



2025. Номер 12, С. 88 – 98.

Отримано: 07.04.2025 Прийнято: 24.10.2025 Опубліковано: 27.11.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.12.07

UDC 636.592.09:616.993:519.22/.25

MATHEMATICAL-STATISTICAL ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL INTERACTION OF MEMBERS OF PARASITOCENOSES OF THE INTESTINAL CANAL OF TURKEYS AND ITS PROGNOSTIC VALUE

P.V. Liulin

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: liulinpetr@gmail.com

Annotation. The results of the mathematical and statistical analysis of the biological interaction of co-members of the parasitic coenoses of the intestinal canal of turkeys are presented, the status of the pathogens, correlation interdependencies and their significance in ensuring the processes of self-regulation of ecological and parasitic systems and manifestations of the epizootic process are determined. *The purpose of the work:* to conduct a mathematical and statistical analysis of the biological interaction/interdependence of the co-members of the intestinal parasitic infections of turkeys. Clinical, epizootological, parasitological, mathematical analysis and statistical methods of research were used. According to the results of the research, the epizootic situation regarding the spread of intestinal invasions of turkeys (EI – 42,44%) was established, including parasitic infections of two-, three- and more component invasions (EI – 23,96%), which amounted to 56,46% of the number of infected turkeys. The biodiversity of parasitocenoses was studied, 15 species of pathogens were identified, of which 8 species are representatives of the simplest types of Apicomplexa, Zoomastophora and 7 species of helminths: 5 species of representatives of the nematode class, 2 species of the cestode class. The status of pathogens in parasitocenoses (main, secondary, additional) and their shares - the species index of parasitocenosis (SIP, %) were determined. A mathematical and statistical analysis of the correlation interdependencies of the co-members of parasitocenoses and the degree of their biological interaction was carried out. The highest statistical relationship between the total infestation and the dominant - the main pathogens of parasitocenoses *Eimeria* spp. (0,91); mixed invasions by *Histomonas meleagridis*, *Ascaridia* sp., *Capillaria* spp., *Raillietina* spp. at the level of 0,80 – 0,99 and a decrease in the correlation dependencies of the co-members of parasitocenoses in the presence of 4 or more component invasions with the participation of *Eimeria* spp., which is an indicator of the biological interaction of the co-members of the parasitocenosis – synergistic interaction of pathogens at high and competitive relationships, respectively at low levels of correlation, which is one of the mechanisms for ensuring self-regulation of the manifestations of the epizootic process and the functioning of ecological-parasitic systems.

Keywords: *intestinal invasions, biodiversity, parasitocenosis, correlation, turkeys.*

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ СПІВЧЛЕНІВ ПАРАЗИТОЦЕНОЗІВ КИШКОВОГО КАНАЛУ ІНДИКІВ ТА ЙОГО ПРОГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

П.В. Люлін

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: liulinpetr@gmail.com

Анотація. Наведені результати математико-статистичного аналізу біологічної взаємодії співчленів паразитоценозів кишкового каналу індиків, визначено статус збудників, кореляційні взаємозалежності та їх значення у забезпеченні процесів саморегуляції еколого-паразитарних систем та проявах епізоотичного процесу. *Мета роботи:* провести математико-статистичний аналіз біологічної взаємодії/взаємозалежностей співчленів паразитоценозів кишкового каналу індиків. Використано клінічні, епізоотологічні, паразитологічні, математичного аналізу та статистичні методи досліджень. За результатами досліджень встановлена епізоотична ситуація щодо поширення кишкових інвазій індиків (EI – 42,44 %) в тому числі паразитоценозів двох-, трьох- і більше компонентних інвазій (EI – 23,96 %), що склало 56,46 % інвазованих індиків. Досліжено біорізноманіття паразитоценозів, ідентифіковано 15 видів збудників, із них 8 видів – представники найпростіших типів Apicomplexa, Zoomastycophora та 7 видів гельмінтів: 5 видів представників класу нематода, 2 види класу цестода. Визначено статус збудників у паразитоценозах (основний, другорядний, додатковий) та їх відносні частки – видовий індекс паразитоценозу (ВІП, %). Здійснено математико-статистичного аналіз кореляційних взаємозалежностей співчленів паразитоценозів та ступінь їх біологічної взаємодії. Встановлено наявність найвищого статистичного зв'язку між загальною інвазованістю та домінуючими – основними збудниками паразитоценозів *Eimeria* spp. (0,91); змішаними інвазіями за *Histomonas meleagridis*, *Ascaridia* sp., *Capillaria* spp., *Raillietina* spp. на рівні 0,80 – 0,99 та зниження кореляційних залежностей між співчленами паразитоценозів за наявності 4-х і більше компонентних інвазій за участі *Eimeria* spp., що є показником біологічної взаємодії співчленів паразитоценозу – синергічної взаємодії збудників за високих та конкурентних взаємовідносин, відповідно за низьких рівнів кореляції, що є одним з механізмів забезпечення саморегуляції проявів епізоотичного процесу та функціонування еколого-паразитарних систем.

