

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Шаталін Дмитро Борисович

УДК 547.4:595.14

**ДОЩОВІ ЧЕРВ'ЯКИ (LUMBRICIDAE) ЛІСОВИХ ТА
УРБОЕКОСИСТЕМ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я:
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ
УГРУПОВАНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
ВЕРМИКУЛЬТУРИ**

03.00.16 – екологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:
Жуков Олександр Вікторович
доктор біологічних наук,
доцент

Дніпро – 2017

ВСТУП	5
Розділ 1. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ У ҐРУНТАХ ЛІСОВИХ ТА АГРОЕКОСИСТЕМ (аналітичний огляд).....	12
1.1. Ґрунт як середовище існування.....	12
1.2. Різноманіття угруповань та методи його оцінки.....	18
1.3. Біогеоценотичний підхід до вивчення угруповань тварин та екоморфічний аналіз.....	21
1.4. Оцінка екологічної ніші	23
1.5. Екоморфи та життєві форми дощових черв'яків	26
1.6. Процедури ординації угруповань з урахуванням еколого- морфологічних особливостей видів	28
Обґрунтування напряму досліджень.....	30
Розділ 2. ПРИРОДНІ УМОВИ РЕГІОНУ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1. Природні умови степового Придніпров'я	32
2.2. Об'єкти та методи досліджень.....	35
2.3. Технологія вермикультивування.....	37
2.4. Методика досліджень застосування РВБД в раціонах свиней.....	39
Розділ 3. ПІГРОТОП І ТРОФОТОП БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ β -РІЗНОМАНІТТЯ УГРУПОВАНЬ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ (LUMBRICIDAE).....	41
3.1. Ценотичні особливості угруповань дощових черв'яків.....	41
3.2. Чисельність та α -різноманіття угруповань дощових черв'яків.....	44
3.3. Аналіз β -різноманіття угруповань дощових черв'яків за допомогою MDM-підходу	51

3.4. Оцінка гігоморф та трофоценоморф дощових черв'яків на основі різноманіття їх угруповань	60
3.5. Синтез показників різноманіття та функціональної організації угруповань дощових черв'яків	64
Висновки по розділу	68
Розділ 4. ЕКОЛОГІЧНА НІША ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ (LUMBRICIDAE) ТА ГІГРОТОП І ТРОФОТОП БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я	
70	
4.1. Гігротоп та трофотоп як детермінанти осей екологічного простору дощових черв'яків.....	70
4.2. Особливості екологічних ніш дощових черв'яків.....	72
4.3. Упаковка екологічних ніш дощових черв'яків у екологічному гіперпросторі	78
4.4. Типологія лісів степової зони України та угруповання дощових черв'яків	79
Висновки по розділу	81
Розділ 5. ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗАЦІЇ УГРУПОВАНЬ.....	
83	
5.1. Екологічні та еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків ..	83
5.2. RLQ-аналіз факторів середовища, екологічних особливостей дощових черв'яків та структури їх угруповань	92
5.3. Класифікація дощових черв'яків на основі результатів RLQ-аналізу	101
Висновки по розділу	104
Розділ 6. ВЕРМІТРАНСФОРМАЦІЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ОРГАНІЧНОЇ СВИНИНИ.....	
106	

6.1. Проблема дефіциту протеїну в тваринництві та агроекологічні перспективи її вирішення.....	106
6.2. Агроекологічні аспекти перетворення відходів сільськогосподарського виробництва на РВБД у процесі вермикультивування	108
6.3. Трофічні характеристики вермикультури	111
6.4. Вермітрансформовані РВБД в раціонах підсисних свиноматок (Дослід 1)	113
6.5. Вплив РВБД на продуктивність поросят-сисунів (Дослід 2)	118
6.6. Вплив кормління РВБД свиноматок та поросят-сисунів (Дослід 3) ...	124
6.7. Системний підхід для аналізу одержаних результатів.....	128
Висновки по розділу	137
ВИСНОВКИ.....	139
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	142
ЛІТЕРАТУРА	143
Додаток 1.....	175
Додаток 2.....	180
Додаток 3.....	182
Додаток 4.....	185

ВСТУП

Актуальність теми. Аграрне виробництво перебуває в тісній залежності від природно-кліматичних умов і екологічної безпеки. У свою чергу аграрні комплекси впливають на стан навколишнього середовища, умови життя тварин, рослин, мікроорганізмів як у їх безпосередньому оточенні, так і на значному віддаленні [15]. Науковою основою дослідження біорізноманіття та функціонування природних та штучних лісових і урбоекосистем в степовій зоні України є вчення О. Л. Бельгарда [17] про степове лісознавство та положення сільськогосподарської екології М. Т. Масюка [77]. В концепції життєвих форм – біоморф М. П. Акімова [1] відображена ідея взаємозв'язку між ландшафтним, видовим та еколого-морфологічним різноманіттям.

Біота є основою виконання ґрунтом його екологічних функцій [32]. Дощові черв'яки (Lumbricidae) є найважливішим компонентом ґрунтової мезофауни природних та агрооекосистем помірної зони [9, 88]. Сільськогосподарська діяльність і промислове виробництво мали драматичні наслідки для цих тварин. Багато хто з великих видів (представники яких перевищують розміри 18–25 см) були витиснуті із сільськогосподарських і урбанізованих територій і збереглися в деяких природних біогеоценозах [48].

