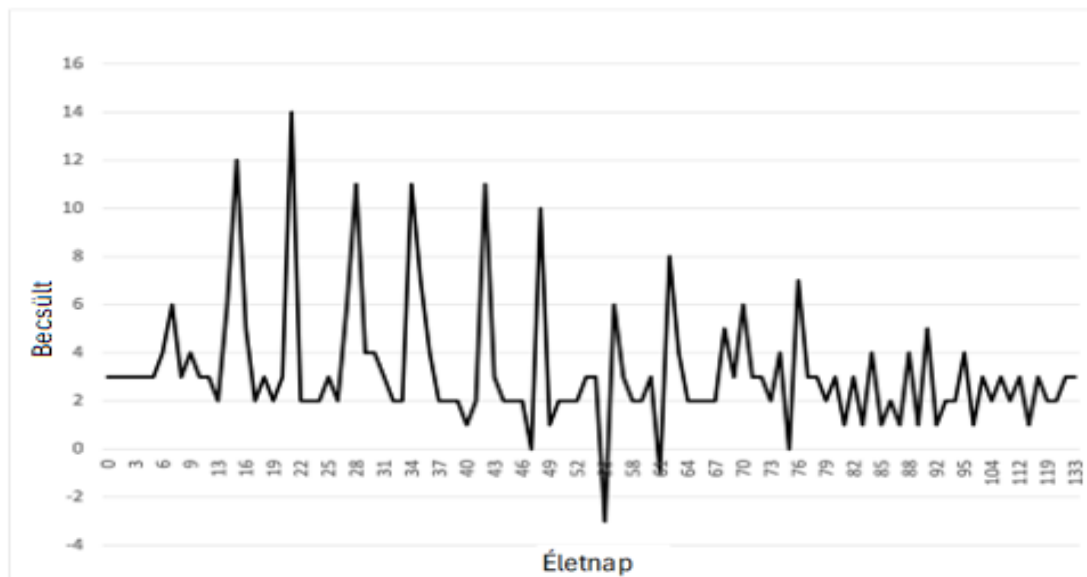
5.3.2. *Passalurus ambiguus* fertőzöttség

Már a szoptatási időszakban is magas volt a *P. ambiguus* petéket tartalmazó bélsárminták aránya (21. ábra). Már a laktáció első hetében tapasztaltunk 50%-os fertőzöttségi arányt, majd a laktáció következő 3 hetében is jelentkeztek viszonylag magas csúcsok a pozitív minták arányában (pozitív minták legmagasabb aránya 20%, 25% és 33% volt a laktáció 2., 3. és 4. hetében, sorrendben). A 29. naptól a vágási életkorig (egészen 79 napos korig) egy viszonylag alacsony fertőzöttségi szint volt kimutatható, a pozitív minták aránya egyetlen esetben sem érte el a 10%-os szintet. A 80. életnaptól a vizsgált időszak végéig viszont újra magas *P. ambiguus* fertőzöttségi csúcsokat figyelhattunk meg, ahol a pozitív minták aránya elérte akár a 66%-ot is.

A *P. ambiguus* esetében a becslő modell mind a pozitív minták számánál, mind pedig a százalékos adatoknál a 7. életnapra becsülte a fertőzés felfutását (22. ábra).



21. ábra: Az összes vizsgált minta száma és a *P. ambiguus*-ra nézve pozitív minták száma és százalékos aránya életkortól függően



22. ábra: A *P. ambiguus* fertőzés modell alapján becsült alakulása az egyes életnapokon

A vizsgálati eredményeink alátámasztják Sultan és munkatársai (2015) állítását miszerint a *P. ambiguus* világszerte megtalálható a nyulakban, ennek ellenére sajnos kevés olyan tanulmány található, amely kifejezetten ezzel a parazitával foglalkozik.

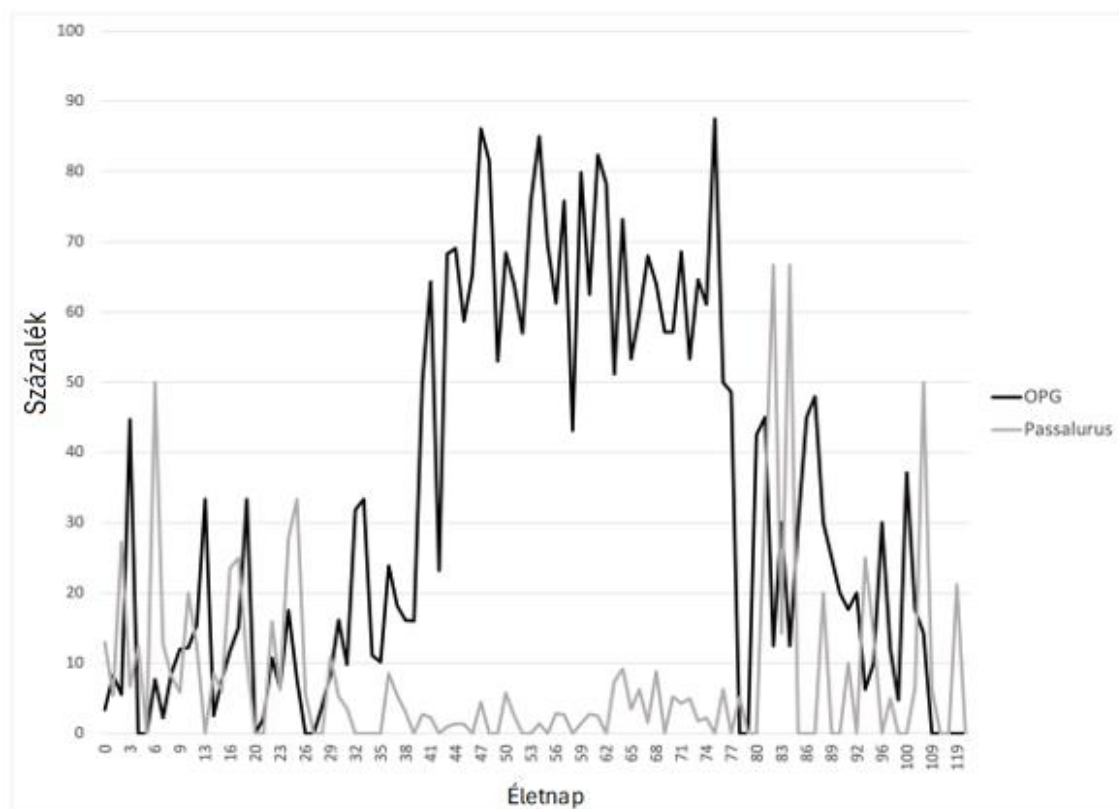
Sioutas és munkatársai (2021) megfigyelése szerint a *P. ambiguus* fertőzés hatással lehet az anyák és fiatal nyulak termelésére is. A szoptató anyák megfertőzhetik utódaikat és a *P. ambiguus* prepatens ideje 55-60 nap (Mehlhorn, 2008), ezért javasolják a bélsár vizsgálatát a nyulak 67 napos életkora körül. A jelenlegi vizsgálataink nem, vagy csak részben igazolták vissza a 67 nap körüli vizsgálati időt, ugyanis a 29. naptól a vágási életkorig (egészen 79 napos korig) egy viszonylag alacsony fertőzöttségi szint volt kimutatható.

Míg saját vizsgálataink szerint Magyarországon a nagyüzemi nyúltelepeken alacsony a *P. ambiguus* fertőzöttségi szint, addig Egyiptomban a *P. ambiguus* az egyik legelterjedtebb parazita a házinyulakban, a minták akár 40%-a fertőzött lehet vele (Sultan és mtsai, 2015).

A vizsgálatainkban a *P. ambiguus* fertőzöttség jellemzően a szoptatási időszakban volt magas a 29. napig, amelyet feltételezhetően a kifejlett állatok ürítettek. Így a vizsgálatunk nem támasztja alá El-Hawary (2009), valamint Ashmawy és munkatársai (2010) megállapítását, amely szerint a fiatalabb állatok gyakrabban fertőzöttek, mint a felnőttek, bár az említett tanulmányokban nincs specifikálva a fiatal állatok életkora.

5.3.3. Az *Eimeria* és a *P. ambiguus* fertőzés összefüggésének vizsgálata

A becslés alapján az oociszta fertőzés gyakoriságának növekedése a 38-40. napra tehető, míg a *P. ambiguus* fertőzés már a 7. napon emelkedik. A 23. ábra alapján feltűnik, hogy a laktációs időszakban, illetve a hizlalás végét követő periódusban hasonló fertőzöttségi arányok mutathatók ki *Eimeria* oociszták és *P. ambiguus* peték tekintetében, azonban a köztes időszakban az oociszta jelenlét szignifikánsan megemelkedik, ezzel egyidejűleg a *P. ambiguus* pozitív minták aránya alacsony szinten marad. Az oociszta fertőzöttség fellángolásakor a *P. ambiguus* fertőzöttségi szintje visszaesik.



23. ábra: Az *Eimeria oocisza* és *P. ambigua* pozitív minták százalékos aránya az összes vizsgált mintaszámhoz viszonyítva az egyes életnapokon

A Pearson-korreláció alapján az *Eimeria oocisza* és a *P. ambigua* pozitív minták százalékos előfordulási arányai között szignifikáns ($P=0,004$) gyenge negatív kapcsolat ($r=-0,278$) van.

5.4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére, termelésére és elhullására

A fejezetben két azonos vizsgálat eredményeit külön tárgyaljuk.

5.4.1. Első (I.) vizsgálat

Testsúly és súlygyarapodás

Választáskor a véletlenszerűen kontrol (Kontrol) és kísérleti (Magas rost) csoportokba osztott nyulak testsúlya nem különbözött (7. táblázat).

7. táblázat: Az I. vizsgálatban a nyulak testsúlyának (g) és súlygyarapodásának (g/nap) alakulása a takarmánytól függően

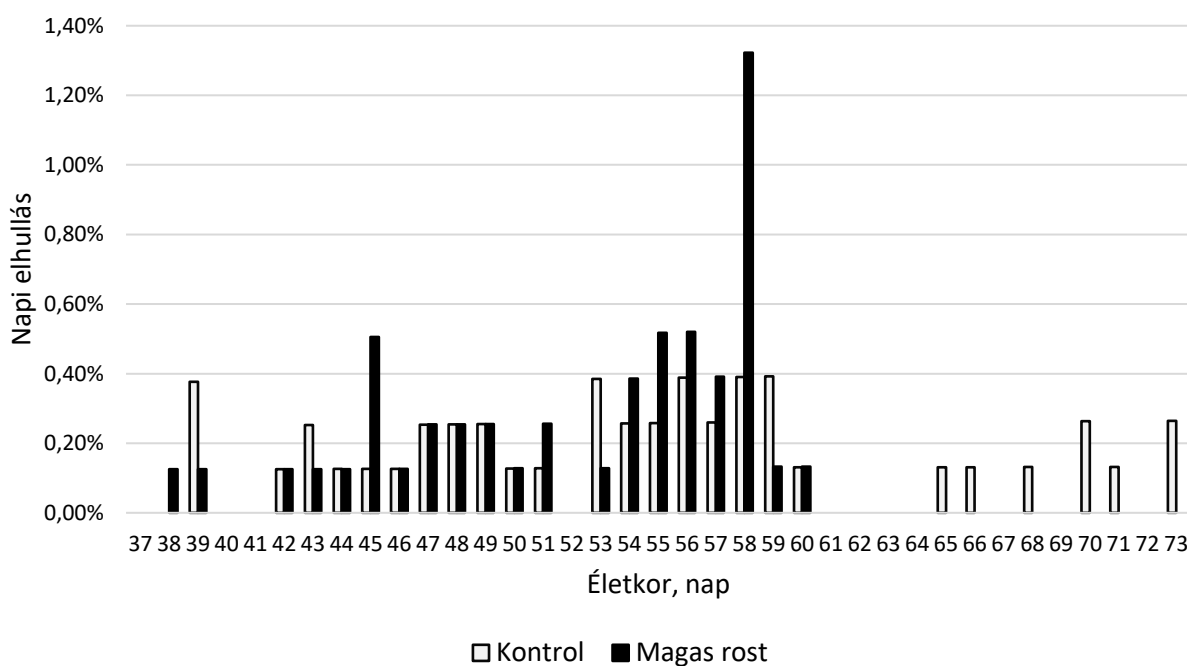
Életkor, nap	Takarmány		P-érték
	Kontrol	Magas rost	
Testsúly, g			
37	1108	1125	0,556
44	1308	1219	0,038
51	1592	1424	<0,001
58	1691	1463	<0,001
65	2112	1782	<0,001
72	2383	2009	<0,001
Súlygyarapodás, g/nap			
37-44	28,7	13,1	0,027
44-51	40,4	29,2	0,124
51-58	14,1	5,52	0,199
58-65	60,2	45,6	0,109
65-72	38,8	32,4	0,443
37-72	36,4	25,3	<0,001

A hizlalás első hetében a magasabb rosttartalmú takarmányt fogyasztó nyulak súlygyarapodása drasztikusan elmaradt a kontrol takarmánnyal etetett csoporttól (-54,4%; $P<0,05$; 7. táblázat), aminek következtében 44 napos korban már kisebb volt a Magas rost csoport testsúlya, mint a Kontrol csoporté (-6,8%; $P<0,05$; 7. táblázat). Bár a hizlalás későbbi heteiben nem volt különbség a két csoport súlygyarapodásában, a testsúlybeli különbség mindvégig megmaradt, sőt nőtt (-10,6%, -13,5% és -15,6% 51, 58 és 65 napos korban, sorrendben; $P<0,001$). A hizlalás végére a Magas rost csoport nyulai 15,7%-kal voltak kisebbek, mint a Kontrol csoport ($P<0,001$). Az 51-58 napos életszakaszban mindkét takarmány etetése esetén jelentős visszaesés mutatkozott a nyulak súlygyarapodásában. A teljes hizlalási időszakra (37-72 napos kor) számolt napi súlygyarapodás a Magas rost csoportban 30,5%-kal maradt el a Kontrolltól ($P<0,001$; 7. táblázat).