Ключові слова: кишкові інвазії, біорізноманітність, паразитоценоз, кореляція, індики

Вступ. Світовий попит на продукти харчування зростатиме щонайменше ще 40 років (Godfray et al., 2010). Шляхами вирішення продовольчої безпеки та забезпечення населення м'ясом (українець з'їдає близько 52 кг м'яса в рік) є нарізання поголів'я тварин, інтенсифікація, впровадження промислових технологій виробництва основних – м'яса (свинини, курятини) та не основних корисних високобілкових дієтичних з низьким вмістом жиру, низькокалорійним видів м'яса, таких як м'ясо індички, яке є кращим продуктом за поживними та смаковими характеристиками за курятину. ([Agravery.com](https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainski-indiki-comu-roste-eksport-koli-pogoliva-skorocuetse), <https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainski-indiki-comu-roste-eksport-koli-pogoliva-skorocuetse>). Станом на 1 січня 2025 р. поголів'я індиків в Україні становило 1,35 мільйона голів, із них у населення та дрібних фермерських господарствах – 581,3 тис. голів ([Agrotimes](https://bizagro.com.ua/pogolivya-indykiv-u-promyslovomu-sektori-u-2024-rocziskorotylosya), <https://bizagro.com.ua/pogolivya-indykiv-u-promyslovomu-sektori-u-2024-rocziskorotylosya>). Їх вирощування здійснюється за екстенсивних технологій та вільно-вигульного утримання, що набирає популярності не тільки в Україні, а й країнах Європи та

Америці. Перехід до виробництва органічної продукції та системи вільно-вигульного утримання індиків призводить до збільшення навантаження на природні екосистеми, змін епізоотичної ситуації, структури і біорізноманіття паразитофаун, формування паразитоценозів та еколого-паразитарних систем. Останнім часом вітчизняні і зарубіжні дослідники все частіше повідомляють про зміни епізоотичної ситуації, значне поширення інвазій кишкового каналу у домашніх курей та індиків (Bogach et al., 2021), змішаних протозойно-гельмінтозних інвазій (Dipineto et al., 2013; Yeres'ko et al., 2017; Ilic et al., 2018; El-Dakhly et al., 2019; Liulin & Bogach, 2021a) та паразитоценозів (грец. *parasitos* – паразит і *koinos* – загальний) – сукупності усіх паразитів, що населяють організм, його органи й частини тіла (Liulin, & Bogach, 2021b), які перебувають у симбіотичних чи конкурентно-антагоністичних взаємовідносинах (Park & Shin, 2010) що, як зазначає Міністерство сільського господарства США, є значною перешкодою на шляху виробництва продукції птахівництва (Godfray et al., 2010; USDA, 2023). За важливістю, особливо еймеріоз, входить до трійки провідних захворювань (Dalloul & Lillehoj, 2006). На його тлі розвиваються еймеріозно-нематодозні інвазії та паразитоценози, а світова економіка щорічно втрачає понад 14,5 мільярда доларів США (Blake et al., 2020). У дорослих курей почастішали випадки протозойних інвазій (еймеріоз, гістомоноз, трихомоноз) (Dolka et al., 2015; Huang et al., 2017). Вони набули широкого поширення в більшості країн світу, особливо після заборони протистостатичних препаратів (CEC, 2002), таких як нітроїмідазоли, нітрофурани, препарати миш'яку та деякі антигельмінтні препарати (Hess et al., 2015).

Враховуючи ветеринарне, медико-санітарне та соціально-економічне значення проблеми, актуальними залишаються дослідження з вивчення особливостей поширення паразитарних захворювань, особливо змішаних інвазій – паразитоценозів, особливостей взаємодії/взаємозалежностей їх співчленів та розвитку епізоотичного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом ряд дослідників (Dipineto et al., 2013; Yeres'ko et al., 2017; Ilic et al., 2018; El-Dakhly et al., 2019; Kruchynenko, 2021; Liulin & Bogach, 2021a) зазначають про широке поширення кишкових, особливо змішаних інвазій у підсобних та фермерських господарствах за вільно-вигульної системи утримання птахів. Основна увага приділяється поширенню інвазій, розвитку інвазійного процесу та стану епізоотичної ситуації, визначенню та ідентифікації видової належності збудників, показників екстенсивності та інтенсивності інвазій. Проте, у розумінні процесів особливостей формування та функціонування паразитоценозів як системи, особливого значення набувають комплексні дослідження біологічної взаємодії та взаємозалежностей збудників – співчленів паразитоценозів і, відповідно, їх впливу на розвиток епізоотичного процесу, затування чи спалахи інвазій та збереження рівноваги – гомеостазу паразитарних систем (Shevchuk, 2013; Carrera-Játiva et al., 2018). Враховуючи ветеринарне, медико-санітарне та соціально-економічне значення проблеми, актуальними залишаються дослідження з вивчення особливостей поширення кишкових інвазій, з'ясування особливостей формування паразитоценозів, визначення частки окремих видів збудників, біологічної взаємодії та статусу співчленів паразитоценозів, представників різних таксономічних груп – найпростіших, гельмінтів та їх поєднання.

Мета роботи: провести математико-статистичний аналіз біологічної взаємодії/взаємозалежностей співчленів паразитоценозів кишкового каналу індиків.

Завдання досліджень: дослідити епізоотичну ситуацію, поширення, структуру, біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу індиків за органічного виробництва, ступінь біологічної взаємодії, статус збудників та кореляційних взаємозалежностей співчленів паразитоценозів кишкового каналу індиків.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження було поголів'я індиків ($n = 384$) індивідуальних та двох фермерських господарств Східного регіону України (Харківська, Сумська обл.). Індики утримувались в окремих пташниках, часто сумісно з різновіковими групами молодняку поточного року народження, одно- та дворічного віку за вільно-вигульної системи утримання. В окремих особистих господарствах мало місце

сумісне утримання індиків з іншими видами птахів: курей та голубів і використання спільних вигулів. Годували індиків сумішшю зернових; спеціальним комбікормом для свійської птиці, періодично додавали цільне зерно пшениці та кукурудзи. Доступ до води був вільним.