Дощові черв'яки традиційно розглядаються як зручний біоіндикатор ґрунтової родючості. Ще Tanara (1644) [цит. за 232] відзначав, що присутність на полі птахів, які приваблюються, здебільшого дощовими черв'яками, є гарним показником родючості ґрунту [17]. Дощові черв'яки як компонент ґрунтової фауни можуть бути застосовані у зоологічній діагностиці ґрунтів [17, 26]. Дощові черв'яки застосовуються для біотрансформації органічних відходів у промислових вермикультурах [107].

Саме тому пізнання закономірностей структурно-функціональної організації угруповань дощових черв'яків (Lumbricidae) лісових та урбоекосистем

степового Придніпров'я та дослідження екологічних аспектів вермикультури є актуальною науковою проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до планів держбюджетних науково-дослідних робіт: № держ. реєстр. 41970690/02-2 (1995 – 1997 рр.) «Дослідження властивостей, засобів виділення і ідентифікація складних білків, синтезованих за допомогою безхребетних організмів на різних поживних середовищах, поверхнево активних речовин, синтетичних вуглеводів D – та L - форм». № держ. реєстр. 0195U000322 (1996-1998рр.). «Розробити технологію одержання сорбентів технічного, медичного і побутового призначення на основі соняшникового лушпиння». № держ. реєстр. 0100U0011378 (1999-2001рр.). «Наукові основи одержання та використання біологічно активних субстанцій з метою підвищення ефективності використання рослинної сировини і створення на її основі композицій лікувально – профілактичного призначення». № держ. реєстр. 0102U001952 (2002-2004 рр.). «Наукові засади підвищення ефективності рослинництва та використання рослинної сировини». № держ. реєстр. 0111U008600 (2011-2015рр.). «Використання біотехнологічних та генетичних методів для підвищення ефективності біоконверсії мікробного синтезу та вирішення екологічних проблем ». № держ. реєстр. 0112U000192 (2012-2014 рр.). « Теоретичні та практичні основи життєдіяльності мікробіоценозів, форми взаємовідносин з тваринами і рослинами». № держ. реєстр. 0115U002385 (2015-2017 рр.). «Структурно-функціональні властивості природних мікробіоценозів та механізми біологічної дії мікробних препаратів».

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – встановити закономірності структурно-функціональної організації угруповань дощових черв'яків (Lumbricidae) лісових та урбоєкосистем степового Придніпров'я та виявити екологічні аспекти вермикультури.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити показники видового різноманіття угруповань дощових черв'яків (*Lumbricidae*) степових зональних, лісових та урбоекосистем степового Придніпров'я, установити значення гігротопу та трофотопу для показників чисельності та різноманіття угруповань люмбрицид;
- оцінити роль ценоморфічної структури біогеоценозу для чисельності та різноманіття угруповань дощових черв'яків;
- обґрунтувати закономірності існування гігроморф та трофоценоморф дощових черв'яків;
- визначити індикаторні можливості дощових черв'яків для встановлення гігротопів, трофотопів та ценотичних особливостей біогеоценозів;
- оцінити екологічне значення еколого-морфологічних особливостей дощових черв'яків в організації їх угруповань;
- обґрунтувати можливість вермітрансформації відходів сільськогосподарського виробництва як напрямок ліквідації дефіциту білкової сировини в кормах в галузях тваринництва;
- визначити ефективність застосування вермітрансформованих добавок у раціоні підсисних маток та поросят.

Об'єкт дослідження. Дощові черв'яки (*Lumbricidae*) як компонент природних та агроecosистем.

Предмет дослідження. Структурно-функціональна організація угруповань дощових черв'яків (*Lumbricidae*) лісових та урбоекосистем степового Придніпров'я та екологічні аспекти вермикультури.

Методи дослідження. *Катений підхід* – для встановлення видового складу та показників чисельності угруповань дощових черв'яків за катеним принципом були закладені послідовності пробних площ у межах головних

типів ландшафтів регіону; *типологічна класифікація природних та штучних лісів степової зони України* – для екологічної характеристики місцеперебувань угруповань дощових черв'яків та встановлення гігратопу та трофотопу; *статистичні розрахунки* проведені за допомогою програми Statistica 7.0 і програмної оболонки Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" (<http://www.R-project.org/>) – для виконання процедури множинних моделей різноманіття (за допомогою бібліотеки MDM [170]); – процедура ОМІ-аналізу – для виділення екологічних ніш дощових черв'яків при аналізі угруповань [172], виконана за допомогою бібліотеки ade4 [175]. Дощові черв'яки враховувалися за допомогою ручного розбирання проб ґрунту розміром 0,5×0,5 м (6–12 проб випадково розміщених у місцеперебуванні) або 0,25×0,25 м (105 проб, розміщених по регулярній сітці 7×15 з лагом 2 або 3 м). Видова ідентифікація проводилася за роботами Т. С. Перель [88], Cs. Csuzdi, A. Zicsi [166] і О. Н. Кунах і співавт. [71]. Розмір геному – вміст ДНК у гаплоїдному наборі хромосом, який має назву С-значення. Відомості про вагу геному одержані з бази даних Animal Genome Size Database, Release 2.0 (<http://www.genomesize.com>). Досліди по вивченню кормової цінності РВБД і ефективності її згодовування підсвинкам при м'ясній відгодівлі були проведені на свинарському комплексі в Дніпропетровській області.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

вперше:

- встановлено видовий склад та закономірності динаміки чисельності та різноманіття угруповань дощових черв'яків лісових біогеоценозів степового Придніпров'я;
- показаний характер впливу факторів вологості та трофності едафотопів на чисельність та різноманіття угруповань дощових черв'яків;