Elhullás

A nagyobb létszámú állományon gyűjtött adatok alapján (800 nyúl/csoport) nem volt különbség az eltérő takarmányon nevelt nyulak teljes hizlalási időszakra számolt elhullása között (Kontrol: 5,50%; Magas rost: 5,75%; $P=0,828$).

A nagyüzemi gyakorlatban kritikus értékként kezelt, napi 2 ezrelékes elhullási szintet mindkét csoport elhullása meghaladta több esetben is (Kontrol csoport: 14 alkalom; Magas rost csoport: 10 alkalom; 24. ábra). Az elhullási görbe csúcsai a Kontrol és a Magas rost csoport esetében is az 53-60. nap közé estek. A Magas rost csoportnál 58 napos korban extrém magas elhullást tapasztaltunk, azonban 60 naposnál idősebb korban már nem hullott el nyúl, a Kontrol csoportban viszont a hizlalás utolsó 2 hetében is jegyeztünk fel elhullást.

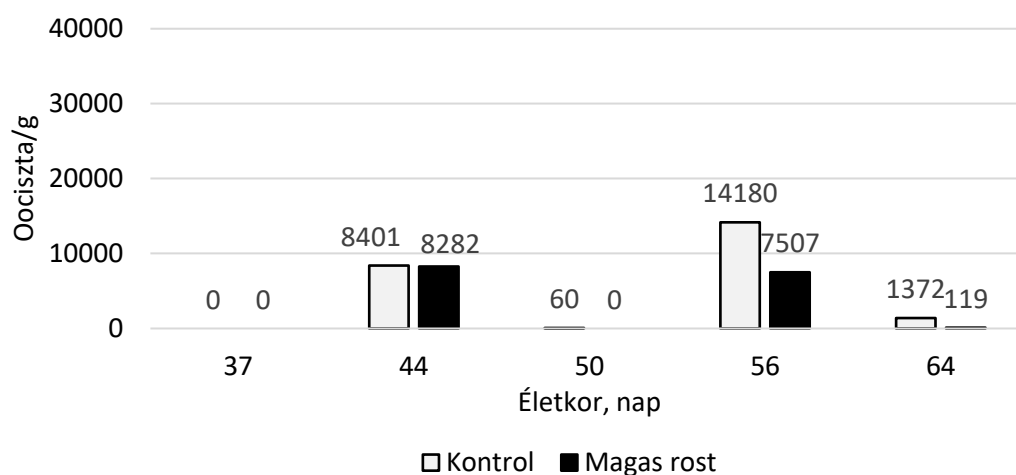


24. ábra: Az I. vizsgálatban a Kontrol és a Magas rost csoportok napi elhullásának alakulása a hizlalási időszak alatt

Parazitológia

A heti rendszerességgel elvégzett bélsár mintavételek vizsgálati eredményeiből látható, hogy az oociszták megjelenése független volt az etetett takarmánytól, viszont a bélsár mintákban az oociszták grammonkénti száma (OPG) eltéréseket mutatott (25. ábra).

Az 56 és a 64 napos korban gyűjtött bélsár minták esetén a magasabb rosttartalmú takarmányt fogyasztó nyulaknál némileg alacsonyabb oociszta számokat mutattunk ki, mint a Kontrol csoportnál (25. ábra).



25. ábra: Az I. vizsgálatban az OPG értékek alakulása a különböző életkorokban gyűjtött bélsár mintákban az etetett takarmánytól függően

5.4.2. Második (II.) vizsgálat

Testsúly és súlygyarapodás

A hizlalás kezdetekor a Kontrol és Magas rost csoportok nyulainak testsúlya nem különbözött (8. táblázat). A 38-45., az 52-59. és az 59-66. életnap közötti időszakban a magasabb rosttartalmú takarmánnyal etetett nyulak 21,6%-kal, 44,7%-kal és 17,3%-kal rosszabbul gyarapodtak, mint a Kontrol csoport (8. táblázat). A teljes hizlalási időszakra (38-66. nap) kalkulált súlygyarapodásban is szignifikáns különbséget kaptunk a csoportok között (-22,1%; $P < 0,001$). Fentiekben leírtak következtében a Magas rost csoport testsúlya a hizlalás időszakában mindvégig elmaradt a Kontrol nyulaktól, sőt a két csoport közötti különbség az életkor előrehaladtával egyre nagyobb lett (45. nap -4,43%, $P < 0,01$; 52. nap -5,24%, $P < 0,05$; 59. nap -11,05%, $P < 0,001$; 66. nap -11,95%, $P < 0,001$).

8. táblázat: A II. vizsgálatban a nyulak testsúlyának (g) és súlygyarapodásának (g/nap) alakulása a takarmánytól függően

Életkor, nap	Takarmány		P-érték
	Kontrol	Magas rost	
Testsúly, g			
38	1156	1166	0,314
45	1513	1446	0,009
52	1735	1644	0,014
59	2073	1844	<0,001
66	2377	2093	<0,001
Súlygyarapodás, g/nap			
38-45	51,0	40,0	0,002
45-52	31,5	27,2	0,293
52-59	49,2	27,2	<0,001
59-66	43,4	35,9	0,002
38-66	43,6	34,0	<0,001

Az egyes takarmányok eltérő táplálóanyag-tartalma jelentősen befolyásolta a nyulak növekedését. Az első vizsgálatban az elválasztás utáni héten, a második vizsgálatban pedig a 4 vizsgálati hétből három héten is elmaradt a Magas rosttartalmú takarmányt fogyasztó nyulak súlygyarapodása a Kontrol csoporttól, ami minden bizonnyal a takarmány alacsonyabb energia- és nyersfehérje-tartalmának a következménye. A magasabb rost- és alacsonyabb fehérje- és energia-tartalom a teljes hizlalási időszakra nézve drasztikus súlygyarapodás romlást okozott. Hoover és Heitmann (1972), illetve Wu és munkatársai (2019) eredményeinkhez hasonlóan, szintén a magasabb rosttartalom súlygyarapodásra gyakorolt kedvezőtlen hatásáról számoltak be.

A rosszabb súlygyarapodás természetesen a hízónyulak súlyában is megmutatkozott mindkét vizsgálatban, ugyanis a Magas rost csoport nyulai már az elválasztás után egy héttel kisebb testsúllyal rendelkeztek és a lemaradásuk a hizlalás végéig folyamatosan nőtt. 65-66 napos életkorra már szakmailag nagyon jelentős, 0,3 kg körüli különbségek mutatkoztak a csoportok között.

Takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés

A csoportok takarmányfogyasztása csupán a hizlalás első hetében különbözött szignifikánsan, a Magas rost csoport evett kevesebb takarmányt (38-45. nap: -9,75%; $P < 0,05$; 9. táblázat). Bár a nyulak takarmányfogyasztásában a későbbi életheleken és a teljes hizlalási időszak tekintetében nem tudtunk különbséget kimutatni, a súlygyarapodásban tapasztalt eltérések következtében a

Magas rost csoport takarmányértékesítése jelentősen rosszabb volt, mint a kontrol takarmányt fogyasztó nyulaké (38-45 napos kor: +16,4%, $P<0,05$; 45-52 napos kor: +60,5%, $P = 0,058$; 52-59 napos kor: +82,2%, $P<0,001$; 59-66 napos kor: +20,0%, $P<0,05$; 9. táblázat). A teljes hizlalási időszakot figyelembe véve a magasabb rosttartalmú takarmányt a nyulak sokkal (28,8%-kal) rosszabbul értékesítették, mint a kontrol takarmányt ($P<0,001$).

A szakirodalmi adatok szerint a magasabb nyersrost-, NDF- és ADF-tartalmú takarmányból a nyulak többet fogyasztanak (Wu és mtsai, 2019). Ezzel szemben a saját vizsgálatunkban az eltérő takarmányok etetése esetén a nyulak takarmányfogyasztása nem különbözött.

9. táblázat: A II. vizsgálatban a nyulak takarmányfogyasztásának (g/nap) és takarmányértékesítésének alakulása a takarmánytól függően

Életkor, nap	Takarmány		P-érték
	Kontrol	Magas rost	
Takarmányfogyasztás, g/nap			
38-45	96,4	87,0	0,012
45-52	108	114	0,379
52-59	147	144	0,588
59-66	196	187	0,291
38-66	137	133	0,285
Takarmányértékesítés			
38-45	1,95	2,27	0,025
45-52	2,91	4,67	0,058
52-59	3,20	5,83	<0,001
59-66	4,50	5,40	0,024
38-66	3,16	4,07	<0,001

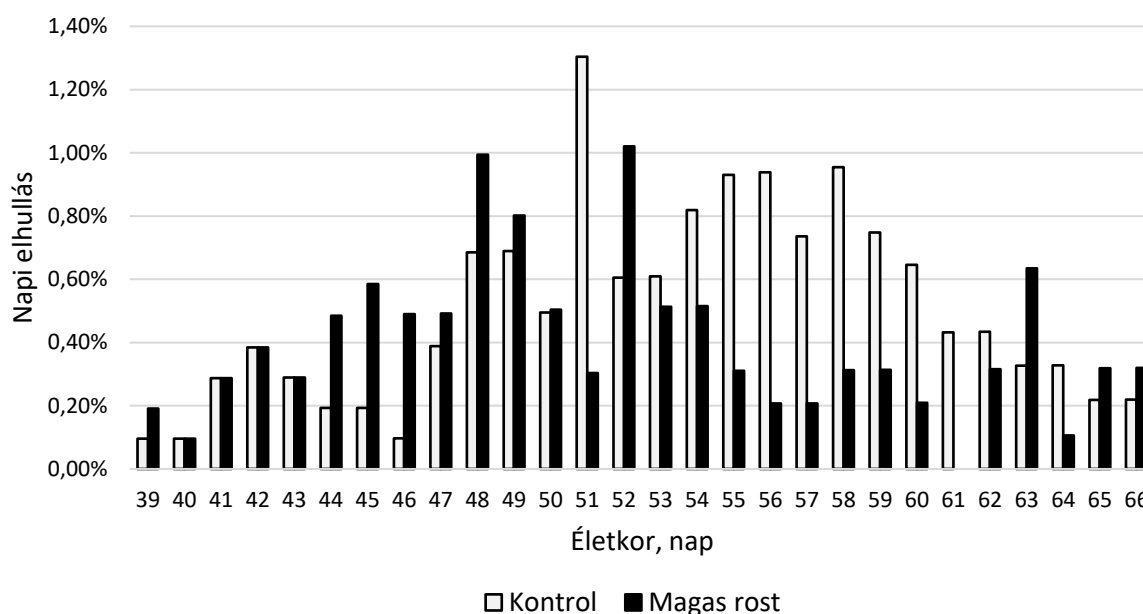
A nagyüzemi nyúltenyésztésben az elválasztás utáni hetekben gyakran jelennek meg hasmenéses tünetek a hízőnyulaknál (Savietto és Gelain, 2017). A hasmenéses megbetegedéseket jelen tanulmány során nem értékeltük. Érdekes tendencia volt azonban megfigyelhető mindkét vizsgálatban a nyulak súlygyarapodásában, ugyanis az etetett takarmánytól függetlenül az első vizsgálatban 51-58, míg a másodikban 45-52 napos kor között, jelentős visszaesést tapasztaltunk a nyulak gyarapodásában. A közel azonos takarmányfogyasztás mellett jelentkező rosszabb

gyarapodás nagyon kedvezőtlen takarmányértékesítést eredményezett a Magas rost csoportnál. A takarmányértékesítés tehát a szakirodalmi adatokkal megegyezően (Wu és mtsai, 2019) magasabb rosttartalmú takarmány etetése esetén kedvezőtlenebbül alakult.

Elhullás

A teljes hizlalási időszakra nézve a két nagy létszámú csoport (1050 nyúl/csoport) elhullása között nem volt statisztikailag igazolható különbség (Kontrol csoport: 13,1%, Magas rost csoport: 10,6%; $P = 0,068$).