Дослідження проводили поетапно: здійснювали збір анамнестичних даних, дослідження епізоотичної ситуації, вивчали поширення та біорізноманіття паразитоценозів, екстенсивність та інтенсивність інвазій кишкового каналу індиків за вільно-вигульного їх утримання в індивідуальних та фермерських господарствах. Наступним етапом було проведення математико-статистичного аналізу – визначення взаємозалежностей та біологічної взаємодії співчленів паразитоценозів.

Дослідження проводили у науковій лабораторії кафедри фармакології та паразитології факультету ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету (м. Харків). У процесі роботи були використані загально прийняті методи епізоотологічних, клінічних, паразитологічних, копроскопічних – гельмінтоскопії, гельмінтоооскопії та математико-статистичних досліджень. Матеріалом досліджень слугували фекалії, які відбирали методом випадкової вибірки за дефекації та індивідуально з клоаки. Проби фекалій досліджували методами нативного мазка, висячої, роздавленої краплі та флотаційним методом Фюллеборна (Halat et al., 2004).

Для діагностики гістомонозу та трихомонозу індиків готували вологі мазки із свіжовиділених фекалій, та додатково, для виявлення *Trichomonas gallinae* фіксували метанолом 3–5 хв, фарбували методом Романовського-Гімзи, досліджували мікроскопічно (мікроскоп *Axioscop-40* (Zeiss), збільшення $\times 400$). Ідентифікацію гістомонад/трихомонад здійснювали морфологічно – за наявністю 1–4 джгутиків у гістомонад; аксостилію та джгутиків, один з яких прикріплений ундулюючою мембраною – у трихомонад (Menezes et al., 2016). Підрахунок кількості збудників гістомонад/трихомонад в 1 г/мл фекалій здійснювали методом Манжоса О.Ф., Сумцова В.С. (Manzhos & Sumtsov, 1982). Ооцити еймерій/яйця гельмінтів виявляли методом флотації по Фюллеборну (Halat et al., 2004). Інтенсивність інвазії (кількість ооцист/яєць гельмінтів в 1 г фекалій) визначали за методом Макмастера (Vadlejch et al., 2011).

Видову належність збудників *Eimeria* spp. встановлювали морфологічно, враховували форму ооцист, колір оболонки, наявність/відсутність мікропіле, полярних гранул, залишкового тіла як в ооцистах, так і в спороцистах, та за їх біологічними характеристиками: термінів споруляції, тривалості препатентного та патентного періодів. Отримані результати порівнювали з даними з таблиць-визначення (Pellerdy, 1974).

Видову належність збудників гельмінтозів встановлювали за морфологічними показниками овооскопічних елементів та виявлених гельмінтів за світлової мікроскопії при збільшенні ($\times 80$; $\times 100$) (мікроскоп *Axioscop-40*, Німеччина), порівнюючи отримані дані з морфологічними описами визначників – спеціальних атласів диференціальної діагностики (Dakhno et al., 2001; Salfelder et al., 1992). Диференціацію онкосфер цестод (райєтин) здійснювали шляхом фарбування яєць брильянтовим зеленим в розведенні 1:10000 (Bohach et al., 2013a).

Поширення інвазій/паразитоценозів серед птахів визначали за показниками екстенсивності (EI %). Дольову частку збудників – співчленів паразитоценозів визначали за показниками індексу зараженості (ІЗ), видового індексу паразитоценозу (ВІП %) (Nakonechniy, 2010) за формулою:

$$EI = n / N \times 100\%,$$

де: n – кількість інвазованих особин; N – загальна кількість обстежених особин.

Індекс зараженості (ІЗ) визначали за формулою:

$$IZ = EI / n,$$

де: IZ – індекс зараженості; EI – екстенсивність інвазії; n – кількість виявлених видів збудників. Видовий індекс паразитоценозу (ВІП, %) визначали за формулою:

$$\text{ВІП \%} = \frac{I_{3\text{вид}}}{\sum I_{1-n}} \times 100\%$$

де, ВІП, % – видовий індекс паразитоценозу; $\sum I_{1-n}$ – сума індексів зараженості компонентами паразитоценозу; $I_{3\text{вид}}$ – індекс зараженості окремим видом збудника.

Статус збудників у паразитоценозах (основний, другорядний, додатковий) встановлювали відповідно до гіпотези Ханскі методом Буша і Холмса за показниками індексу зараженості (ІЗ) та видового індексу паразитоценозу (ВІП %) (Hanski, 1982; Bush et al., 1997).