- виявлені особливості впливу ценоморфічної організації біогеоценозів на угруповання дощових черв'яків;
- встановлена структура впливу екологічних чинників на β -різноманіття угруповань дощових черв'яків;
- визначені індикаторні плеяди дощових черв'яків для встановлення характеристик гігратопу, трофотопу та ценоморфічних особливостей біотопу;
- показане екологічне значення еколого-морфологічних особливостей дощових черв'яків в організації їх угруповань;

удосконалено:

- технологію вермітрансформації відходів сільськогосподарського виробництва;
- підходи для оцінки впливу вермітрансформованих кормових добавок на свиней;

набули подальшого розвитку:

- принципи сільськогосподарської екології М. Т. Масюка [77];
- принципи степового лісознавства О. Л. Бельгарда [16, 17] та А. П. Травлєєва [110];
- принципи зоологічної діагностики ґрунтів М. С. Гілярова [26].

Практичне значення одержаних результатів. На основі одержаних результатів досліджень та методичних розробок запропонована система показників, які у своїй сукупності характеризують стан угруповань дощових черв'яків як важливого компоненту біоти ґрунтів лісових біогеоценозів степового Придніпров'я. Результати дослідження можуть застосовуватися у практиці моніторингу біологічного різноманіття та оцінці стійкості та функціонального стану лісових біогеоценозів підприємствами лісового господарства та у межах об'єктів природно-заповідного фонду. Велике практичне значення має технологія перетворення відходів сільськогосподарського вироб-

ництва на корисну біологічну («екологічно чисту») добавку, завдяки якій може бути вирішене питання дефіциту в раціоні тварин білку та незамінних амінокислот при вирощуванні органічної свинини.

Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі в Дніпропетровському державному аграрно-економічному університеті та Дніпропетровському національному університеті при викладанні курсів «Ґрунтознавство», «Екотоксикологія», «Управління популяціями тварин» та «Заповідна справа».

Особистий внесок здобувача. Безпосередня участь у плануванні, складанні схем, підготовці та проведенні досліджень, аналізі та обробці отриманих даних, апробації та впровадженні результатів у виробництво, підготовці матеріалів до друку.

Апробація результатів дослідження. Матеріали дисертаційної роботи апробувались на 11 наукових, науково-практичних конференціях, у тому числі: міжнародній науково-технічній конференції «Біотех-95» (Дніпропетровськ, 1995 р.); науково-практичній конференції «Ветеринарні та зоотехнічні проблеми у Придніпровському регіоні» (Дніпропетровськ, 1996р.); V Міжнародний конгрес «Біоконверсія органічних відходів» (Івано-Франківськ, 1999р.); V міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології» (Дніпропетровськ, 2011 р.); VI міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології» (Дніпропетровськ, 2013 р.); IX міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукових досліджень» (Полтава, 2013 р.); міжвузівській науково-практичній конференції «Сучасні тенденції та перспективи розвитку фінансової системи України в умовах глобалізації» (Дніпропетровськ 2014 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» 22–23 жовтня 2015 р. (Дніпропетровськ, 2015 р.); між-

народній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми агроекології» (Миколаїв, 2015); XI міжнародній конференції студентів та молодих вчених «Наука и образование 2016» (Астана, 2016 р.); міжнародній науковій конференції «Молодь і поступ біології» 19–21 квітня 2016 р. (Львів, 2016 р.)

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковані у 41 науковій праці, із них 3– у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз; 2 – публікації у наукових фахових виданнях України; 4 – патенти на винаходи; 4 – публікації у інших виданнях; 28 – матеріали конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 193 сторінках комп'ютерного тексту та складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Вона містить 29 таблиць і 30 рисунків. Список літературних посилань містить 265 джерел, 127 з яких – англійською мовою.

РОЗДІЛ 1
ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ У ҐРУНТАХ ЛІСОВИХ
ТА АГРОЕКОСИСТЕМ
(аналітичний огляд)

1.1. Ґрунт як середовище існування

Анеліди населяють різноманітні біотопи. Вони зустрічаються у морських, прісноводних і наземних місцеперебуваннях [48]. Відомо понад 3500 видів дощових черв'яків, які є мешканцями ґрунту. Найбільш вивченою і поширеною є родина Lumbricidae, представники якої особливо численні в Палеарктиці [50]. Сільськогосподарська діяльність і промислове виробництво мали драматичні наслідки для цих тварин. Багато хто з великих видів (представники яких перевищують розміри 18–25 см) були витиснуті із сільськогосподарських і промислових територій і збереглися лише у деяких природних біогеоценозах [42].

Дощові черв'яки традиційно розглядаються як зручний біоіндикатор ґрунтової родючості. Ще Tanara (1644) [цит. за 232] відзначав, що присутність на полі птахів, наприклад, сорок і ворон, які приваблюються ґрунтовими безхребетними, котрі виносяться на поверхню ґрунту при оранці, здебільшого дощовими черв'яками, є гарним показником родючості ґрунту [17].

Усі Lumbricidae – сапрофаги. При цьому одні з них, наприклад *Lumbricus terrestris*, здатні харчуватися рослинними залишками, які мало розклалися, і навіть іноді зеленими частинами трав'янистих рослин. Інші, як *Allolobophora caliginosa*, відносяться до «вторинних гумусоутворювачів» (за термінологією Дунгера [179], застосованою ним до інших систематичних груп безхребетних), тому що вони можуть використовувати в їжу лише в значній мірі перероблений рослинний матеріал [17, 209].