A hizlalás egyes napjait vizsgálva mindkét csoport elhullása meghaladta a napok többségén a nagyüzemi gyakorlatban kritikusnak ítélt napi 2 ezrelékes elhullási szintet (Kontrol csoport 23 alkalommal, Magas rost csoport 24 alkalommal; 26. ábra), azonban némileg eltérő tendenciák rajzolódtak ki. A Kontrol takarmányt fogyasztó nyulaknál a napi elhullási arány 48-tól egészen 62 napos korig 4 ezrelék felett volt, míg a Magas rost csoportban ezt a szintet csak rövidebb időszakban, 44 és 54 napos kor között, illetve 63 napos korban haladta meg az elhullás.



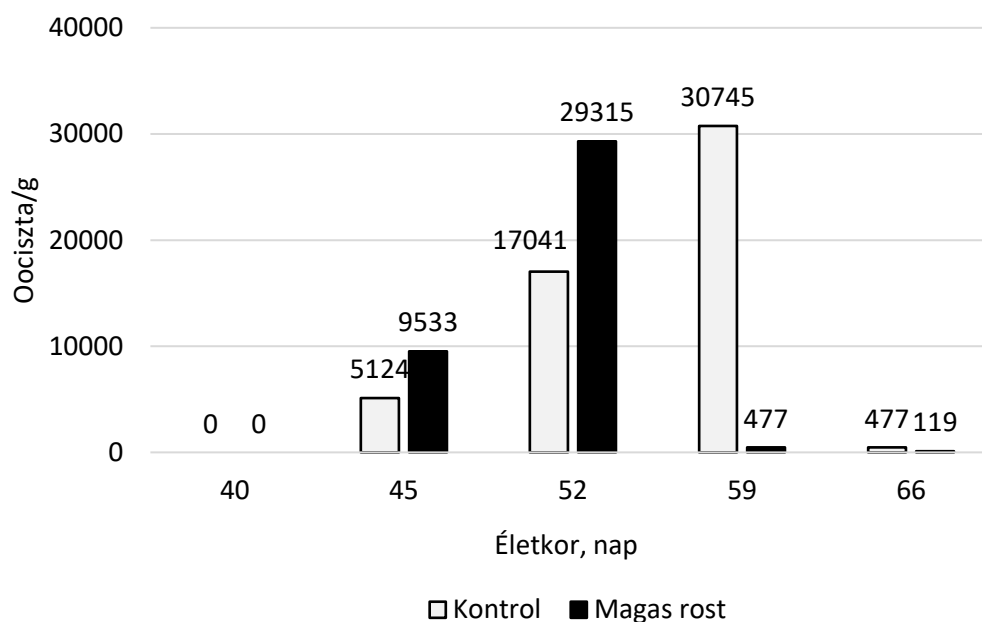
26. ábra: A II. vizsgálatban a Kontrol és a Magas rost csoportok napi elhullásának alakulása a hizlalási időszak alatt

A második vizsgálatban mindkét csoportban némileg magasabb elhullási arányokat jegyeztünk fel, mint az első vizsgálatban, azonban egyik esetben sem volt statisztikailag igazolható különbség a csoportok között. A korábban említett leromló súlygyarapodással közel egyidőben figyeltünk meg mindkét csoportban elhullási csúcsot.

Parazitológia

A heti rendszerességgel gyűjtött bélsár mintákból kimutatott *Eimeria* oociszta számokat a 27. ábra mutatja.

A 40 napos korban elvégzett vizsgálatok mindkét csoport esetében negatív eredményt adtak, azaz nem volt jelen oociszta a nyulak bélsarában. Ezt követően, a Kontrol csoportnál emelkedő tendencia figyelhető meg az oociszta terheltségben 45 napostól egészen 59 napos korig, 66 napos korra azonban jelentősen lecsökkent az oociszta szám. Ezzel szemben a Magas rost csoportnál meredekebben emelkedő tendencia látható a 45 és 52 napos kori bélsárminták esetén, viszont már 59 napos kortól jelentősen lecsökkent a bélsárból kimutatható oociszták száma.



27. ábra: A II. vizsgálatban az OPG értékek alakulása a különböző életkorokban gyűjtött bélsár mintákban az etetett takarmánytól függően

A II. vizsgálatban, 52 és 59 napos életkorban gyűjtött bélsármintákban talált oociszták *Eimeria* fajok szerinti azonosítását a 10. táblázat mutatja.

10. táblázat: Az 52 és 59 napos életkorban gyűjtött bélsármintákban talált oociszták *Eimeria* fajok szerinti megoszlása (%)

<i>Eimeria</i> faj	Lokalizációja az emésztőrendszerben	Patogenitás	Kontrol		Magas rost	
			52. nap	59. nap	52. nap	59. nap
<i>E. media</i>	vékonybél	gyenge	15	0	53	0
<i>E. perforans</i>	vékonybél	gyenge	0	0	13	50
<i>E. coecicola</i>	vakbél	gyenge	31	32	13	50
<i>E. magna</i>	éh- és csípőbél	mérsékelt	38	47	20	0
<i>E. irresidua</i>	vékonybél	mérsékelt	8	11	0	0
<i>E. piriformis</i>	vastagbél	mérsékelt	0	0	0	0
<i>E. flavescens</i>	vakbél	erős	8	11	0	0
<i>E. intestinalis</i>	csípőbél	erős	0	0	0	0
<i>E. stiedae</i>	epeerek	változó	0	0	0	0

A bélsármintákból 6 *Eimeria* fajt azonosítottunk (*E. media*, *E. perforans*, *E. coecicola*, *E. magna*, *E. irresidua*, *E. flavescens*). Érdekes képet mutat az *Eimeria* fajok patogenitás szerinti megoszlása az egyes csoportokban. A Kontrol csoportban az 52. napon az oociszták 46-46%-a tartozott a gyengén és a mérsékeltén patogén besorolásba és 8%-ban megjelent az erősen patogén *E. flavescens*. A Kontrol csoport 59 napos kori vizsgálataiban némi változás észlelhető, ugyanis a gyengén patogén *Eimeria* oociszták aránya 11% volt, a mérsékeltén patogének és erősen patogének aránya pedig 58% és 11% sorrendben. Ezzel szemben a Magas rost csoportban nem detektáltunk erősen patogén *Eimeria* fajt, 52 napos korban az oociszták 80%-a enyhén patogén, 20%-a pedig mérsékeltén patogén besorolásba tartozott, az 59. napon azonosított oociszták mindegyike gyengén patogén *Eimeria* fajtól származott.

Az etetett takarmánytól függetlenül, mindkét vizsgálatban megfigyelhető volt, hogy a választás körüli napokban még nem volt kimutatható az *Eimeria* fajok jelenléte a nyulak bélsarából, viszont mindkét csoportban 44-45 napos kortól megjelentek az oociszták a bélsár mintákban és a hizlalás végéig kimutatható volt a jelenlétük. A második vizsgálatban 45 és 52 napos korban magasabb oociszta fertőzöttség jelentkezett a Magas rost csoportban, azonban a Kontrol csoport OPG értékei 59 napos korig tovább emelkedtek. Mindemellett az 52. és 59. életnapon vett mintákból 6 *Eimeria*

fajt sikerült azonosítani és patogenitás tekintetében jelentős különbségek rajzolódtak ki a csoportok között. A Kontrol nyulaknál 52 naposan a gyengén és a mérsékelten patogén *Eimeria* fajok aránya volt magas, majd egy héttel később a gyengén patogén fajok aránya jelentősen csökkent, a mérsékelten patogénké pedig emelkedett. Sajnálatos módon ennél a csoportnál mindkét vizsgálati időpontban jelen volt az erősen patogén *E. flavescens* faj oocisztája is. A Magas rosttartalmú takarmányt fogyasztó nyulaknál ettől kedvezőbb képet kaptunk, ugyanis 52 napos korban nagyobb arányban enyhén, illetve kisebb arányban mérsékelten patogén fajok oocisztáit azonosítottuk, míg 59 napos kori mintákban már csak kizárólag enyhén patogén fajok jelenlétét detektáltuk. Az egyes életszakaszokban tapasztalt oociszta fertőzöttség mértéke és a detektált fajok tekintetében eredményeink csak részben egyeznek meg a korábbi, nagyüzemi nyúltelepeken végzett parazitológiai felmérésünkben tapasztaltakkal (5.2.1. alfejezet).

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Általában alacsonyabb *Eimeria* oociszta és *P. ambiguus* fertőzöttséget figyeltünk meg a vizsgált nagyüzemi nyúltelepeken, mint amilyenről a szakirodalomban a kisüzemi vagy háztáji gazdaságokkal kapcsolatban beszámoltak.

Az évszakok oocisztákra gyakorolt hatásának kutatásából arra következtethetünk, hogy a fertőzési arány tavasszal a legalacsonyabb, nyáron és ősszel pedig a legmagasabb, bár a téli időszak fertőzöttségi értékeit sem szabad elhanyagolni. A *P. ambiguus* fertőzöttség szintje ugyancsak eltérő volt évszakonként, de az oocisztákkal ellentétben a legkedvezőbb képet a nyári időszak mutatta.

Eredményeink alapján a parazitológiai monitoringra minden hónapban és évszakban ugyanolyan hangsúlyt kell fektetni, mivel mind az *Eimeria* oociszták, mind a *P. ambiguus* egész évben jelen vannak a nagyüzemi gazdaságokban.

Hazai, nagyüzemi nyúltelepekről származó bélsármintákból nyolc *Eimeria* faj oocisztáit azonosítottuk: *E. media*, *E. magna*, *E. coecicola*, *E. irresidua*, *E. flavescens*, *E. piriformis*, *E. perforans* és *E. intestinalis*. Az oociszták 71 százaléka származott gyenge patogenitású fajoktól, míg 25 százalékban a mérsékelt és 4 százalékban az erősen patogén fajok oocisztái voltak kimutathatók.

Megfigyelésünk szerint, laboratóriumban az oociszták sporulálódása szobahőmérsékleten, magnézium-szulfát vizes oldatában is végbemegy. Az *E. media* és *E. magna* esetében szignifikáns eltérés van a sporulált és nem sporulált oociszták szélességében és hosszában.

Az anyulak bélsarából a szoptatás időszakában is kimutathatók *Eimeria* oociszták és *P. ambiguus* peték. Az elválasztás után nagyon megemelkedik az oociszta ürítés és a hizlalás végéig magas szinten marad, miközben a *P. ambiguus* peteürítés gyakorisága nagyon alacsony szintre esik. Tenyésznövendék időszakban esetenként nagy gyakorisággal ürül mind az *Eimeria* oociszta, mind a *P. ambiguus* pete a nyulak bélsarában.

Becslő modell alapján az *Eimeria* oociszta ürítés nagymértékű megemelkedése a 38-40. életnapra, míg a *P. ambiguus* peteürítés megemelkedése a laktáció 7. napjára tehető.

A hizlalás időszakában tapasztalt gyakori és nagy mennyiségű oociszta ürítés felhívja a figyelmet a monitoring vizsgálatok és a parazita ellenes kezelések szükségességére.

A szakirodalmi adatokkal megegyezően a magasabb nyersrost- és alacsonyabb energia- és nyersfehérje-tartalmú takarmány etetése alacsonyabb szintű termelést eredményezett. A takarmányok nem befolyásolták az elhullási arányokat, azonban némileg eltérő tendenciákat okoztak az oociszta ürítésben. Míg a Kontrol takarmány etetésekor nagyobb arányban voltak jelen a nyulak bélsarában a mérsékeltén patogén *Eimeria* fajok oocisztái és kimutatható volt az erősen patogén *E. flavescens* oocisztája is, addig a Magas rosttartalmú takarmány etetésekor főként az enyhén patogén fajok jelenléte volt jellemző és nem detektáltunk erősen patogén fajt.

A takarmány összetételének és a különböző patogenitású *Eimeria* fajok jelenlétének összefüggéseit érdemes lenne további vizsgálatokban kutatni.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A nagyüzemi nyúltelepekről származó bélsár minták legnagyobb arányban a nyári (35,3%) és őszi (36,2%) időszakban tartalmaztak *Eimeria* oocisztát, szignifikánsan kisebb volt az oociszta fertőzöttség télen (29,5%), a legkedvezőbb eredményeket pedig tavasszal tapasztaltuk (25,1%; $P<0,05$). A *Passalurus ambiguus* fertőzöttség a nyári időszakban alacsonyabb volt (3,0%; $P<0,05$), mint a többi évszakban (tavasz: 5,7%; őszi: 4,4%; tél: 4,4%).
2. A szakirodalom szerint nyulakban azonosított 12 *Eimeria* faj közül Magyarországon nagyüzemi nyúltelepeken 8 *Eimeria* faj oocisztáit azonosítottuk, eltérő előfordulási gyakoriságokkal: *E. media* (40,3%), *E. coecicola* (22,5%), *E. magna* (18,5%), *E. perforans* (8,3%), *E. irresidua* (6,8%), *E. flavescens* (2,7%), *E. intestinalis* (0,8%), *E. piriformis* (0,2%). Az *Eimeria* pozitív minták 83,3%-ában egyidejűleg több (2-7) *Eimeria* faj oocisztája volt jelen.
3. Az oociszták sporuláltatását korábban még le nem írt módon, szobahőmérsékleten, magnézium-szulfát vizes oldatában (400g $MgSO_4$, 1000 ml desztillált víz) végeztük. Az *E. media* sporulált oocisztái átlagosan 10%-kal hosszabbak és szélesebbek voltak ($P<0,01$), az *E. magna* sporulált oocisztái pedig 6-11%-kal rövidebbek és kevésbé szélesek voltak a nem sporulált oocisztákhoz viszonyítva ($P<0,05$). A többi beazonosított *Eimeria* faj esetén nem volt statisztikailag igazolható különbség a sporulált és nem sporulált oociszták méretei között.
4. Becslő modell alapján megállapítottam, hogy nagyüzemi nyúltelepeken az *Eimeria* oociszta fertőzés megemelkedése a 38-40. életnapra tehető, míg a *Passalurus ambiguus* peteürítés a laktáció 7. napján emelkedik meg.