Дослідження взаємодії/взаємозв'язків між збудниками встановлювали за результатами проведення математико-статистичного аналізу (кореляційний, двохфакторний аналіз) у програмному забезпеченні *MS Excel*, при цьому визначали середню та абсолютну похибки за рівнем довіри $p > 95 \%$, що відповідає рівню статистичної значущості $p < 0,05$ за критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами копроскопічних досліджень різновікових груп індиків ($n = 384$) індивідуальних підсобних та фермерських господарств за вільно-вигульного утримання у Харківській і Сумській обл. встановлено особливості епізоотичної ситуації. Виявлено широке поширення кишкових інвазій – ЕІ – 42,44 %, що узгоджується з даними інших дослідників (Park & Shin, 2010; Dipineto et al., 2013; Yeres'ko et al., 2017; Ilic et al., 2018; El-Dakhly et al., 2019; Kruchynenko, 2021; Liulin & Bogach, 2021a). При цьому двох-, трьох- і більше компонентні інвазії паразитоценози кишкового каналу реєстрували серед 23,96 % поголів'я, що склало 56,46 % інвазованих індиків. Видове біорізноманіття паразитоценозів кишкового каналу такої птиці було представлено найпростішими типів *Apicomplexa*, *Zoomastigophora*, гельмінтами класів *Cestoda*, *Secernentea* та *Adenophorea*. Виявлено та ідентифіковано 8 видів найпростіших, 7 видів гельмінтів, із них – 5 видів нематод, 2 види цестод:

1. *Eimeria meleagridis* (Tyzzer, 1927)
2. *Eimeria adenoides* (Moore et Brown, 1951)
3. *Eimeria gallopavonis* (Hawkins, 1950)
4. *Eimeria meleagrimitis* (Tyzzer, 1929)
5. *Eimeria innocua* (Moore et Brown, 1952)
6. *Isospora heissini* (Svanbaev, 1955)
7. *Histomonos meleagridis* (Tyzzer, 1919)
8. *Trichomonos gallinae* (Rivolta, 1878)
9. *Ascaridia dissimilis* (Vigueras, 1931)
10. *Ascaridia galli* (Schrunk, 1788)
11. *Heterakis gallinarum* (Schrunk, 1788)
12. *Capillaria obsignata* (Madsen, 1945)
13. *Capillaria caudinflata* (Molin, 1858)
14. *Railleitina tetragona* (Molin, 1858)
15. *Railleitina echinobotrida* (Molin, 1858)

Домінуючими збудниками в структурі паразитоценозів виявились протозоози (табл. 1).

Найпоширенішими з них були збудники *Eimeria* spp. (ЕІ – 29,16 %) за інтенсивності інвазії до 7848 ± 126 ооцист в 1 г фекалій. Менш поширеними виявились *Histomonas meleagridis* (ЕІ – 4,42 %) та *Trichomonas gallinae* (ЕІ – 2,86 %) за інтенсивності інвазії відповідно $190 \pm 12,4$ та $224,7 \pm 23,2$ збудників в 1 г фекалій. Широке поширення мали гельмінти – аскаридії, гетеракиси, капілярії, райетини, відповідно ЕІ становила 10,15 %; 7,29 %; 14,84 %; 1,82 %, що узгоджується з даними ряду дослідників Liulin (2003), Huang et al. (2017), Kruchynenko (2021), Tsegaye & Miretie (2021). Частка збудників у паразитоценозах (ВІП %) – протозоозів становила 51,58 %, із них *Eimeria* spp. – 41,41 %, *Histomonas meleagridis* – 6,26 %, *Trichomonas gallinae* – 3,97 %. Відносна частка збудників гельмінтозів (ВІП %) у паразитоценозах кишкового каналу становила 48,42 %, в т.ч., капілярій – 21,14 %; аскаридій, гетеракисів відповідно – 14,41 % та 10,33 %; райетин – 2,58 %. Протозоози

реєстрували серед 16,92 % індиків. Домінуючими збудниками моноінвазій були *Eimeria* spp. (EI – 15,88 %). Незначне поширення мали моноінвазії *Histomonas meleagridis* та *Trichomonas gallinae* – 0,26 % та 0,78 %, *Ascaridia* sp. (EI – 0,26 %), *Capillaria* spp. (EI – 1,3 %).

Таблиця 1

Поширення паразитоценозів кишечника індиків з особистих та фермерських господарств (n=384, M±m)

№ п/п	Збудники	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	EI, %	П в 1 г фекалій	ІЗ	ВП %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Eimeria</i> spp.	384	112	29,16	7848±126	4,17	41,41
2	<i>Histomonas meleagridis</i>	384	17	4,42	190±12,4	0,63	6,26
3	<i>Trichomonas gallinae</i>	384	11	2,86	224,7±23,2	0,4	3,97
4	<i>Ascaridia</i> sp.	384	39	10,15	456,9±66,3	1,45	14,4
5	<i>Heterakis gallinarum</i>	384	28	7,29	306,5±24,6	1,04	10,33
6	<i>Capillaria</i> spp.	384	57	14,84	1196±75,6	2,12	21,14
7	<i>Raillietina</i> spp.	384	7	1,82	231±21,5	0,26	2,58
у т.ч. моноінвазії					% від ін-х		
8	<i>Eimeria</i> spp.	384	61	15,88	37,42	2,26	22,44
9	<i>Histomonas meleagridis</i>	384	1	0,26	0,61	0,03	0,3
10	<i>Trichomonas gallinae</i>	384	3	0,78	1,84	0,11	1,09
11	<i>Ascaridia</i> sp.	384	1	0,26	0,61	0,03	0,3
12	<i>Capillaria</i> spp.	384	5	1,3	3,06	0,18	1,79
у т.ч. асоціативні							
13	Е + Hi	384	2	0,52	1,22	0,07	0,7
14	Е + Т	384	8	2,08	4,9	0,29	2,88
15	Е + А	384	1	0,26	0,61	0,03	0,3
16	Е + Н	384	2	0,52	1,22	0,07	0,7
17	Е + С	384	17	4,42	10,42	0,63	6,26
18	Е + R	384	6	1,56	3,68	0,22	2,18
19	Hi + Н	384	14	3,64	8,58	0,52	5,16
20	А + Н	384	4	1,04	2,45	0,14	1,39
21	А + С	384	23	5,98	14,11	0,85	8,44
22	Е + А + Н	384	3	0,78	1,84	0,11	1,09
23	Е + А + С	384	6	1,56	3,68	0,22	2,18
24	Е + К + Н	384	5	1,3	3,06	0,18	1,79
25	Е + А + Н + С + R	384	1	0,26	0,61	0,03	0,3
Всього		384	163	42,44			