Зоогенна просторова гетерогенність ґрунтового покриву забезпечує підтримку високого різноманіття ґрунтових організмів і впливає на біогеохімічну циркуляцію речовин [14, 142, 147]. Харчування, екскреторна діяльність і ритм нір дощових черв'яків значно змінює ґрунтову структуру, мікробіальне угруповання і динаміку хімічних процесів. Дощові черв'яки впливають на швидкість інфільтрації води в ґрунті [251], кругообіг речовин в екосистемі [163, 249], трансформацію органічної речовини [201], ґрунтову структуру [252] і текстуру ґрунтових горизонтів [203–205]. Вони сприяють формуванню гумусових горизонтів [173] і зростанню продуктивності фітоценозів [153]. Важливим наслідком рийної діяльності черв'яків є вплив на ґрунтову структуру [17].

Вплив дощових черв'яків на ґрунтові процеси є відмінним серед екологічних груп та видів. Дощові черв'яки *Lumbricus terrestris* та інші норники можуть розглядатися як одні з найбільш функціонально діяльних ґрунтових тварин помірної зони. Bouche [156] визначив зону товщиною 2 мм поблизу нір дощових черв'яків як «дрилосферу». Однак реальний простір, що зазнає впливу дощових черв'яків, може бути як меншим, так і більшим зазначеної межі. Пізніше термін «дрилосфера» був використаний у більш широкому розумінні як частина ґрунту, яка зазнала впливу будь-якого виду діяльності дощових черв'яків, включаючи екскреторну [162, 203]. У сучасних роботах зустрічається розуміння зазначеного терміна як простір, який безпосередньо контактує зі стінкою ґрунтового ходу дощового черв'яка [17, 257]. У деяких роботах ґрунтові ходи дощових черв'яків розглядаються як місцеперебування, якому мікроартроподи віддають перевагу, без аналізу та виділення приваблюючих позитивних факторів [146, 210].

Усі без винятку живі організми модифікують середовище перебування інших видів і тим самим впливають на них. Дощові черв'яки трансформують ґрунт як середовище існування [26], змінюючи розподіл речовин і потоку

енергії в ґрунтових харчових ланцюгах, що згодом призводить до створення або руйнування місцеперебувань залежних видів [198, 262]. У багатьох наземних екосистемах дощові черв'яки виступають у якості ключових екосистемних інженерів [154, 203]. За допомогою біотурбацій [222], таких як риття, продукція копролітів, перемішування органічних матеріалів і мінеральних часток, дощові черв'яки впливають як на фізичні, так і біологічні властивості ґрунту [154, 207]. Сила метабіотичних зв'язків може варіювати від незмірно малої до такого рівня, що визначає саме існування залежного виду. Виділення "важливих" і "неважливих" метабіотичних зв'язків неминуче залежить від об'єкта та завдання конкретного дослідження. Практично зручним підходом є заміна суб'єктивної оцінки "важливий – неважливий" статистично розв'язуваним завданням "достовірний – недостовірний" [17, 109].

Дощові черв'яки проникають у ґрунт, будують нори та при цьому збільшують простір шпар. Транспортують органічну речовину при продукції копролітів, подрібнюють органічні матеріали як перший етап їхнього розкладання [106], забезпечують рослини поживними речовинами шляхом концентрації їх у стінці ходів або збільшуючи біодоступність речовин, таких, як фосфор. Переміщують насіння в ґрунтовому профілі [212]. Змінюють різноманіття та сприяють зростанню активності мікробіального угруповання шляхом селективного споживання окремих груп мікроорганізмів [162, 214]. Активність дощових черв'яків приводить до формування водостабільних ґрунтових агрегатів, що сприяє зниженню ризику ерозії ґрунту [247, 264], особливо сильно це проявляється в сільськогосподарських угіддях з низьким рівнем механічного обробітку ґрунту [239].

Ґрунтові колемболи дуже чутливі до щільності ґрунту, і зменшення пористості призводить до зменшення кількості цих тварин. Тому більші колемболи чисельніші в тих місцях, де вища кількість дощових черв'яків [211, 216]. Позитивний вплив дощових черв'яків на мікроартропод обумовлений

збільшенням утримання води в ґрунті [184], або дренажем [211]. Показано, що розподіл одного з видів ногохвісток *Heteromurus nitidus* у градієнті ґрунтового рН контролюється присутністю дощових черв'яків. Даний вид колембол уникає кислих ґрунтів і віддає перевагу нейтральним і слаболужним ґрунтам, а дощові черв'яки виступають як фактор, що сприяє зниженню кислотності. Це стимулює ріст чисельності колембол [243]. Вплив нір *L. terrestris* на загальну чисельність колембол і панцирних кліщів істотно відрізнявся і, крім того, мав різний характер у різних типах лісу. Очевидно, що зона нори *Lumbricus terrestris* не є безумовно привабливою для багатьох видів ґрунтових безхребетних [109]. Неоднорідна реакція різних видів колембол, орибатид і енхітреїд на нори дощових черв'яків була показана і в інших дослідженнях [17, 146, 184, 210, 214].