5. Az *Eimeria* oocisztát és a *Passalurus ambiguus* petét tartalmazó bélsárminták egyes életnapokon megfigyelt előfordulási gyakorisága között gyenge negatív kapcsolat van ($r=-0,278$; $P=0,004$).
6. A magasabb nyersrost, NDF és ADF tartalmú és alacsonyabb energia- és nyersfehérje-tartalmú takarmány etetésekor (DE: 8,4 MJ/kg; Nyersfehérje: 14,3%; Nyersrost: 24,0%; NDF: 43,6%; ADF: 28,3%; ADL: 6,4% vs. DE: 9,0 MJ/kg; Nyersfehérje: 16,0%; Nyersrost: 17,5%; NDF: 38,0%; ADF: 22,0%; ADL: 5,7%), a nyulak bélsarában főként az enyhén patogén *Eimeria* fajok oocisztái voltak kimutathatók és nem detektáltunk erősen patogén fajt. Ezzel szemben a Kontrol takarmány etetésekor nagyobb arányban voltak jelen a nyulak bélsarában a mérsékelten patogén *Eimeria* fajok oocisztái és kimutatható volt az erősen patogén *E. flavescens* oocisztája is.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A nagyüzemi nyúltenyésztés legnagyobb kihívása a nyulak emésztőrendszeri problémáinak kezelése. Az emésztőszervi megbetegedések hátterében jelentős százalékban paraziták játszanak szerepet, amelyek közül leggyakoribbak a kokcidiózist okozó *Eimeria* fajok, továbbá a *Passalurus ambiguus* bélféreg is jelen van a nagyüzemi nyúlállományokban. Az említett paraziták elleni hatékony védekezés alapját a korokozók mind pontosabb ismeretével tudjuk megteremteni. Ehhez szükséges ismernünk a legkritikusabb időszakokat mind az évszakok, mind az életsiklusok vonatkozásában, valamint fel kell térképeznünk a hazai nyúlállományokban kimutatható fajokat, azok patogenitását, továbbá vizsgálnunk kell az alternatív védekezés lehetőségét, akár a takarmányozáson keresztül. Jelen értekezésben négy vizsgálat eredményei kerültek összefoglalásra.

1. Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oociszta és a *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére. A vizsgálat célja az *Eimeria* és *P. ambiguus* fertőzések évszaktól függő előfordulásának megfigyelése volt nagyüzemi nyúlfarmokon. A felmérés 2018 és 2022 között, 29 magyar és 2 szlovákiai nyúltelepen gyűjtött bélsárminták ún. McMaster módszerrel végzett vizsgálata alapján történt. Az *Eimeria* oociszta esetében az 5723 bevizsgált mintából 68,0% negatív eredményt, 7,1% alacsony, 13,5% magas, míg 11,4% nagyon magas oociszta fertőzöttséget mutatott. A teljes vizsgálati időszak adatait figyelembe véve az oociszták jelenlétére nézve pozitív minták legnagyobb arányban a nyári (35,3%) és őszi (36,2%) időszakban fordultak elő. Kedvezőbb képet mutatott a téli időszak, amikor már szignifikánsan nagyobb arányban találtunk *Eimeria* oocisztára nézve negatív mintákat (70,5%; $P < 0,05$). A legkedvezőbb eredményeket pedig tavasszal tapasztaltuk, amikor a minták háromnegyede oocisztától mentes volt (74,9%; $P < 0,05$). A *P. ambiguus* esetében a 7612 bevizsgált mintából 4,4% tartalmazott petét. Nyáron fordultak elő legkisebb arányban a pozitív minták (3,0 %; $P < 0,05$). Az őszi és téli időszakban mért fertőzöttségi arányok teljesen azonosan alakultak (4,4% és 4,4%) és statisztikailag igazolhatóan nem tértek el a tavasszal mért fertőzöttségtől (5,7%).

2. Az egyes *Eimeria* fajok előfordulási gyakorisága magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken. A tanulmány célja a hazai nyúltelepekről gyűjtött bélsármintákból a különböző *Eimeria* fajok előfordulási gyakoriságának és morfológiai jellemzőinek vizsgálata volt. Nyolc *Eimeria* faj oocisztáit sikerült azonosítani különböző előfordulási gyakoriságokkal: *E. media* (40,3%), *E. coecicola* (22,5%), *E. magna* (18,5%), *E. perforans* (8,3%), *E. irresidua* (6,8%), *E. flavescens* (2,7%), *E. intestinalis* (0,8%) és *E. piriformis* (0,2%). A minták 83,3%-ában volt jelen egyidejűleg

több (2-7) *Eimeria* faj oocisztája. A sporuláció során az *E. magna* és az *E. media* oocisztái méret- és alakváltozást szenvedtek el. Míg az *E. media* sporulált oocisztái átlagosan 10%-kal hosszabbak és szélesebbek voltak ($P<0,01$), addig az *E. magna* sporulált oocisztái 6-11%-kal rövidebbek és kevésbé szélesek voltak, azonos faj nem sporulált oocisztáihoz viszonyítva. Az oociszták sporulációja a felszándúsításhoz használttal megegyező oldatban ment végbe (400 g $MgSO_4$ és 1 liter desztillált víz), amelyet korábban még nem írtak le.

3. Az *Eimeria* és a *P. ambiguus* fertőzöttség alakulása az életkor függvényében. A vizsgálat célja a nyulak életkora szerinti *Eimeria* és *P. ambiguus* fertőzöttség meghatározása volt. A mintavételezés és vizsgálatok a nagyüzemi termelés különböző fázisait teljes mértékben lefedték. Megállapítható, hogy a bélsárban a *P. ambiguus* peték és az *Eimeria* oociszták a nyulak teljes életciklusa során kimutathatók. A laktáció időszakában alacsony szintű *Eimeria* fertőzöttség volt megfigyelhető. Az elválasztást követő héten nőtt az oocisztát tartalmazó minták aránya (16-64%). A 43. életnap és a vágási életkor (70-77. élet nap) között a pozitív minták aránya folyamatosan magas volt (néha meghaladta a 80%-ot). Az átlagos OPG értékek (oociszták száma/g bélsár) a laktációs időszakban soha nem érték el az 5000-et, viszont 42 napos kortól az átlagos OPG értékek több esetben 10 000 felettiak voltak. A hizlalási időszak végéig magas oociszta szám volt megfigyelhető. Az exponenciális simító modell az *Eimeria* fertőzés kezdetét 38-40 napos korra becsülte. A *P. ambiguus* petét tartalmazó minták aránya már a laktációs időszakban elérte az 50%-ot. A 29. életnaptól a vágási korig viszonylag alacsony volt a fertőzöttség. A *P. ambiguus* esetében a modell a laktáció 7. napjára becsülte a fertőzés növekedését. Gyenge negatív korreláció ($r=-0,278$; $P=0,004$) volt megfigyelhető az *Eimeria* oociszta és a *P. ambiguus* pozitív minták százalékos gyakorisága között.

4. A takarmány nyersrost tartalmának hatása a növendéknyulak parazitológiai terheltségére és termelésére. A kutatás célja a takarmány magas nyersrost-tartalmának a hízónyulak parazitológiai terheltségére gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Két nyúltelepen végeztünk vizsgálatokat azonos takarmányokkal. Az elválasztott nyulakat két csoportra osztottuk: A kontrol csoport (Kontrol) kereskedelmi granulált takarmányt ehetett *ad libitum* (DE: 9,0 MJ/kg; nyersfehérje: 16,0%; nyersrost: 17,5%); míg a kísérleti csoport (Magas rost) magasabb rosttartalmú takarmányt (DE: 8,4 MJ/kg; nyersfehérje: 14,3%; nyersrost: 24,0%) fogyasztatott korlátlan mennyiségben. Az I. vizsgálatban csoportonként 90 hízónyúl termelését hasonlítottuk össze, és csoportonként 800 nyúl elhullási adatait és bélsármintáját értékeltük. A II. vizsgálatban csoportonként 90 hízónyúl termelését és 1050 egyed bélsármintáját és elhullását vizsgáltuk. Bár a csoportok takarmányfogyasztása nem különbözött ($P>0,05$), a Magas rost csoport kisebb súlygyarapodást mutatott, mint a Kontrol csoport ($P<0,001$), ezzel összefüggésben a Magas rost

csoport testtömege alacsonyabb volt a hizlalás végén ($P < 0,001$). A Magas rost csoport igen kedvezőtlen takarmányértékesítést mutatott (4,07) a teljes hizlalási időszakra számolva. A csoportok elhullása nem különbözött. Mindkét csoportban 44-45 napos kortól a hizlalás végéig kimutathatók voltak *Eimeria* oociszták a bélsármintákban. A közepesen patogén *Eimeria* fajok oocisztái nagyobb arányban fordultak elő a Kontrol csoportban, mint a Magas rost csoportban, továbbá erősen patogén *Eimeria* fajok oocisztái csak a Kontrol csoportban voltak kimutathatók.

9. SUMMARY

The greatest challenge in industrial rabbit breeding is managing the gastrointestinal problems of rabbits. A significant percentage of digestive diseases are caused by parasites, among which the most common are *Eimeria* species responsible for coccidiosis, furthermore the *Passalurus ambiguus* pinworm, which is also present in industrial rabbit populations. Effective control of these parasites is based on a thorough understanding of the pathogens. This requires identifying the most critical periods in terms of both seasons and life cycles, mapping the species present in domestic rabbit populations, assessing their pathogenicity, and exploring alternative control methods, including dietary interventions. The dissertation summarizes the results of four studies.

1. Survey of the seasonal dependency of *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infections in industrial rabbit farms. The study aimed to observe the seasonal prevalence of *Eimeria* and *P. ambiguus* infections in industrial rabbit farms. The survey was conducted between 2018 and 2022 on faecal samples collected from 29 Hungarian and 2 Slovakian rabbit farms, using the McMaster method. Among the 5,723 samples tested for *Eimeria* oocysts, 68.0% were negative, 7.1% showed low, 13.5% high, and 11.4% very high oocyst infestation levels. Over the entire study period, the highest proportion of oocyst-positive samples was found in summer (35.3%) and autumn (36.2%). A more favourable situation was observed in winter, where significantly more *Eimeria*-negative samples were found (70.5%; $P < 0.05$). The most favourable results were recorded in spring, when three-quarters of the samples were free of oocysts (74.9%; $P < 0.05$). Among the 7,612 samples examined for *P. ambiguus*, 4.4% contained eggs. The lowest proportion of positive samples occurred in summer (3.0%; $P < 0.05$). The infection rates in autumn and winter were identical (4.4% and 4.4%), and it did not differ statistically from infection measured in spring (5.7%).

2. The prevalence of *Eimeria* species in industrial rabbit farms in Hungary. This study aimed to investigate the occurrence and morphological characteristics of different *Eimeria* species observed in faecal samples collected from domestic rabbit farms. Eight *Eimeria* species were identified with varying prevalence rates: *E. media* (40.3%), *E. coecicola* (22.5%), *E. magna* (18.5%), *E. perforans* (8.3%), *E. irresidua* (6.8%), *E. flavescens* (2.7%), *E. intestinalis* (0.8%), and *E. piriformis* (0.2%). Multiple *Eimeria* species (2-7) were simultaneously present in 83.3% of the samples. During sporulation, *E. magna* and *E. media* oocysts underwent size and shape changes. While *E. media* sporulated oocysts were on average 10% longer and wider ($P < 0.01$), *E. magna* sporulated oocysts were 6-11% shorter and narrower compared to their non-sporulated

oocysts. The oocyst sporulation process took place in a solution identical to the one used for flotation tests (400 g MgSO₄ and 1 Liter of distilled water), which had not been previously described.