Примітка: Е – *Eimeria* spp., Hi – *Histomonas meleagridis* Т – *Trichomonas gallinae*, А – *Ascaridia* sp., Н – *Heterakis gallinarum*, С – *Capillaria* spp., R – *Raillietina* spp.

У популяціях індиків за вільно-вигульного утримання частіше виявляли змішані інвазії (паразитоценози), що становили 56,46 %. Із них 2-х компонентні інвазії серед них становили 47,19 %, 3-х компонентні – 8,58 %; чотирьох- і більше компонентні інвазії до 0,61 % від інвазованих індиків. Отримані нами дані узгоджуються з інформацією Kruchynenko (2021), Da Silva Barbosa et al. (2019), Berhe et al. (2019) стосовно поширення паразитоценозів в інших птахів за вільно-вигульного утримання у приватних, фермерських та інших господарствах, що значно відрізняється від поширення кишкових інвазій за промислових систем утримання птиці, на що вказують Tefera & Wasiyahun (2025). Однією з причин зниження ступеня поширення трьох- і більше компонентних інвазій за вільно-вигульного утримання індиків є набуття природньої несприятливості та біологічної, а саме

конкурентно-антогоністичної взаємодії співчленів паразитоценозів і зниження вірогідності інвазування збудниками з причин вільного переміщення територією та відносного зниження концентрації птахів, на що вказують Da Silva Barbosa et al. (2019), Berhe et al. (2019), Kvapil et al. (2017).

Основними збудниками паразитоценозів кишкового каналу індиків (ВІП %) виявились *Eimeria* spp., відносна частка яких становила 13,26 %, що становило 30,91 % від кількості інвазованих птахів, які напевно мають значний біологічний вплив та взаємодіють з іншими співчленами паразитоценозу, впливають на епізоотичний процес, прояви інших інвазій та можуть мати суттєві наслідки щодо стабільності еколого-паразитарної системи. Це підтверджується даними Lafferty et al. (2006) та результатами проведеного нами математико-статистичного аналізу отриманих даних (табл. 1), які свідчить про особливості біологічної взаємодії співчленів паразитоценозів. За вільно-вигульного утримання індиків нами виявлена висока ($0,8 < R < 0,9$) та дуже висока ($0,9 < R$) кореляції між поширеністю окремих інвазій та формуванням паразитоценозів (рис. 1, табл. 2–4), виявлені дуже висока кореляція між загальною інвазованістю та моноінвазіями (0,901) і висока зі змішаними інвазіями – 0,859; середня – 0,551 між моно- та змішаними інвазіями.

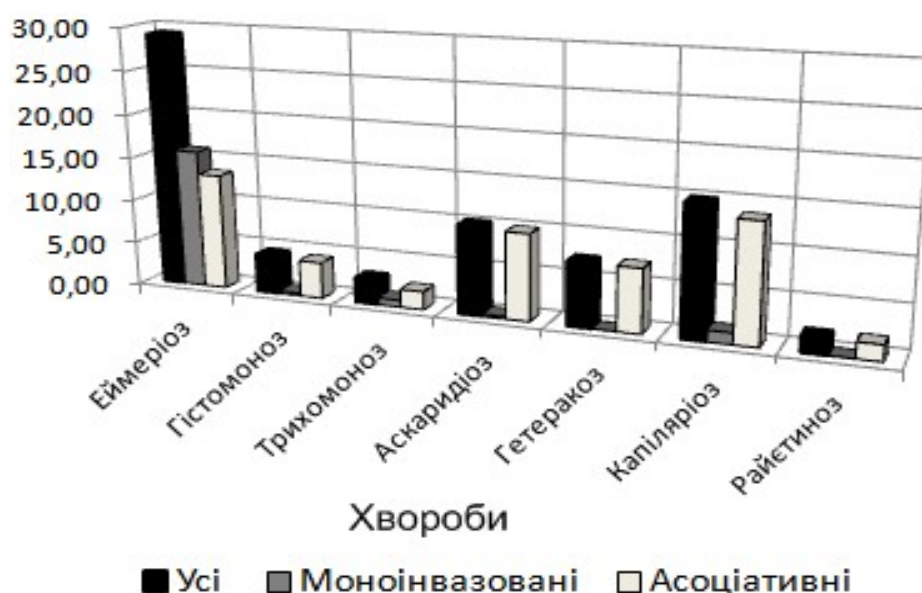


Рис. 1. Поширення паразитоценозів в кишечнику індиків фермерських господарств Полтавської обл., %.