Діяльність норних дощових черв'яків (на відміну від черв'яків інших екологічних груп) призводить до формування яскраво вираженої просторової гетерогенності ґрунтового покриву (масштабу сантиметрів і десятків сантиметрів). Концентрація рослинних залишків у стінках і в устях нір *Lumbricus terrestris* відбивається на просторовому розподілі ґрунтових тварин усіх розмірних класів. Загальна чисельність найпростіших (лабораторні дослідження) у стінках нір перевищує контрольні значення в 2,5–9 разів [109]. Чисельність інших найважливіших мікробофагів – нематод – також різко підвищена у стінках нір. При цьому в ґрунті липового лісу реєструється найбільша чисельність мікофагів. Незважаючи на це, відмінності складу та структури домінування угруповань нематод у стінках нір і в навколишньому ґрунті були в цілому невеликі. Відносна чисельність деяких родів вірогідно відрізняється в стінках нір і в контрольному ґрунті, але таких родів виявлено небагато (збільшення чисельності: *Plectus*, *Paramphidelus*, *Eumonhystera* у дубовому, *Malenchus* у буковому лісі; зниження чисельності: *Paratylenchus* у липовому, *Acrobeloides* у дубовому й *Neopsilenchus* у буковому лісі) [17].

У свою чергу, ґрунтові властивості впливають на організацію угруповань дощових черв'яків [244]. Гранулометричний склад у комбінації з типом рослинного покриву, кількістю поживних речовин і значенням рН багато у чому визначають чисельність угруповань дощових черв'яків у природних екосистемах [138, 202, 204]. На думку Briones et al. [161] рН, органічна речовина та обмінні катіони є найважливішими факторами, які визначають екологічні розбіжності в угрупованнях дощових черв'яків. Nordström & Rundgren [229] відзначають важливість органічної речовини, рН і вологості у розподілі дощових черв'яків. Встановлено, що розподіл *A. rosea* має тісний зв'язок зі вмістом у ґрунті глини. Цей зв'язок може бути вторинним, тому що вміст у ґрунті глини корелює з водоутримуючою здатністю, що безпосередньо впливає на дощових черв'яків [229]. Також у цьому дослідженні встановлений зв'язок між чисельністю *A. s. trapezoides* і аерацією та шпаруватістю ґрунту. Причина впливу сухості ґрунту на дощових черв'яків може знаходитися у реакції черв'яків на матричний потенціал води в ґрунті та не залежати від гранулометричного складу ґрунту для *Aporrectodea rosea*. Або бути наслідком взаємодії між матричним потенціалом і ґрунтовою текстурою для *A. s. trapezoides* так, що граничне значення вологості ґрунту, що володіє репеллентними властивостями, змінюється разом із гранулометричним складом ґрунту [173].

Дощові черв'яки становлять важливий компонент тваринного населення різних екосистем помірних широт. У степовій зоні основна розмаїтість цієї групи тварин зосереджена в азональних та інтразональних угрупованнях. Степові угруповання бідні за видовим складом і досить нечисленні. Розмаїтість лісових, лугових і болотних угруповань відображається в закономірностях зміни фауністичної й екологічної структури тваринного населення ґрунтів цих біогеоценозів, у тому числі і дощових черв'яків [17].

На основі даних, отриманих в межах території, що характеризується середньоморським кліматом, був проведений множинний регресійний аналіз взаємозв'язку загальної щільності населення дощових черв'яків і їх біомаси з різними фізичними і хімічними властивостями ґрунту. Він показав у цілому слабкий зв'язок між цими параметрами (значимий коефіцієнт кореляції перебував у межах 0,53 до 0,1), особливо для біомаси. Відносно сильний позитивний зв'язок відзначений між загальною щільністю дощових черв'яків і ґрунтовим рН, вологістю і стабільністю ґрунтових агрегатів. Цей зв'язок найбільшою мірою з усіх досліджених видів характерний для дощового черв'яка *A. caliginosa*. Для дощового черв'яка *L. rubellus* виявлений позитивний зв'язок щільності розподілу з кількістю органічного вуглецю в ґрунті і негативний зв'язок з кількістю в ньому калію. Виявлено позитивний зв'язок між річною кількістю опадів і кількістю дощових черв'яків. У діапазоні цього показника від 300 до 1100 мм на рік коефіцієнт кореляції з кількістю дощових черв'яків склав 0,35 [221].

Забруднення лісових ґрунтів поліметалевим пилом у комплексі з SO₂ має вкрай негативний наслідок для дощових черв'яків. У міру збільшення токсичного навантаження вони різко скорочують чисельність і надалі повністю зникають. Це призводить до утворення «люмбрицидних пустель» [21]. Показано важливу роль дощових черв'яків при рекультивації земель [8].

Давно відомо, що типові комбінації видів дощових черв'яків відповідають певним комбінаціям ґрунтових властивостей. У центральній Європі в букових лісах виділено дві групи видів дощових черв'яків: муль-група, що представлена переважно власне-ґрунтовими видами або норниками та мор-група, що включає переважно малих за розмірами епігейних видів з пігментацією [239]. Також установлені групи видів сільськогосподарських угідь і лугов, які відповідають муль-групі [17]. Деякі групи видів розглядаються як індикатори властивостей біотопів: *E. fetida*, *E. andrei* – скупчення органіч-

ного матеріалу, таких як компостні ями; *A. chlorotica*, *E. tetraeda* – у край во-
логі умови прибережних місцеперебувань; *L. eiseni* – пні дерев або кора;
L. terrestris – слабо кислі або нейтральні глибокі ґрунти з малим вмістом пі-
ску, тобто класичний індикатор муль–ґрунтів [239].