3. *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infection of farmed rabbits depending on the age. The study aimed to determine the prevalence of *Eimeria* and *P. ambiguus* infections based on the age of rabbits. Sampling and examinations covered all phases of industrial production. It was established that *P. ambiguus* eggs and *Eimeria* oocysts could be detected in faeces samples throughout the entire life cycle of rabbits. Low levels of *Eimeria* infection were observed during the lactation period. The proportion of samples containing oocysts increased in the week following weaning (16-64%). Between day 43 and slaughter age (70-77 days), the proportion of positive samples remained consistently high (sometimes exceeding 80%). The average OPG values (oocysts per gram of faeces) never exceeded 5,000 during lactation; however, from 42 days of age, average OPG values often exceeded 10,000. High oocyst counts persisted until the end of the fattening period. An exponential smoothing model estimated the onset of *Eimeria* infection at 38-40 days of age. The proportion of *P. ambiguus* egg-positive samples reached 50% already during lactation. From day 29 to slaughter age, infection levels remained relatively low. The model estimated an increase in *P. ambiguus* infection at 7 days of lactation. A weak negative correlation ($r=-0.278$; $P=0.004$) was observed between the percentage frequency of *Eimeria* oocyst-positive and *P. ambiguus*-positive samples.

4. Effect of dietary crude fibre content on the *Eimeria* oocysts excretion and production of growing rabbits. The study aimed to examine the effect of high dietary crude fibre content on the parasitological infection of fattening rabbits. The research was conducted on two rabbit farms using identical diets. Weaned rabbits were divided into two groups: the control group (Control) received commercial pelleted feed *ad libitum* (DE: 9.0 MJ/kg; crude protein: 16.0%; crude fibre: 17.5%), while the experimental group (High Fibre) was given a higher fibre-content diet (DE: 8.4 MJ/kg; crude protein: 14.3%; crude fibre: 24.0%) *ad libitum*. Although feed intake did not differ between groups ($P>0.05$), the High Fibre group exhibited lower weight gain than the Control group ($P<0.001$), which was associated with lower body weight at the end of the fattening period ($P<0.001$). The High Fibre group showed significantly worse feed conversion ratio (4.07) throughout the entire fattening period. Mortality rates did not differ between the groups. *Eimeria* oocysts were detectable in faecal samples of both groups from 44-45 days of age until the end of the fattening period. Medium-pathogenic *Eimeria* species oocysts were more prevalent in the Control group than in the High Fibre group, while highly pathogenic *Eimeria* species oocysts were only detected in the Control group.

10. IRODALOMJEGYZÉK

- Abdel Megeed, K. N., Abuel Ezz, N. M., Abdel-Rahman, E. H. (2005): Protective effect of *Eimeria stiedae* coproantigen against hepatic coccidiosis in rabbits. J. Egypt. Soc. Parasitol. 35(2): 581-95.
- Abdel-Gaber, R., Ataya, F., Fouad, D., Daoud, M., Alzuhairy, S. (2019): Prevalence, morphological and molecular phylogenetic analyses of the rabbit pinworm, *Passalurus ambiguus* rudolphi 1819, in the domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus*. Acta Parasitol. 64(2), 316-330. DOI: 10.2478/s11686-019- 00047-7
- Ahmad, T. A., El-Sayed, B. A., El-Sayed, L. H. (2016): Development of immunization trials against *Eimeria* spp. Trials Vaccinol., 5: 38–47. DOI: 10.1016/j.trivac.2016.02.001
- Akpo, Y., Kpodékon, M. T., Djago, Y., Licois, D., Youssao, I. A. K. (2012): Vaccination of rabbits against coccidiosis using precocious lines of *Eimeria magna* and *Eimeria media* in Benin. Vet. Parasitol. 184(1): 73-76. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.08.012>
- Ashmawy, K. I., El-Sokkary, M. Y., Abu-Akkada, S. S., Dewair, A. W. (2010): Incidence of *Passalurus ambiguus* in domestic rabbits in Behera Province. Alex. J. Vet. Sci. (30)1: 115-120.
- Aunin, E., Böhme, U., Blake, D., Dove, A., Smith, M., Corton, C., Oliver, K., Betteridge, E., Quail, M.A., McCarthy, S.A., Wood, J., Tracey, A., Torrance, J., Sims, Y., Howe, K., Challis, R., Berriman, M., Reid, A. (2021): The complete genome sequence of *Eimeria tenella* (Tyzzer 1929), a common gut parasite of chickens. Wellcome Open Res. 6, 225. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.17100.1>
- Awais, M. M., Akhtar, M., Iqbal, Z., Muhammad, F., Anwar M. I. (2012): Seasonal prevalence of coccidiosis in industrial broiler chickens in Faisalabad, Punjab, Pakistan. Trop. Anim. Health Prod., 44 (2): 323-8.
- Belli, S. I., Smith, N. C., Ferguson, D. J. P. (2006): The coccidian oocyst: a tough nut to crack! Trends Parasitol. 22, 416–423. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.07.004>

- Berto, B. P., McIntosh, D., Lopes, C. W. G. (2014): Studies on coccidian oocysts (Apicomplexa: Eucoccidiorida). Rev. Bras. Parasitol. Vet. 23, 1–15. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014001>
- Bizottság (EU) 2023/2594 Végrehajtási Rendelete a robenidin-hidrokloridot tartalmazó készítmény (Cycostat 66G) tenyésznnyulak és házinyulak takarmány-adalékanyagaként történő engedélyezése megújításának megtagadásáról (az engedély jogosultja: Zoetis Belgium S.A.) és az 532/2011/EU végrehajtási rendelet hatályon kívül helyezéséről. (2023. november 21.)
- Chapman, H. D. (1993): Resistance to anticoccidial drugs in fowl. Parasitol. Today, 9, 159–162.
- Chapman, H. D. (1997): Biochemical, genetic and applied aspects of drug resistance in *Eimeria* parasites of the fowl. Avian Pathol. 26, 221–244. <https://doi.org/10.1080/03079459708419208>
- Chapman, H. D. (2008): Coccidiosis in the turkey. Avian Pathol., 37: 205–223. DOI: 10.1080/03079450802050689
- Constantinoiu, C. C., Molloy, J. B., Jorgensen, W. K., Coleman, G.T. (2007): Development and validation of an ELISA for detecting antibodies to *Eimeria tenella* in chickens. Veterinary Parasitology, 150(4): 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.09.019>.
- Coudert, P. (1978): Evaluation comparative de l'efficacité de 10 médicaments contre 2 coccidioses graves du lapin. Journées de la Recherche Cunicole, Toulouse, April 1978. Comm. No. 31.
- Coudert, P. (1981): Chemoprophylaxe von Darm- und Gallen gangskokzidiosen beim Kaninchen. 4. Tagung der Fachgruppe Kleintierkrankheiten in Verbindung mit dem Institut für Kleintierzucht der Fal und der Deutschen Gruppe der WRSA, Celle, 18.–20. June 1981, pp. 106–121.
- Coudert, P., Licois, D., Drouet-Viard, F. (1995): *Eimeria* species and strains of the rabbits. In: J. Eckert, R. Braun, M.W. Shirley and P. Coudert (Eds.), Guidelines on techniques in coccidiosis research. European Commission, Directorate-General XII, Science, Research and Development Environment Research Programme, 52–73.
- Coudert, P., Licois, D., Provôt, F., Drouet-Viard, F. (1993): *Eimeria* sp. from rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): pathogenicity and immunogenicity of *Eimeria intestinalis*. Parasitol. Res. 79: 186–190. DOI: 10.1007/bf00931890

- Crofton, H. D. (1971): A quantitative approach to parasitism. *Parasitology*, 62: 179-193.
- Cui, P., Liuc, H., Fang, S., Gu, X., Wanga, P., Liu, C., Tao, G., Liu, X., Suo, X. (1997): A new species of *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from Californian rabbits in Hebei Province, China Volume 66(5): 677-680. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.06.009>
- Daněk, J., Ševčík, B., Štrosová, Z., Firmanová, A., Vyhnálek, J. (1978): The use of Sulfakombin in suppression of rabbit coccidiosis. *Biol. Chem. Vet.* 24:151–169.
- DeCubellis, J., Graham, J. (2013): Gastrointestinal disease in guinea pigs and rabbits. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 16(2):421-35. doi: 10.1016/j.cvex.2013.01.002.
- Drouet-Viard, F., Coudert, P., Licois, D., Boivin, M. (1997a): Acquired protection of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) against coccidiosis using a precocious line of *Eimeria magna*, effect of vaccine dose and age at vaccination. *Vet. Parasitol.* 69: 197–201. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(96\)01133-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(96)01133-8)
- Drouet-Viard, F., Coudert, P., Licois, D., Boivin, M. (1997b): Vaccination against *Eimeria magna* coccidiosis using spray dispersion of precocious line oocysts in the nest box. *Vet. Parasitol.* 70: 61–66. DOI: 10.1016/s0304-4017(96)01134
- Drouet-Viard, F., Licois, D., Provôt, F., Coudert, P. (1994): The invasion of rabbit intestinal tract by *Eimeria intestinalis* sporozoites. *Parasitol. Res.* 80: 706–707. DOI: [10.1007/BF00932959](https://doi.org/10.1007/BF00932959)
- Du, S., Song, Z., Cen, Y., Fan, J., Li, P., Si, H., Hu, D. (2024): Susceptibility and cecal microbiota alteration to *Eimeria*-infection in Yellow-feathered broilers, Arbor Acres broilers and Lohmann pink layers. *Poultry Sci.* 103, 103824. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103824>
- Dürr, U., Pellérdy, L. (1969): The susceptibility of suckling rabbits to infection with coccidia. *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 19: 453–462.
- Eckert, J., Taylor, M., Catchpole, J., Licois, D., Coudert, P., Bucklar, H. (1995): Morphological characteristics of oocysts, in: European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST). European Commission, Luxembourg, Report 89/820: Biotechnology—Guidelines on techniques in coccidiosis research, pp. 103–119.
- El-Ashram, S., Aboelhadid, S. M., Abdel-Kafy, E. M., Hashem, S. A., Mahrous, L. N., Farghly, E. M., Kamel, A. A. (2020): Investigation of pre- and post-weaning mortalities in rabbits

- bred in Egypt, with reference to parasitic and bacterial causes. *Animals*, 10(3), 537. DOI: 10.3390/ani10030537
- El-Hawary, N. M. K. (2009): Study on parasitic infection in rabbits. Ms. Vet. Sci., Faculty of Veterinary Medicine, Benha University, Egypt
- El-Sherry, S., Aly, M. A., Soliman, M. A., Darwish, M., Amen, O. (2021): Efficiency of four disinfectants against *Eimeria tenella* isolates from Egyptian chickens (*in vitro* assessment). *Assiut Veterinary Medical Journal*, 67(169): 91-100. DOI: 10.21608/avmj.2021.188826
- Engvall, E., Perlmann, P. (1972): Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, Elisa: III. Quantitation of Specific Antibodies by Enzyme-Labeled Anti-Immunoglobulin in Antigen-Coated Tubes. *J. Immunol.* 109(1): 129–135.
- Entzeroth, R., Scholtyseck, E., Sezen, I. Y. (1981): Fine structural study of *Eimeria truncata* from the domestic goose (*Anser anser dom.*). *Z. Parasitenkd.* 66: 1–7. DOI: 10.1007/BF00941939
- ESCCAP (2022): Guideline 04. First Edition – Parazitológiai diagnózis macskákban, kutya­kban és lófélékben ESCCAP (European Scientific Counsel Companion Animal Parasites /Európai Társállatok Parazitáival Foglalkozó Tudományos Tanácsadó Egyesület)
- Felici, M., Tugnoli, B., Piva, A., Grilli, E. (2021): In Vitro Assessment of Anticoccidials: Methods and Molecule. *Animals*, 11, 1962. <https://doi.org/10.3390/ani11071962>
- Fernando, M. A., Rose, M. E., Millard, B. J. (1987): *Eimeria* spp. of the domestic fowl: the migration of sporozoites intra- and extraenterically. *J. Parasitol.* 73: 561–567.
- Fitzgerald, P. R. (1972): Efficacy of monensin or amprolium in the prevention of hepatic coccidiosis in rabbits. *J. Protozool.* 19: 332–334.
- Flores, R. A., Nguyen, B. T., Cammayo, P. L. T. Võ, T. C., Naw, H., Kim, S., Kim, W. H., Na, B., Min W. (2022): Epidemiological investigation and drug resistance of *Eimeria* species in Korean chicken farms. *BMC Vet. Res.* 18, 277. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03369-3>
- Gao, Y., Sun, P., Hu, D., Tang, X., Zhang, S., Shi, F., Yan, X., Yan, W., Shi, T., Wang, S., Zou, J., Yin, G., Liu, X., Dong, H., Suo, X. (2024): Advancements in understanding chicken coccidiosis: from *Eimeria* biology to innovative control strategies. *One Health Advances* 2, 6. <https://doi.org/10.1186/s44280-024-00039-x>