Таблиця 2

Кореляційна матриця між загальною інвазованістю, моно- та асоціативними інвазіями кишечника індиків

Прояви інвазій	Загальна інвазованість	Моноінвазії	Асоціативні
Загальна інвазованість	1		
Моноінвазії	0,901	1	
Асоціативні	0,859	0,551	1

Між окремими співчленами паразитоценозів (табл. 3) виявлено слабку кореляцію між *Eimeria* spp. і *Histomonas meleagridis* (0,413); між *Eimeria* spp. і *Ascaridia* sp. (0,383), *Heterakis gallinarum* (0,362), *Capillaria* spp. (0,442), *Raillietina* spp. (0,362), яка вказує на наявність конкурентних взаємовідносин між ними; середня між *Eimeria* spp. і *Trichomonas gallinae* (0,682), що вказує на можливість їх взаємодій та співіснування; але дуже висока між *Histomonas meleagridis* та *Ascaridia* sp. (0,999), *Heterakis gallinarum* (0,998), *Capillaria* spp. (0,999) і *Raillietina* spp. (0,998); між *Trichomonas gallinae* та *Ascaridia* sp. (0,937), *Heterakis gallinarum* (0,929), *Capillaria* spp. (0,957), *Raillietina* spp. (0,929); між *Ascaridia* sp. та *Heterakis gallinarum* (0,999), *Capillaria* spp. (0,998) і *Raillietina* spp. (0,999).

Дуже висока кореляція виявлена між *Heterakis gallinarum* та *Capillaria* spp. (0,996) і *Raillietina* spp. (0,999), між *Capillaria* spp. та *Raillietina* spp. (0,996), що вказує на наявність конкурентних, індіферентних чи синергічних взаємовідносин між збудниками.

Таблиця 3

Кореляційна матриця співчленів паразитоценозів кишечника індиків

Збудники	<i>Eimeria</i> spp.	<i>Histomonas meleagridis</i>	<i>Trichomonas gallinae</i>	<i>Ascaridia</i> sp.	<i>Heterakis gallinarum</i>	<i>Capillaria</i> spp.	<i>Raillietina</i> spp.
<i>Eimeria</i> spp.	1						
<i>Histomonas meleagridis</i>	0,413	1					
<i>Trichomonas gallinae</i>	0,682	0,948	1				
<i>Ascaridia</i> sp.	0,383	0,999	0,937	1			
<i>Heterakis gallinarum</i>	0,362	0,998	0,929	0,999	1		
<i>Capillaria</i> spp.	0,442	0,999	0,957	0,998	0,996	1	
<i>Raillietina</i> spp.	0,362	0,998	0,929	0,999	0,999	0,996	1

При цьому основний вплив (66,28 %, $p < 0,001$) на формування паразитоценозів мали співчлени паразитоценозів та їх взаємодія, збудники моно- та змішаних інвазій (18,09 %, $p < 0,01$) та випадкові фактори (15,63 %) (табл. 4).

Таблиця 4

Результати застосування двофакторного дисперсійного аналізу для оцінки кореляції взаємовідносин співчленів паразитоценозів кишечника індиків

Дисперсійний аналіз						
Джерело варіації	SS	Df	MS	F фактичне	p-значення	F критичне
Окремі хвороби	729,1794	6	121,5299	8,481843	0,000946	2,99612
Прояви хвороб	199,0176	2	99,50882	6,944943	0,009915	3,885294
Випадкові фактори	171,9389	12	14,32824			
Разом:	1100,136	20				
Вплив на захворюваність, %						
Окремі хвороби	66,28					
Прояви хвороб	18,09					
Випадкові фактори	15,63					
Разом:	100,00					

Таким чином, розрахунки коефіцієнтів кореляції вказують на наявність найвищого статистичного зв'язку між загальною інвазованістю та домінуючими збудниками *Eimeria* spp. (0,91); змішаними інвазіями за *Histomonas meleagridis*, *Ascaridia* sp., *Capillaria* spp., *Raillietina* spp. на рівні 0,80 – 0,99. За наявності 4-х і більше компонентних інвазій, за участі *Eimeria* spp., кореляційні залежності знижуються. Таким чином, наявність високих кореляцій вказує на наявність синергічної взаємодії збудників-співчленів паразитоценозів, і відповідно низьких – про наявність конкурентних взаємовідносин, що є одним з механізмів забезпечення саморегуляції проявів епізоотичного процесу та функціонування еколого-паразитарних систем.

Висновки

1. Встановлено широке поширення кишкових інвазій (EI – 42,44 %), у т.ч., числі паразитоценозів (EI – 56,46 %) за вільно-вигульної системи утримання індиків. Біорізноманіття паразитоценозів індиків представлено найпростішими типів Apicomplexa, Zoomastigophora гельмінтами класів Cestoda, Secernentea та Adenophorea зі статусом основних (ВІП %) – *Eimeria* spp. – 41,41 %; другорядних – *Capillaria* spp., *Ascaridia* sp., *Heterakis gallinarum* – 21,14 %, 14,10 % і 10,33 %; додаткових – *Histomonas meleagridis*, *Trichomonas gallinae* – 6,26 %, 3,97 %, *Raillietina* spp. – 2,58 %;

2. Визначено ступінь біологічної взаємодії співчленів кишкових паразитоценозів та встановлені кореляційні взаємозалежності: слабка кореляція між еймеріями та гістомонадами і гельмінтами (0,362 – 0,442); середня (0,682) – з трихомонадами; висока (0,948 – 0,999) – між гістомонадами, трихомонадами та гельмінтами, що вказує на наявність синергічних, індиферентних і конкурентно-антагоністичних взаємовідносин.