1.2. Різноманіття угруповань та методи його оцінки

У цілому, мало дослідженим є питання про вплив факторів середовища не тільки на чисельність окремих видів дощових черв'яків або їх угруповань, а на різноманіття угруповань як його емерджентну властивість. Вирішення цієї проблеми бачиться не тільки в специфіці екологічних зв'язків тієї або іншої груп тварин, але й у принципах оцінки різноманіття та процедурах виявлення статистичних залежностей.

Між різноманіттям деревних видів рослин у широколистяних лісах і різноманіттям угруповання дощових черв'яків, вираженим за допомогою індексу Шеннона, встановлена позитивна залежність, що обумовлено позитивним впливом різноманіття харчових ресурсів на фауну деструкторів органіки [223]. Заплавність є важливим чинником, що впливає на угруповання дощових черв'яків. Встановлено лінійну залежність таких показників угруповання, як чисельність, видове багатство, різноманіття за Шенноном та функціональне різноманіття від рівня пертурбації, що залежить від частоти та інтенсивності повені [180].

Різноманіття є ключовою концепцією для розуміння та керування екосистемами на глобальному і локальному рівнях [170]. Варто звернути увагу на наступні важливі питання: труднощі в розумінні розбіжностей між різноманіттям та ентропією [200], уявлення про адитивну або мультиплікативну природу різноманіття [259], розуміння необхідності різних типів різноманіття [141]. Зазначені питання знаходять своє вираження у мультиноміальній

моделі різноманіття (*multinomial diversity model* – MDM) [170]. Вона ґрунтується на параметричному формулюванні ентропії та різноманіття, що є розширенням визначення різноманіття [189–192], і на зв'язку між ентропією множинних моделей. Це дозволяє MDM моделювати зміни різноманіття як наслідок дії комплексу факторів середовища. Традиційно, дослідження зв'язку різноманіття та драйверів середовища обмежені різноманіттям окремих сайтів і, таким чином, були не здатні врахувати динаміку видів. У MDM немає такого обмеження, що дозволяє кількісно обґрунтувати відповідь на питання: «як змінюється різноманіття екосистеми в просторі та у часі?» і «який драйвер є найважливішим для таких змін?» [170].

Екологічне різноманіття може ґрунтуватися на різних типах різноманіття – таксономічному, функціональному, генетичному. Різноманіття окремого сайту володіє чотирма ключовими властивостями [170]: 1) різноманіття може змінюватися від 1 для ситуації зустрічі одного виду до S для однаково чисельних видів, що називається «ефективна кількість видів» [259]; 2) різноманіття підкоряється принципу подвоєння [189], який встановлює, що для угруповання з S видів додавання ще S видів з такою же пропорцією чисельності, дасть подвоєння вихідного різноманіття; 3) різноманіття сайту залежить тільки від присутніх видів, а включення відсутніх видів не змінює різноманіття; 4) види можуть бути зважені шляхом зведення частки їхньої чисельності у ступінь q , що називається *порядок різноманіття*, і хоча q може приймати кожне значення, звичайно використовуються значеннями 0, 1, 2 або ∞ . Значення $q = 0$ перетворює частку чисельності даного типу в присутність–відсутність, значення $q = 2$ надає більшого значення більш чисельним видам, значення $q = \infty$ робить міру різноманіття чутливою тільки до частки найбільш домінантного виду, а для $q = 1$ відбувається рівне зважування усіх видів. Різноманіття порядку 0, 1, 2 і ∞ називаються відповідно видове багатство, індекс Шеннона, Сімпсона та Бергера–Паркера [17].

Уявлення про різноманіття і ентропію деякою мірою дублюють один одного, хоча обидва відіграють різні концептуальні та аналітичні ролі [170].

Ентропію 1-го порядку (ентропія Шеннона) 1H і різноманіття 1-го порядку (різноманіття Шеннона) 1D для окремого сайту із часток видів у сумарній чисельності p_i можна представити у такий спосіб:

$${}^1H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad {}^1D = \exp(-{}^1H).$$

Ентропію та різноманіття порядку $q \neq 1$ можна визначити у такий спосіб:

$${}^qH = \frac{1}{1-q} \sum_{i=1}^S p_i^q \quad {}^qD = \exp(-{}^qH),$$

де q відоме як ентропія Ренні.

Ентропія є адитивною функцією. Різноманіття є результатом експонування ентропії, тому є мультиплікативною функцією. Різноманіття є шкалою, за допомогою якої відображають ефективну кількість видів, таким чином, забезпечуючи змістовну екологічну інтерпретацію. Для інтерпретації моделей, таких як оцінка відносних ефектів різних предикторів або вплив окремих сайтів або видів, можуть бути використані показники ентропії або різноманіття, залежно від цілей і перспектив аналізу.

Звичайним підходом для обліку множини сайтів є концепція α -, β - і γ -різноманіття [200, 259, 260]. Для множини з N сайтів, ${}^1H_\alpha$ буде просто середнім значенням ентропій окремих сайтів:

$${}^1H_\alpha = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^S p_{ij} \ln p_{ij} / N$$

Із чого витікає, що ${}^1D_\alpha$ являє собою геометричне середнє різноманіття сайтів. Величина ${}^1H_\gamma$ є ентропією відносних чисельностей усереднених по сайтах і може бути представлена у такий спосіб:

$${}^1H_\gamma = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^S p_{ij} \ln p_{i.} / N,$$

де $p_{i.}$ – відносна чисельність виду i , усереднена по N сайтах.

Обертання видів між сайтами визначається як ${}^1D_\beta = {}^1D_\gamma / {}^1D_\alpha$ [200], звідки витікає, що ${}^1H_\beta = {}^1H_\gamma - {}^1H_\alpha$.