- Gregory, M. W., Catchpole, J. (1986): Coccidiosis in rabbits: the pathology of *Eimeria flavescens* infection. Int. J. Parasitol. 16: 131-145. DOI: 10.1016/0020-7519(86)90098-6
- Grès, V., Voza, T., Chabaud, A., Landau, I. (2003): Coccidiosis of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France, Parasite, 10 (1): 51-7.
- Hafez, H. M. (2008): Poultry coccidiosis: prevention and control approaches. Arch. Geflügelk., 72: 2–7.
- Hanada, S., Omata, Y., Umemoto, Y., Kobayashi, Y., Furuoka, H., Matsui, T., Maeda, R., Saito, A. (2003a): Relationship between liver disorders and protection against *Eimeria stiedae* infection in rabbits immunized with soluble antigens from the bile of infected rabbits. Vet Parasitol. 111: 261–266. DOI: 10.1016/s0304-4017(02)00357-6.
- Hanada, S., Umemoto, Y., Omata, Y., Koyama, T., Nishiyama, K., Kobayashi, Y., Furuoka, H., Matsui, T., Maeda, R., Saito, A. (2003b): *Eimeria stiedae* merozoite 49-kDa soluble antigen induces protection against infection. J Parasitol. 89: 613-617. DOI: 10.1645/0022-3395(2003)089
- Hancz, Cs. (2004): Kísérleti statisztika I. Kísérletek tervezése és értékelése. Egyetemi jegyzet, Kaposvár, 131.
- Hao, Z., Chen, J., Sun, P., Chen, L., Zhang, Y., Chen, W., Hu, D., Bi, F., Han, Z., Tang, X., Suo, J., Suo, X., Liu, X. (2023): Distinct non-synonymous mutations in cytochrome b highly correlate with decoquinate resistance in apicomplexan parasite *Eimeria tenella*. Parasit Vectors 16, 365. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05988-7>
- Herrick, C. A. (1950): The effect of coccidian on metabolism and temperature regulation of chickens. Poultry Sci. 29, 763.
- Hoover, W. H., Heitmann, R. N. (1972): Effects of dietary fiber levels on weight gain, cecal volume and volatile fatty acid production in rabbits. The Journal of Nutrition. 102(3): 375-379. <https://doi.org/10.1093/jn/102.3.375>
- Horváth-Papp, I. (2008): Practical guide to broiler health management. Betűvető Ltd. Budapest, Magyarország, 259–283.
- Hönich, M., Sugár, L., Kemenes, F. (1978): A vadon élő állatok betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest

- Hussein, N. M., Rabie, S. A. H., Abuelwafa, W. A., El-Din, M. M. M. (2022): Morphometry, molecular identification and histopathology of *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819 in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Qena, Upper Egypt. J. Parasit. Dis. 46(2): 511-525. doi: 10.1007/s12639-022-01477-3.
- James, S. (1980): Thiamine uptake in isolated schizonts of *Eimeria tenella* and the inhibitory effects of amprolium. Parasitology. 80, 313–322.
- Jelínková, A., Licois, D., Pakandl, M. (2008): The endogenous development of the rabbit coccidium *Eimeria exigua* Yakimoff, 1934. Vet Parasitol. 156(3-4): 168-72. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.06.008
- Joyner, L. P., Catchpole, J., Berret, S. (1983): *Eimeria stiedae* in rabbits: the demonstration of responses to chemotherapy. Res. Vet. Sci. 34: 64–67.
- Kassai, T. (2003): Helminológia. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 369.
- Kastberger, G., Stachl, R. (2003): Infrared imaging technology and biological applications. Nebav. Res. Meth. Instrum. Comput. 35, 429–439.
- Koinarski, V. (1985): Changes in the acid–base equilibrium of turkey poultts infected with *Eimeria adenoeides*. Vet. Med. Nauki 22, 74–78.
- Kotlán, S., Kobulej, T. (1972): Parazitológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Kovács, Sz. (2010): Az ideg- és izomrendszerben előforduló *Elaphostrongylus cervi* fonálféreg ökológiai viszonyainak vizsgálata dunántúli gímszarvas populációkban. Doktori értekezés. Kaposvári Egyetem, 114.
- Lawn, A. M., Rose, M. E. (1982): Mucosal transport of *Eimeria tenella* in the cecum of the chicken. J. Parasitol. 68: 1117-1123.
- Le Normand, B., Chatellier, S., Mercier, P. (2016): Natural *Passalurus ambiguus* infestation in a rabbit farm. Interest of the mini flotac method to assess helminth eggs and to ensure 1 year follow-up of animals after Flubendazole based treatments. In Proc.:11th World Rabbit Congress, June 15-18, 2016. Qingdao, China, 553-556.

- Lee, Y., Lu, M., Lillehoj, H. S. (2022): Coccidiosis: Recent Progress in Host Immunity and Alternatives to Antibiotic Strategies. *Vaccines* (Basel) 10, 215. <https://doi.org/10.3390/vaccines10020215>
- Levine, N. D. (1973): Introduction, history and taxonomy. In: D.M. Hammond and P.L. Long (Eds.), *The Coccidia*. University Park Press, Baltimore, pp. 1–22.
- Li, M. H., Ooi, H. K. (2009): Fecal occult blood manifestation of intestinal *Eimeria* spp. infection in rabbit. *Vet. Parasitol.* 161, 327–329.
- Licois, D., Coudert, P., Bahagia, S., Rossi, G. L. (1992): Characterisation of *Eimeria* species in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*): endogenous development of *Eimeria intestinalis* Cheissin, 1948. *J. Parasitol.* 78: 1041–1046. DOI: 10.2307/3283227
- Licois, D., Coudert, P., Mongin, P. (1978a): Changes in hydromineral metabolism in diarrhoeic rabbits. 1. A study of the changes in water metabolism. *Ann. Rech. Vet.* 9(1): 1-10.
- Licois, D., Coudert, P., Mongin, P. (1978b): Changes in hydromineral metabolism in diarrhoeic rabbits. 2. Study of the modifications of electrolyte metabolism. *Ann. Rech. Vet.* 9(3): 453-464.
- Licois, D., Guillot, J. F. (1980): Évolution de nombre de collibacilles chez les lapereaux atteints de coccidiose intestinale. *Rec. Med. Vét.* 156: 555–560.
- Margolis, I., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M., Schad, G. A. (1982): The use of ecological terms in parasitology (Report of an adhoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, 68: 131-133.
- Martin, A. G., Danfort, H. D., Barta, J. R., Fernando, M. A. (1997): Analysis of immunological cross-protection and sensitivities to anticoccidial drugs among five geographical and temporal strains of *Eimeria maxima*. *Int. J. Parasitol.* 27: 527–533. DOI: 10.1016/s0020-7519(97)00027-1.
- Mayer, J., Donnelly, T. M. (2012): Coccidiosis. *Clinical Veterinary Advisor*. 10: 346–348. doi: 10.1016/B978-1-4160-3969-3.00155-4
- Maziz-Bettahar, S., Aissi, M., Ainbaziz, H., Bachene, M. S., Zenia, S., Ghisani, F. (2018): Prevalence of coccidian infection in rabbit farms in northern Algeria. *Vet. World*, 11(11), 1569–1573.

- McDougald, L. R., Fitz-Coy, S. H. (2013): Coccidiosis. In: Swayne, D. E. (ed.): Diseases of Poultry (13th ed), Wiley-Blackwell Publishing, Ames, USA, 1148–1166.
- McDougald, L. R., Galloway, R. B. (1973): *Eimeria tenella*: Anticoccidial drug activity in cell cultures. Exp. Parasitol. 34, 189–196.
- Mehlhorn, H. (2008): Encyclopedia of parasitology (Vol. 1). Springer; Heidelberg Germany
- Mehlhorn, H. (2016): Encyclopedia of Parasitology (4th ed.). Springer; Berlin, Germany
- Mercier, P., Morel-Saives, A., Verdelhan, S., Richard, A. (2004): Tolerance of Decoquinate in the rabbit. In Proc: 8th World Rabbit Congress, September 7-10, 2004, Puebla (Mexico), 597-600.
- Morrissey, J.K. (1996): Parasites of ferrets, rabbits and rodents. Sem. Avian Exotic Pet Med. 15: 106–114.
- Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., Tkachenko, V. V. (2019): Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae) Regul. Mech. Biosyst., 10(1), 69–74. DOI: 10.15421/02191
- Nehemiah, J. (2016): Prevalence and pathology of rabbit coccidiosis in Nairobi county, Kenya. A research project submitted in partial fulfillment for the award of the degree of Bachelor of Veterinary Medicine, UON. Investigator: Ogachi.
- Noack, S., Chapman, H. D., Selzer, P.M. (2019): Anticoccidial drugs of the livestock industry. Parasitol. Res. 118, 2009–2026.
- Norton, C. C., Catchpole, J., Joyner, L. P. (1979): Redescriptions of *Eimeria irresidua* Kessel & Jankiewicz, 1931 and *E. flavescens* Marotel & Guilhon, 1941 from the domestic rabbit. Parasitology, 79: 231–248. DOI: 10.1017/s0031182000053312
- Nosal, P., Kowal, J., Nowosad, B., Bieniek, J., Kowalska, D. (2009): Dynamics of endoparasite infections in rabbits under different rearing conditions. Wiad. 2009(2), 173–177.
- Okumu, P. O., Gathumbi, P. K., Karanja, D. N., Mande, J. D., Wanyoike, M. M., Gachuri, C. K., Kiarie, N., Mwanza, R. N., Borter, D. K. (2014): Prevalence, pathology and risk factors for

- coccidiosis in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in selected regions in Kenya. Veterinary Quarterly, 34(4): 205-210. <https://doi.org/10.1080/01652176.2014.978044>
- Olfat, A. M. (2000): Evaluation of two *Eimeria stiedae* antigens for serodiagnosis of hepatic coccidiosis in experimentally infected rabbits. The Journal of the Egyptian Medical Association. 60: 83-91.
- Oliveira, U. C., Fraga, J., Licois, D., Pakandl, M., Gruber, A. (2011): Development of molecular assays for the identification of the 11 *Eimeria* species of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). Vet. Parasitol. 176(2-3): 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.054>
- Pakandl, M. (2009): Coccidia of rabbit: a review. Folia Parasitol, 56, 153-166. DOI: 10.14411/fp.2009.019
- Pakandl, M., Černík, F., Coudert, P. (2003): The rabbit coccidium *Eimeria flavescens* Marotel and Guilhon, 1941: an electron microscopic study of its life cycle. Parasitol. Res. 91: 304–311. DOI: 10.1007/s00436-003-0946-y
- Pakandl, M., Coudert, P. (1999): Life cycle of *Eimeria vejnovskyi*. Parasitol. Res. 85(10): 850-854. DOI: 10.1007/s004360050644
- Pakandl, M., Coudert, P., Licois, D. (1993): Migration of sporozoites and merogony of *Eimeria coecicola* in the gut-associated lymphoid tissue. Parasitol. Res. 79: 593-598. DOI: 10.1007/bf00932244
- Pakandl, M., Drouet-Viard, F. Coudert, P. (1995): How do sporozoites of rabbit *Eimeria* species reach their target cells? C. R. Acad .Sci. III. 318(12): 1213-1217.
- Pakandl, M., Eid Ahmed, N., Licois, D., Coudert, P. (1996a): *Eimeria magna* Pérard, 1925: life cycle studies with parental and precocious strains. Vet. Parasitol. 65: 213–222. DOI: 10.1016/S0304-4017(96)00975-2
- Pakandl, M., Gaca, K., Licois, D., Coudert, P. (1996b): *Eimeria media* Kessel 1929: comparative study of endogenous development between precocious and parental strains. Vet. Res. 27(4-5): 465-472.
- Pakandl, M., Hlášková, L. (2007): The reproduction of *Eimeria flavescens* and *Eimeria intestinalis* in suckling rabbits. Parasitol. Res. 2007, 101, 1435–1437.