3. Встановлено дуже високу та високу кореляцію між *Eimeria* spp. та нематодами і цестодами; між нематодами *Ascaridia columbe* та *Capillaria* spp. і *Trichosngylus tenuis*; дуже слабка кореляція між *Eimeria* spp. і *Trichomonas gallinae*, а також між *Ascaridia columbae*, *Capillaria* spp. та *Trichomonas gallinae*, що свідчить відповідно про наявність синергічних та конкурентних взаємовідносин між компонентами паразитоценозів.

4. Математико-статистичний аналіз кореляційних взаємозалежностей співчленів паразитоценозів кишкового каналу індиків свідчить про ступінь біологічної взаємодії і може застосовуватись за математичного моделювання еколого-паразитарних систем з метою прогнозування епізоотичної ситуації.

References

- [Agravery.com](https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainski-indiki-comu-roste-eksport-koli-pogoliva-skorocuetas). <https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainski-indiki-comu-roste-eksport-koli-pogoliva-skorocuetas>
- [Agrotimes](https://bizagro.com.ua/pogolivya-indykiv-u-promyslovomu-sektori-u-2024-rocziskorotylosya/), <https://bizagro.com.ua/pogolivya-indykiv-u-promyslovomu-sektori-u-2024-rocziskorotylosya/>
- Barbosa, A. D. S., Pinheiro, J. L., Dos Santos, C. R., de Lima, C. S. C. C., Dib, L. V., Echarte, G. V., Augusto, A. M., Bastos, A. C. M. P., Antunes Uchôa, C. M., Bastos, O. M. P., Santos, F. N., Fonseca, A. B. M., & Amendoeira, M. R. R. (2020). Gastrointestinal parasites in captive animals at the Rio de Janeiro zoo. *Acta parasitologica*, 65(1), 237–249. <https://doi.org/10.2478/s11686-019-00145-6>
- Berhe, M., Mekibib, B., Bsrat, A., & Atsbaha, G. (2019). Gastrointestinal Helminth Parasites of Chicken under Different Management System in Mekelle Town, Tigray Region, Ethiopia. *Journal of veterinary medicine*, 1307582. <https://doi.org/10.1155/2019/1307582>
- Blake, D. P., Knox, J., Dehaeck, B., Huntington, B., Rathinam, T., Ravipati, V., Ayoade, S., Gilbert, W., Adebambo, A. O., Jatau, I. D. (2020). Re-calculating the cost of coccidiosis in chickens. *Veterinary Research*, 51(1), 115. <https://www.doi.org/10.1186/s13567-020-00837-2>
- Bogach, M., Paliy, A., Liulin, P., Perots'ka, L., Bohach, O., Pyvovarova, I., & Paliy, A. (2021). Parasites of domestic and wild pigeons in the south of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29(2), 135-139. <https://doi.org/10.15421/012118>
- Bohach, M. V., Stehniy, B. T., Stepanova, N. O., Shaydyuk, I. V. (2013a) Metodyka pryzyhttyevoyi dyferentsiatsiyi onkosfer.Daveneoz i raytynoz ptakhiv: pat. na korysnu model' 78451, Ukrayina. № u201208044; zayava 02.07.12; opublikovano 25.03.13, Byul. № 6. 2 s.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 575. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Carrera-Játiva, P. D., Morgan, E. R., Barrows, M., & Wronski, T., (2018). Gastrointestinal parasites in captive and free-ranging bird and potential cross-transmission in a zoo environment. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 49(1), 116-128. <https://doi.org/10.1638/2016-0279r1.1>