1.3. Біогеоценотичний підхід до вивчення угруповань тварин та екоморфний аналіз

Для описання комплексів живих організмів значною результативністю характеризується біогеоценотичний підхід [108]. Для біогеоценозів степової зони України розроблений теоретичний інструментарій, що знайшов своє вираження у такому науковому напрямку екології, як степове лісознавство [17]. Найважливішими теоретичними результатами цього напрямку є типологія природних і штучних лісів степової зони України, вчення про екоморфи [16], система життєвих форм–біоморф [1–4], вчення про амфіценоз [15], вчення про географічну та екологічну відповідність біогеоценозів [17]. Біогеоценотичний підхід дозволив підійти до вирішення питання про екологічне різноманіття угруповань ґрунтових тварин [35–54].

Угруповання дощових черв'яків степового Придніпров'я вивчені в контексті їх ролі в зоологічній діагностиці ґрунтів [51], мікростаціонального розподілу окремих видів дощових черв'яків [41] і їхньої динаміки [11], значення в біоіндикації забруднення ґрунту відходами хімічного виробництва [42], ролі у формуванні продукції та різноманіття угруповань мезопедобіонтів [43], а також особливостей їх екоморфологічної структури [46, 47, 48].

О. Л. Бельгард [16] відзначає, що основою аналізу екологічної структури угруповань живих організмів є життєва форма. Під аналізом структури ро-

зуміється виявлення взаємозв'язків живих організмів і середовища, а також установлення ступеня пристосування окремих частин угруповання до найважливіших елементів біогеоценозу. Пристосування видів до біоценозу в цілому та до кожного зі структурних елементів екотопу окремо (кліматопу, геліотопу, термотопу та т.ін.) називаються екоморфами. Екоморфи відмінні від життєвих форм, бо під цими останніми найчастіше прийнято розуміти пристосування, які відбиваються в зовнішньому вигляді рослини. Життєві форми, як відомо, не завжди сполучені зі змінами в морфо-анатомічній структурі, що в першу чергу стосується пристосувань до ґрунтової родючості та до термічних умов [16].

Приналежність до екологічних груп тварин носить умовний характер і визначається просторовим діапазоном, у межах якого встановлена відповідна екологічна класифікація та масштабний рівень, що визначає ступінь деталізації класифікаційної системи. Екоморфи рослин і тварин як екологічна класифікація також є контекстно-залежною генералізацією відомостей про їх взаємні відношення з навколишнім середовищем. Ландшафтно-біогеоценотичний рівень є базовим при розгляді екологічних явищ у традиції степового лісознавства [17]. Саме ця обставина визначає масштабний рівень екоморф рослин [16] і тварин [3, 48]. Співвідношення екоморф в угрупованні характеризує його екоморфічну структуру. Екоморфи між собою перебувають у певних взаєминах, що створює екоморфічну організацію. Екоморфічні матриці є формою відображення екоморфічної організації [47, 48].

Для лісового угруповання в степу головними зовнішніми ординатами, які формують екоморфічну організацію, є режим вологості та мінералізації едафотопу [17]. Ці ординати приймаються як незалежні та формують типологічну систему лісів степової зони. У реальності незалежність (ортогональність) ординат не виконується, але на ландшафтному рівні цією обставиною можна зневажити. Ортогональність означає, що кожній градації трофності

повинні відповідати всі можливі градації вологості або навпаки. Якщо цього немає (а не всі комірочки типології О. Л. Бельгарда заповнені), тоді між трофністю та вологістю виникає взаємна залежність, або кореляція, а типологічна система (як екологічна матриця) є косокутною. Екоморфічна матриця є не двовимірним об'єктом, а багатовимірним, тому більш правильно її називати гіперматрицею, або тензором [50]. Таким чином, екоморфічний тензор відбиває складний характер взаємодії живих організмів з навколишнім середовищем. Цей тензор не є ортогональним, тому що між ординатами завжди існує кореляція, а структура кореляцій є характеристичним показником, що відбиває рівень екоморфічної організації конкретного угруповання [51].

Для ґрунтових тварин можна виділити наступні екоморфи: ценоморфи, трофоморфи, трофоценоморфи, топоморфи, гігморфи [48]. В умовах конкретного угруповання варіабельність екоморфічної структури сполучена з погодженою мінливістю тих або інших екоморф. Кореляційні композиції екоморф розкривають природу механізмів адаптації угруповання до динаміки факторів навколишнього середовища [47].

1.4. Оцінка екологічної ніші

Оцінка властивостей оселищ є необхідною умовою для прогнозування впливу пертурбацій на угруповання живих організмів і для ідентифікації властивостей навколишнього середовища, які важливі для охорони різноманіття та підтримки функцій екосистем [159]. Розбіжності композиції видів в угрупованні та варіабельність реакції на умови навколишнього середовища є ключовою перешкодою для розробки моделі місцеперебувань, що могла б бути застосована до різних видів у різних екосистемах [230]. Функціональна класифікація тварин, у якій види, що характеризуються спільністю екологічних особливостей, поєднуються разом, представляє альтернативу індивідуальним моделям вид-навколишнє середовище та може обійти зазначену пере-

шкоду [159, 219]. Групи видів, що мають загальні екологічні властивості, формують операційні одиниці, які реагують на фактори навколишнього середовища більш передбачувано, ніж окремі види, значно збільшуючи прогностичні здатності моделі місцеперебувань порівняно з моделями, створеними для високих рівнів таксономічної роздільної здатності, таких як вид [145]. Одним з варіантів виділення відповідних груп видів є екоморфи ґрунтових тварин, які у сукупності формують екоморфічні матриці [50].