- Pakandl, M., Hlášková, L., Poplštein, M., Chromá, V., Vodička, T., Salát, J., Mucksová, J. (2008): Dependence of the immune response to coccidiosis on the age of rabbit suckling. *Parasitol. Res.* 103: 1265–1271. DOI: 10.1007/s00436-008-1123-0
- Pakandl, M., Jelínková, A. (2006): The rabbit coccidium *Eimeria piriformis*: selection of a precocious line and life-cycle study. *Vet. Parasitol.* 137: 351–354. DOI: 10.1007/s00436-008-1123-0
- Papp, L. (1987): A parazitológia egyes szünbiológiai fogalmairól. *Parasitologia Hungarica*, 20: 17-31.
- Peek, H. W., Landman, W. J. M. (2011): Coccidiosis in poultry: Anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Vet. Quart.*, 31: 143–161. DOI: 10.1080/01652176.2011.605247
- Peeters, J. E., Pohl, P., Charlier, G. (1984): Infectious agents associated with diarrhoea in commercial rabbits: a field study. *Ann. Rech. Vét.* 15, 335-340.
- Pellérdy, L. P. (1974): Coccidia and Coccidiosis. Akadémiai Kiadó, Budapest, 959.
- Pellérdy, L. P., Dürr, U. (1970): Zum endogenen Entwicklungszyklus von *Eimeria stiedae* (Lindemann, 1865) Kisskalt, Hartman 1907. *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 20: 227–244.
- Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., Pilarczyk, R., Januś, E., Stanek, P., Seremak, B., Sablik, P. (2020): Effects of rabbit sex, age, breed, and management on *Eimeria* infection intensity. *Vet. World*, 13(8), 1654.
- Pinard-van der Laan, M. H., Bedřihom, B., Coville, J. L., Pitel, F., Fève, K., Leroux, S., Legros, H., Thomas, A., Gourichon, D., Repérant, J. M., Rault, P. (2009): Microsatellite mapping of QTLs affecting resistance to coccidiosis (*Eimeria tenella*) in a Fayoumi × White Leghorn cross. *BMC Genomics*, 10, 31.
- Quiroz-Castañeda, R. E., Dantán-González, E. (2015): Control of Avian Coccidiosis: Future and Present Natural Alternatives. *BioMed Res. Int.*, 1–11. DOI: 10.1155/2015/430610
- Rabie, S. A. H., Abuelwafa, W. A., Hussein, N. M. (2022): Occurrence of *Eimeria* species (Apicomplexa: *Eimeriidae*) in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Qena

- Governorate, Upper Egypt. J. Parasit. Dis. 46(3): 811-832. doi: 10.1007/s12639-022-01494-2.
- Radnai I. (2013a): A házinyúl leggyakoribb hasmenéses bántalma a kokcidiózis. Agro Napló, 2013. november 5.
- Radnai I. (2013b): Bélkokcidiózis. A házinyúl hasmenéses bántalmai (2.). Kistermelők Lapja. 57(6): 27.
- Renaux, S., Quéré, P., Buzoni-Gatel, D., Sewald, B., Le Vern, Y., Coudert, P., Drouet-Viard, F. (2003): Dynamics and responsiveness of T-lymphocytes in secondary lymphoid organs of rabbits developing immunity to *Eimeria intestinalis*. Vet. Parasitol. 110: 181–195. DOI: 10.1016/s0304-4017(02)00305-9
- Roitt, I., Delves, P. (1998): Encyclopedia of Immunology (2nd Edition), Academic Press, 3072.
- Rose, M. E., Mockett, A. P. (1983): Antibodies to coccidia: detection by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) Parasite Immunol. 5(5):479-489. DOI: 10.1111/j.1365-3024.1983.tb00762.x.
- Rózsa, L. (2005): Élősködés. Medicina Kiadó, Budapest, 105-127.
- Ryley, J. F., Robinson, T. E. (1976): Life cycle studies with *Eimeria magna* Pérard, 1925. Z. Parasitenkd. 50: 257–275. DOI: 10.1007/bf02462971
- Savietto, D., Gelain, M. (2017): Rabbit dams' influence in the offspring mortality. Agronomy. 2017. fffhal-03355259
- Schoch, C. L., Ciufu, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., Karsch-Mizrachi, I. (2020): NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford) 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- Sioutas, G., Evangelou, K., Vlachavas, A., Papadopoulos, E. (2021): Deaths Due to Mixed Infections with *Passalurus ambiguus*, *Eimeria* spp. and *Cyniclomyces guttulatus* in an Industrial Rabbit Farm in Greece. Pathogens. 10(6), 756. DOI: 10.3390/pathogens10060756

- Song, H., Dong, R., Qiu, B., Jing, J., Zhu, S., Liu, C., Jiang, Y., Wu, L., Wang, S., Miao, J., Shao, Y. (2017): Potential Vaccine Targets against Rabbit Coccidiosis by Immunoproteomic Analysis. *Korean J Parasitol.* 55(1):15–20. DOI: [10.3347/kjp.2017.55.1.15](https://doi.org/10.3347/kjp.2017.55.1.15)
- Song, H., Qiu, B., Yan, R., Xu, L., Song, X., Li, X. (2013): The protective efficacy of chimeric SO7/IL-2 DNA vaccine against coccidiosis in chickens. *Res. Vet. Sci.* 94: 562–567. DOI: 10.1016/j.rvsc.2012.11.006.
- Song, H., Yan, R., Xu, L., Song, X., Shah, M. A. A., Zhu, H., Li, X. (2010): Efficacy of DNA vaccines carrying *Eimeria acervulina* lactate dehydrogenase antigen gene against coccidiosis. *Exp. Parasitol.* 126:2 24–231. DOI 10.1016/j.exppara.2010.05.015.
- Streun, A., Coudert, P., Rossi, G. L. (1979): Characterization of *Eimeria* species. II. Sequential morphologic study of the dogenous cycle of *Eimeria perforans* (Leuckart, 1879; Sluiter and Swellengrebel, 1912) in experimentally infected rabbits. *Z. Parasitenkd.* 60: 37–53. DOI: 10.1007/bf00928970
- Sultan, K., Elhawary, N. M., Sorour, S. S. G., Sharaf, H. M. (2015): Observations of the rabbit pinworm *Passalurus ambiguus* (rudolphi, 1819) in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt using a scanning electron microscope. *Trop. Biomed.* 32: 745–752.
- Sun, P., Zhang, Y., Wang, C., Hu, D., Liu, J., Chen, L., Shi, F., Tang, X., Hao, Z., Suo, J., Yu, Y., Suo, X., Liu, X. (2023): EtcPRSMut as a molecular marker of halofuginone resistance in *Eimeria tenella* and *Toxoplasma gondii*. *iScience* 26(4), 106334. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106334>
- Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. (2015): *Veterinary Parasitology* (4th ed.) Wiley-Blackwell; Oxford, UK
- Thabet, A., Zhang, R., Alnassan, A. A., Dauschies, A., Bangoura, B. (2017): Anticoccidial efficacy testing: In vitro *Eimeria tenella* assays as replacement for animal experiments. *Vet. Parasitol.* 233: 86–96.
- Török, J. K. 2012. Bevezetés a protisztológiába. Eötvös Loránd Tudományegyetem, 238.
- Vadlejch, J., Knížkováč, I., Makovcová, K., Kunc, P., Jankovská, I., Janda, K., Borkovcová, M., Langrová, I. (2010): Thermal profile of rabbits infected with *Eimeria intestinalis*. *Veterinary Parasitology.* 171, 343–345.

- Van Leeuwenhoek, A. (1674) More observations from Mr. Leewenhook, in a letter of Sept. 7. 1674. sent to the publisher Phil. Trans. R. Soc. 9178–9182. <http://doi.org/10.1098/rstl.1674.0057>
- Vanparijs, O., Desplenter, L., Marsboom, R. (1989a): Efficacy of diclazuril in the control of intestinal coccidiosis in rabbits. Vet. Parasitol. 34: 185–190. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90049-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90049-6)
- Vanparijs, O., Hermans, L., van der Flaes, L., Marsboom, R. (1989b): Efficacy of diclazuril in the prevention and cure of intestinal and hepatic coccidiosis in rabbits. Vet. Parasitol. 32: 109–117. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90111-8](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90111-8)
- Varga, I. (1982): Large-scale management systems and parasite populations: coccidia in rabbits. Vet. Parasitol. 11(1): 69-84. DOI: 10.1016/0304-4017(82)90122-4
- Varga, M. (2013): Infectious Diseases of Domestic Rabbits. Textbook of Rabbit Medicine. Butterworth–Heinemann; Oxford, UK, 435–471. doi: 10.1016/B978-0-7020-4979-8.00014-5
- Vereecken, M., Lavazza, A., de Gussem, K., Chiari, M., Tittarelli, C., Zuffellato, A., Maertens, L. (2012): Activity of diclazuril against coccidiosis in growing rabbits: Experimental and field experiences. World Rabbit Sci. 20: 223-230.
- Vermeulen, A. N. (1998): Progress in recombinant vaccine development against coccidiosis: a review and prospects into the next millennium. Int. J. Parasitol. 28: 1121–1130. DOI: 10.1016/s0020-7519(98)00080-0.
- Vetési, F. (1990): Házinyúl-egészségstan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 208-215.
- Vítovec, J., Pakandl, M. (1989): The pathogenicity of rabbit coccidium *Eimeria coecicola* Cheissin, 1947. Folia Parasitol. 36: 289–293.
- Wang, C. C. (1976): Inhibition of the respiration of *Eimeria tenella* by quinolone coccidiostats. Biochem. Pharmacol. 25, 343–349.
- Williams, R. B. (2006): Tracing the emergence of drug-resistance in coccidia (*Eimeria* spp.) of commercial broiler flocks medicated with decoquinate for the first time in the United Kingdom. Vet. Parasitol. 135(1): 1-14. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.10.012

- Witlock, D. R. (1984): Changes in moribund chickens as a result of *Eimeria necatrix* infection. J. Parasitol. 70, 433–435.
- Witlock, D. R., Ruff, M. D., Chute, M. B. (1981): Physiological basis of *Eimeria tenella*-induced mortality in individual chickens. J. Parasitol. 67, 65–69.
- Wu, Z., Zhou, H., Li, F., Zhang, N., Zhu, Y. (2019): Effect of dietary fiber levels on bacterial composition with age in the cecum of meat rabbits. MicrobiologyOpen. 8(5): e00708, <https://doi.org/10.1002/mbo3.708>
- Xu, Q., Song, X., Xu, L., Yan, R., Shah, M. A., Li, X. (2008): Vaccination of chickens with a chimeric DNA vaccine encoding *Eimeria tenella* TA4 and chicken IL-2 induces protective immunity against coccidiosis. Vet. Parasitol. 156: 319–323. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.05.025.
- Yan, W., Wang, W., Wang, T., Suo, X., Qian, W., Wang, S., Fan, D. (2013): Simultaneous identification of three highly pathogenic *Eimeria* species in rabbits using a multiplex PCR diagnostic assay based on ITS1-5.8S rRNA-ITS2 fragments. Vet. Parasitol. 193(1-3): 284-288 <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.013>
- You, M. J. (2014): Detection of four important *Eimeria* species by multiplex PCR in a single assay. Parasitol Int. 63(3): 527-32. doi: 10.1016/j.parint.2014.01.006.
- Zhang, H., Zhang, L., Ren, G., Si, H., Song, X., Liu, X., Suo, X., Hu, D. (2023): Forward genetic analysis of monensin and diclazuril resistance in *Eimeria tenella*. Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist. 22, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.05.002>

URL1: https://web.uri.edu/wp-content/uploads/sites/241/McMaster-Test_Final3.pdf

URL2: <https://medicover.hu/laborvizsgalatok/laborvizsgalatok-tipus/genetikai-laborvizsgalatok/>

URL3: http://www.medirabbit.com/HU/Digestive/Parasites/Pass_hu.htm

URL4: <https://www2.univet.hu/qpweb/qp10/index.php>

URL5: <https://www.ibm.com/docs/hu/cognos-analytics/11.1.0?topic=f-forecasting-models>

URL6: <https://www.rvc.ac.uk/static/review/parasitology/EggCount/Interpretation.htm>

11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Őszintén hálás vagyok témavezetőimnek, Prof. Dr. Matics Zsoltnak, a vizsgálatok tervezése, kiértékelése és publikálása során nyújtott szakmai és tudományos segítségéért és töretlen támogatásáért, valamint Dr. Német Zoltánnak az állategészségügyi munkában és publikálásokban való támogatásért.

Szeretném köszönetemet kifejezni Prof. Dr. Szabó Andrásnak és Dr. Halas Veronikának a doktori képzésben való részvétel lehetőségéért és az iránymutatásért.

Köszönettel tartozom az Állatnemesítési Intézeti Tanszék valamennyi munkatársának, akik fizikailag és/vagy szellemileg, statisztikai gyakorlati tanácsokkal támogatták kutatásomat: Dr. Bárdos Boróka, Dr. Gerencsér Zsolt. Dr. Kövér György, Prof. Dr. Nagy István.

Rendkívül hálás vagyok:

- Feleségemnek Demeter-Jeremiás Anettnek a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséért, valamint a doktori munkámban való lelki támogatásért.
- A Tetrabbit Kft és az S&K Lap Kft tulajdonosainak /Sándor Ferencnek, Kiss Andreának, Johann Gerbernek, Gerber Zsuzsának, Szalay Attilának/ a szakmai segítségéért, valamint a teljes időszak laboratóriumi munkáinak anyagi támogatásáért.
- A Cargill Takarmány Zrt-nek ezen belül is Fejes Györgynek a szakmai támogatásért, a flexibilis munkaidőért és a tanulmányaim támogatásáért.

Továbbá nagyon szépen köszönöm édesanyámnak Demeterné Dr. Jamniczky Erikának a felsőoktatási tanulmányaim és a doktori cím erős támogatásáért.

Hálás köszönettel tartozom gyermekeimnek a megértésért, az elfogadásért (Katának, Daninak és Virágnak), akiktől sok időt vettem el hétvégenként a tudományos tanulmányok és cikkek megírása miatt.

Nem utolsó sorban üzleti partnereimnek (farmok tulajdonosai, dolgozók és beszállítók), akik támogattak munkám véghezvitelében, a minták gyűjtésében és a mérések elvégzésében.