- Commission of European Communities (CEC) (2002). Council regulation (EC) No. 1756/2002 of 23 September 2002 amending directive 70/524/EEC concerning additives in feedingstuffs as regards withdrawal of the authorisation of an additive and amending commission regulation (EC) No 2430/1999. Official Journal, L181: 1-2.
- Dalloul, R.A. & Lillehoj, H. S. (2006). Poultry coccidiosis: Recent advancements in control measures and vaccine development. *Expert Review of Vaccines*, 5(1), 143-163. <https://www.doi.org/10.1586/14760584.5.1.143>
- Dakhno, I. S., Berezovs'kyi, A. V., Halat, V. F., Aranchiy, S. V., Yevstafyeva, V. O., Dakhno, H. P., & Prykhod'ko, YU. O. (2001). *Atlas hel'mintiv tvaryn*. Vetinform, 118.
- Dipineto, L., Borrelli, L., Pepe, P., Fioretti, A., Caputo, V., Cringoli, G., & Rinaldi, L. (2013). Synanthropic birds and parasites. *Avian diseases*, 57(4), 756–758. <https://doi.org/10.1637/10602-062713-Reg.1>
- Dolka, B., Żbikowski, A., Dolka, I., & Szeleszczuk, P. (2015). Histomonosis – an existing problem in chicken flocks in Poland. *Veterinary Research Communications*, 39, 189-195. <https://www.doi.org/10.1007/s11259-015-9637-2>
- El-Dakhly, K. M., El-Seify, M. A., Mohammed, E. S., Elshahawy, I. S., Fawy, S. A., & Omar, M. A. (2019). Prevalence and distribution pattern of intestinal helminths in chicken and pigeons in Aswan, Upper Egypt. *Tropical Animal Health and Production*, 51(3), 713–718. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1725-1>
- Godfray, H. C., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science (New York, N.Y.)*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Halat, V. F., Berezovs'kyi, A. V., Prus, M. P., & Soroka, N. M. (2004). Parazytolohiya ta invazyini khvoroby tvaryn. Praktykum Kyiv : Vyshcha osvita, 0-12. [Parasitology and invasive diseases of animals. Practicum]
- Hanski, I. (1982). Dynamics of Regional distribution: The core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38(2), 210–221. <https://doi.org/10.2307/3544021>.
- Hess, M., Liebhart, D., Bilic, I., & Ganas, P. (2015). Histomonas meleagridis--new insights into an old pathogen. *Veterinary Parasitology*, 208(1-2): 67-76. <https://www.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.018>
- Huang, Y., Ruan, X., Li, L., & Zeng, M. (2017). Prevalence of Eimeria species in domestic chickens in Anhui province, China. *Journal of Parasitic Diseases*, 41(4), 1014–1019. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0927-1>
- Ilic, T., Becskei, Z., Gajic, B., Ozvegy, J., Stepanovic, P., Nenadovic, K., & Dimitrijević, S. (2018). Prevalence of endoparasitic infections of birds in zoo gardens in Serbia. *Acta Parasitology*. 63(1), 134-146. <https://doi.org/10.1515/ap-2018-0015>
- Kruchynenko, O. V. (2021). Spreading of hen gastrointestinal parasitosis. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 236–241. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.29>
- Kvapil, P., Kastelic, M., Dovc, A., Bartova, E., Cizek, P., Lima, N., & Strus, S. (2017). An eight-year survey of the intestinal parasites of carnivores, hoofed mammals, primates, ratites and reptiles in the Ljubljana zoo in Slovenia. *Folia parasitologica*, 64, 2017.013. <https://doi.org/10.14411/fp.2017.013>
- Lafferty, K. D., Dobson, A. P., & Kuris, A. M. (2006). Parasites dominate food web links. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(30), 11211–11216. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604755103>
- Liulin, P. V. (2003). Deiaki pytannia epizootolohii eimeriozno-nematodoznykh invazii shlunkovokyskovoho traktu kurei ta indykiv. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 81, 202–204. [In Ukrainian].
- Liulin, P. V., & Bogach, M. V. (2021a). Strukturne bioriznomanittya parazytotsenoziv kyskovoho kanalu indykiv Skhidnoho rehionu Ukrayiny. *Scientific Progress & Innovations*, (2), 220–228. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.28>
- Liulin P. V., & Bohach M. V. (2021b). Vzayemozalezhnist' ta bioriznomanittya zbudnykiv kyskovykh parazytiv kurey u skhidnomu rehioni Ukrayiny. *Veterynarna Medytsyna*, 107, 83–89. <https://doi.org/10.36016/VM-2021-107-15>
- Manzhos, A. F., & Sumtsov, V. S. (1982). Diagnostika balantidioza sviney. *Veterinariya*, (3), 43–44.
- Menezes, C. B., Mello, M. D. S., & Tasca, T. (2016). Comparison of permanent staining methods for the laboratory diagnosis of Trichomoniasis. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 58, 5. <https://doi.org/10.1590/S1678-994620160005>

- Nakonechniy, I.V. (2010). Strukturno-funkcionalna organisathia parazutocenotuchnich ugrupuvan ecosystem Pivdannogo Pruchornomoria. Doctor's thesis. *Ukrainskyi institut agroecologyi*, Kyiv. [In Ukrainian].
- Park, S. I., & Shin, S. S. (2010). Concurrent Capillaria and Heterakis infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *The Korean journal of parasitology*, 48(3), 253–257. <https://doi.org/10.3347/kjp.2010.48.3.253>
- Pellerdy, L. P. (1974). Coccidia and coccidiosis, 2nd Edition. Akademiai Kiado., Budapest, 959.
- Salfelder, K., De Liscano, T. R., & Sauerteig, E. (1992). *Atlas of Parasitic Pathology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2228-3>
- Shevchuk, T. I. (2013). Pryntsypy vzayemovidnosyn v systemi parazyt-khazyayin. *Visnyk problemy biolohiyi i medytsyny*, (100), 39–41. <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/3289>.
- Tsegaye, A. A., & Miretie, A. A. (2021). Chicken Ascariasis and Heterakiasis: prevalence and associated risk factors, in Gondar City, Northwest Ethiopia. *Veterinary medicine (Auckland, N.Z.)*, 12, 217–223. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S323284>
- Tefera, M., & Wasiyhun, M. (2025). Coprological detection of gastrointestinal nematodes in intensively managed poultry farms in Bishoftu, Ethiopia. *Journal of parasitology research*, 9138062. <https://doi.org/10.1155/japr/9138062>
- United States Department of Agriculture (USDA) (2023). Livestock and poultry: World markets and trade. Foreign Agricultural Service. 1-18.
- Vadlejch, J., Petrtyl, M., Zaichenko, I., Čadková, Z., Jankovská, I., Langrová, I., & Moravec, M. (2011). Which McMaster egg counting technique is the most reliable? *Parasitology Research*, 109(5), 1387–1394. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2385-5>.
- Yeres'ko, V. I., & Kovalenko, V. O. (2017). Kapilyarioz u skladi mikstinvaziy travnoho kanalu husey. *Visnyk Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*, 17(4), 143-145.