12. PUBLIKÁCIÓS LISTA

A disszertáció témakörében megjelent publikációk

Idegen nyelvű cikk tudományos folyóiratban

Demeter, Cs.; Demeter-Jeremiás, A.; Német, Z.; Sándor, M.; Mayer, A.; Gerencsér, Zs.; Matics, Zs. (2023): Effects of diets with different fibre content on the performance of rabbit does and on parasitological infection. ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS, 1: 41-44.

Demeter, Cs.; Matics, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Sándor, F.; Gerencsér, Zs.; Német, Z. (2023): Survey of the seasonal dependency of *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infections in industrial rabbit farms. WORLD RABBIT SCIENCE. 31:(4) 277-283.

(Q3) IF: 0.8

Demeter, Cs.; Demeter-Jeremiás, A.; Német, Z.; Sándor, M.; Mayer, A.; Gerencsér, Zs.; Juráskó, R.; Húth, B.; Matics, Zs. (2024): Effect of dietary butyrate supplementation on the production performance and parasitology of growing rabbits. BIO WEB OF CONFERENCES. 125 Paper: 02006 , 7 p. (2024)

Demeter, Cs.; Bárdos, B.; Német, Z.; Gerencsér, Zs.; Juráskó, R.; Mayer, A.; Demeter-Jeremiás, A.; Lencsés-Varga, E.; Matics, Zs. (2025): *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infection of farmed rabbits depending on the age. JOURNAL OF ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION. 13(1): 178-184.

(Q3) IF: 0.8 (2023)

Demeter, Cs.; Matics, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Mayer, A.; Bárdos, B.; Sándor, M.; Gerencsér, Zs.; Német, Z. (2025): Effect of dietary crude fibre content on the *Eimeria* oocysts excretion and production of growing rabbits. ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS. 66(1), 23–38.

Magyar nyelvű cikk tudományos folyóiratban

Demeter, Cs.; Német, Z.; Gerencsér, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Sándor, F.; Matics, Zs (2022): Az életkor és az évszak hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére. ACTA AGRARIA KAPOSVARIENSIS, 26 (2): 63-74.

Demeter, Cs.; Matics, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Sándor, M.; Végh, Á. Z.; Gerencsér, Zs.; Német, Z. (2023): *Eimeria* fajok által okozott fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken. MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA. 145:(12) 759-767.

(Q4) IF: 0.3

Demeter, Cs.; Német, Z. L.; Demeter-Jeremiás, A.; Gerencsér, Zs.; Mayer, A.; Sándor, M.; Matics, Zs. (2023): A nyulak kokcidiózisa. ACTA AGRARIA KAPOSVÁRIENSIS. 27:(1-2) 51-65.

Demeter, Cs.; Német, Z.; Demeter-Jeremiás, A.; Mayer, A.; Bárdos, B.; Sándor, M.; Gerencsér, Zs.; Lencsés-Varga, E.; Matics, Zs. (2025): Házinyulakon végzett *Eimeria* oociszta vizsgálatok eredményei. ANIMAL WELFARE ETOLÓGIA ÉS TARTÁSTECHNOLÓGIA – közlésre elfogadva

Matics, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Varga, E.; Német, Z.; Sándor, M.; Mayer, A.; Gerencsér, Zs.; **Demeter, Cs.** (2025): A takarmány eltérő pellet méretének hatása a házinyulak termelésére

Hazai konferenciakiadványban teljes terjedelemben megjelent anyag (proceeding)

Demeter, Cs; Matics, Zs; Demeter-Jeremiás, A; Sándor, F; Gerencsér, Zs; Német, Z (2022): Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oocysta a *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére. 33. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2022. szeptember 29. pp. 13-22.

Demeter, Cs; Demeter-Jeremiás, A; Német, Z; Sándor, F; Mayer, A; Gerencsér, Zs; Matics, Zs (2022): Eltérő rosttartalmú takarmányok hatása az anyanyulak termelésére valamint parazitológiai terheltségére. 33. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2022. szeptember 29. pp. 75-81.

Demeter, Cs; Német, Z; Gerencsér, Zs; Demeter-Jeremiás, A; Sándor, F; Matics, Zs (2022): Nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* spp. fertőzöttsége évszaktól függően. XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely pp. 161-166.

Demeter Cs.; Matics Zs.; Demeter-Jeremiás A.; Mayer A.; Sándor M.; Gerencsér Zs.; Német Z. (2023): Házinyulakon végzett *Eimeria* oociszta vizsgálatok eredményei. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2023. szeptember 28. Kaposvár, Magyarország, 19-25.

Matics Zs.; Gerencsér Zs.; Német Z.; Demeter-Jeremiás A.; Mayer A.; Sándor M.; Plucinszki Zs.; **Demeter Cs.** (2023): A takarmánykorlátozás hatása a hízónyulak termelésére, vágási tulajdonságaira és parazitológiai terheltségére. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2023. szeptember 28. Kaposvár, Magyarország, 61-67.

Demeter Cs., Matics Zs., Demeter-Jeremiás A., Mayer A., Bárdos B., Sándor M., Gerencsér Zs., Német Z. (2024): Házinyulakon végzett *Eimeria* oociszta és *Passalurus ambiguus* vizsgálatok eredményei. 35. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2024. szeptember 26. Kaposvár, Magyarország, 19-27.

Matics, Zs.; **Demeter, Cs.**; Demeter-Jeremiás, A.; Dencs, V. S.; Mayer, A.; Gerencsér, Zs. (2024): Különböző elválasztási módok hatása a házinyulak termelésére. 35. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2024. szeptember 26. Kaposvár, Magyarország, 29-34.

Német, Z.; Sándor, M.; **Demeter, Cs.** (2024): Új irányok a coccidiosis kutatásában. 35. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2024. szeptember 26. Kaposvár, Magyarország, 13-17.

Külföldi konferenciakiadványban megjelent abstract

Demeter, Cs; Matics, Zs; Gerencsér, Zs; Demeter-Jeremiás, A; Sándor, F; Német, Z (2022): Survey of *Eimeria* oocyst and *Passalurus ambiguus* infections at industrial rabbit farms depending on the season. ASD 2022 - Book of Abstracts, Zágráb (Horvátország) pp. 105.

Hazai konferenciakiadványban megjelent abstract (magyar és angol nyelvű)

Demeter Cs., Német Z., Demeter-Jeremiás A., Mayer A., Bárdos B., Sándor M., Gerencsér Zs., Lencsés-Varga E., Matics Zs. (2024): Házinyulakon végzett *Eimeria* oociszta vizsgálatok eredményei. - Examination of *Eimeria* oocyst infection in rabbits. IX. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap: Előadások és poszterek összefoglaló kötete, 2024. november 15. Gödöllő, Magyarország, 51.

Matics, Zs.; Demeter-Jeremiás, A.; Varga, E.; Német, Z.; Sándor, M.; Mayer, A.; Gerencsér, Zs.; **Demeter, Cs.** (2024): A takarmány eltérő pellet méretének hatása a hízónyulak termelésére és parazitológiai terheltségére - . Effect of different pellet sizes on the production and parasitological load of growing rabbits IX. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap: Előadások és posztterek összefoglaló kötete, 2024. november 15. Gödöllő, Magyarország, 59-60.

Ismeretterjesztő közlemény

Demeter, Cs.; Juráskó, R. (2024): Házi nyulak kokcidiózis-vizsgálata. Magyar Állattenyésztők Lapja. 29:7, 30-31.

Kutatási témán kívüli publikációk

Idegen nyelvű cikk tudományos folyóiratban

Posta, J.; **Demeter, Cs.**; Német, Z.; Sándor, M.; Gerencsér, Zs.; Matics, Zs. (2024): Pedigree-Based Description of Danubia Alba Rabbit Breed Lines. ANIMALS 14:18 Paper: 2740, 10 p.

(Q1)

Hazai konferenciakiadványban teljes terjedelemben megjelent anyag (proceeding)

Mayer A.; Német Z.; **Demeter Cs.**; Matics Zs.; Gerencsér Zs. (2023): Különböző rosttartalmú takarmányok hatása a növendéknyulak termelésére. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2023. szeptember 28. Kaposvár, Magyarország, 55-59.

Mayer A.; Német Z.; Matics Zs.; **Demeter Cs.**; Sándor M.; Wágner L.; Dublec K.; Gerencsér Zs. (2023): Fontosabb nyúltakarmányok rostösszetételének vizsgálata. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2023. szeptember 28. Kaposvár, Magyarország, 47-54.

Német Z.; Sándor M.; **Demeter Cs.** (2023): Fertőző vetélések nagyüzemi termelő házinyúl állományokban. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2023. szeptember 28. Kaposvár, Magyarország, 13-17.

Külföldi konferenciakiadványban megjelent abstract

Mayer, A; Bosse, A; **Demeter, Cs**; Matics, Zs; Gerencsér, Zs (2022): Lignocellulose roll on performance, animal health and welfare in modern monogastric feed formulation. ASD 2022 - Book of Abstracts, Zágráb (Horvátország) pp. 72.

Hazai konferenciakiadványban megjelent abstract (magyar és angol nyelvű)

Posta, J.; **Demeter, Cs.**; Német, Z.; Sándor, M.; Gerencsér, Zs.; Matics, Zs. (2024): A Danubia Alba nyúl fajta vonalainak demográfiai értékelése - Demographic evaluation of Danubia Alba rabbit lines. IX. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap: Előadások és poszterek összefoglaló kötete, 2024. november 15. Gödöllő, Magyarország, 64.

SZAKMAI ÉLETRAJZ

Tanulmányok:

1993-1997: Edelényi Izsó Miklós Gimnázium érettségi

1997-1999: Discimus Üzleti Iskola Wade World Trade diploma, külkereskedelem és vám szakirány.

1999-2002: Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, mint a DATE jogutód intézménye, Mezőgazdasági Szakigazgatási Szervező mérnöki szak, Mezőgazdasági Szakigazgatási Szervező mérnök végzettség.

2002-2004: Szent István Egyetem, Gazdaság és Társadalomtudományi Kar, Agrár és Regionális Gazdaságtani Intézet, Regionális Gazdaságtani Tanszék, okleveles gazdasági agrármérnöki végzettség.

2022–2025: között PhD hallgató, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola: Téma: Az *Eimeria* fertőzöttségét befolyásoló tényezőknek, az *Eimeria* fertőzöttség termelésre gyakorolt hatásának és a kokcidiózis takarmány-kiegészítéssel történő megelőzésének vizsgálata házinyulakon

Nyelvismeret:

Német, alapfokú „A” típusú, Német, alapfokú „B” típusú nyelvvizsga, Angol, alapfokú „Trinity College” típusú nyelvvizsga, Angol középfokú „C” típusú nyelvvizsga.

Szakmai tapasztalat:

2003 óta első munkahelyként a Cargill Takarmány Zrt.-nél helyezkedik el.

2003-ban Purina értékesítési tanácsadóként kezdte meg a munkáját, majd 2004 -ben szakosodott és nyúl értékesítési tanácsadóként folytatta a tevékenységét. Felelősi között a piaci kapcsolatok kialakítása, a nagyüzemi telepek látogatása és takarmányok értékesítése szerepelt.

2011-től a vállalat Nyúl Termékmenedzseri pozícióját töltötte be, ahol a magyarországi nyúltakarmányozási portfólió átdolgozása és fejlesztések, kísérletek tartoztak a további feladati közé.

2013.- ban a Cargill Nyúlágazatért felelős Fejlesztési Igazgatója lett Délkelet-Európában (Románia, Bulgária, Magyarorszag), ahol szintén a piac feltérképezése , a termékportfólió és formulázás tartozott a fő feladatai közé. Ezzel egyidőben a Cargill Értékesítési Trénereként is

dolgozott a Délkelet-Európai régióban, ahol az értékesítési kollegák kommunikációs és értékesítési képességeinek fejlesztését végezte.

2019-től a Cargill Takarmány magyarországi Kiemelt Ügyfélkapcsolati Igazgatójaként dolgozik a baromfi és a nyúlágazatban, ahol az új partnerkapcsolatok kialakítása és a meglévő partnerkapcsolatok megerősítése tartozik még a feladatai közé..

2023- tól Nyúl Kategória Menedzserként is dolgozik a Kelet Európai piacon (Oroszország, Ukrajna, Lengyelország , Magyarország), ahol nyúltakarmányok formulázása, gyártása , minőségbiztosítása , termékportfóliója és a farmok látogatása tartozik a feladati közé.

Főbb vállalati tanulmányok:

- 2011-2013 Cargill Sales Readiness tréning több éves programját sikeresen elvégezte.
- 2012-2013 felvették a Cargill Marketing Akadémiára ahol sikeres vizsgát is tett
- 2013-2014 Magyarorrrszágon elvégezte a Cargill értékesítési tréner programját
- 2014-2015 Cargill Sales Effectiveness tréning programot is sikeresen teljesítette

Tudományos testületi tagság

- 2010 WRSA Magyar tagozat
- 2010 Nyúl Szakmaközi Szervezet és Termék tanács elnökségi tagság