Об'єднання видів відповідно до їх екологічних особливостей є також способом ідентифікації функціональних груп видів для оцінки ключових функцій екосистеми, що є найважливішим кроком для з'ясування функціонального різноманіття усередині та між екосистемами [226]. Гіпотеза фільтрації місцеперебувань припускає, що види, що мають подібні екологічні потреби, формують функціональні групи, які займають подібні місцеперебування [258, 265]. Об'єднання видів за такими ознаками, як морфологія або поведінка, є одним зі способів спростити вивчення різноманітних у видовому відношенні угруповань [144].

Для лісового угруповання в степу головними зовнішніми ординатами, які задають екоморфічну організацію, є режим вологості та мінералізації едафотопу [17]. Ці ординати приймаються як незалежні та формують типологічну систему лісів степової зони. У реальності незалежність (ортогональність) ординат не виконується, але на ландшафтному рівні цією обставиною можна зневажити [75]. Ортогональність означає, що кожній градації трофності повинні відповідати всі можливі градації вологості та навпаки. Якщо цього немає (а не всі комірки типологічної сітки О. Л. Бельгарда заповнені), тоді між трофністю та вологістю виникає взаємна залежність, або кореляція, а типологічна система (як екологічна матриця) є косокутною. Екоморфічна матриця є не двовимірним об'єктом, а багатовимірним, тому більш правильно її називати гіперматрицею або тензором [50]. Таким чином, екоморфічний тен-

зор відбиває складний характер взаємодії живих організмів з навколишнім середовищем. Цей тензор не є ортогональним, тому що між ординатами завжди існує кореляція, а структура кореляцій є характеристичним показником, що відбиває рівень екоморфичної організації конкретного угруповання.

Для ґрунтових тварин можна виділити наступні екоморфи: ценоморфи, трофоморфи, трофоценоморфи, топоморфи, гігоморфи [45–51]. В умовах конкретного угруповання варіабельність екоморфичної структури сполучена з погодженою мінливістю тих або інших екоморф. Кореляційні композиції екоморф розкривають природу механізмів адаптації угруповання до динаміки факторів навколишнього середовища.

Серед технік багатомірної обробки екологічних даних аналіз відповідностей (*Correspondence Analysis* – CA) [190], який також відомий як реципрокне усереднення (*Reciprocal Averaging* – RA) [189], є методом ординації угруповань для дослідження поділу ніш видів або екологічної амплітуди видів [164, 172]. Розвиток цього аналізу веде до створення канонічного аналізу відповідностей (*Canonical Correspondence Analysis* – CCA) [254], який призначений для вивчення диференціації ніш видів уздовж градієнтів навколишнього середовища. Канонічний аналіз відповідностей найбільшою мірою підходить для тих випадків, коли реакція видів на фактори навколишнього середовища має характер унімодальної кривої [231]. Аналіз надмірності (*Redundancy analysis* – RDA) припускає лінійну відповідь видів на дію факторів навколишнього середовища [172]. Аналіз за допомогою індексу середньої віддаленості (*Outlying Mean Index* – OMI) [172] дозволяє обробляти дані, які відбивають як лінійну, так і унімодальну відповідь видів на вплив факторів навколишнього середовища.

У концепції OMI-аналізу екологічна ніша виду може бути представлена як композиція маргінальності, толерантності та залишкової толерантності. Маргінальність є мірою відмінності умов перебування виду від типових умов

для даної території та указує, таким чином, на спеціалізацію виду. Толерантність демонструє варіабельність ніші виду уздовж осі, що з'єднує центр мас екологічних умов території та центр мас ділянок території, де зустрінутий даний вид. Цей показник указує на ширину екологічної ніші. Варіабельність ніші в площині, ортогональному напрямку, що зв'язує центри мас території та виду, є залишковою толерантністю [172].

ОМІ-аналіз був застосований для опису просторової організації угруповань мезопедобіонтів на рівні біогеоценозу [73–75, 86] та для опису просторової організації угруповання панцирних кліщів (Acari: Oribatida) у ґрунті сільськогосподарського поля [137].

1.5. Екоморфи та життєві форми дощових черв'яків

Як відзначає Д. О. Криволуцький [65], життєва форма – це насамперед біологічний індикатор певних природних умов. За набором життєвих форм, представлених на деякій території, можна досить вірно виносити судження про ступінь різноманіття середовища існування. У своїй значній праці «Екоморфология» [5] Ю. Г. Алеєв відзначає, що стосовно до тварин термін і поняття життєвої форми вперше вжив ботанік Х. Гамс [182]. Він запропонував систему життєвих форм, що охоплювала рослини і тварин. Однак його дослідження мало ботанічну спрямованість і не залучило достатньої уваги зоологів. Істотний внесок у розвиток ідеї життєвих форм тварин зробили К. Фредерикс [181] і Д. М. Кашкаров [60–62]. Згідно К. Фридериксу [181] до однієї життєвої форми належать ті живі істоти (види, покоління або стадії розвитку), які живуть у подібних місцеперебуваннях і ведуть подібний спосіб життя. Д. М. Кашкаров [62] так визначає життєву форму: «Тип тварини, що перебуває в повній гармонії з навколишніми умовами, ми називаємо життєвою формою, беручи цей термін у ботаніків. В «життєвій формі», як у дзер-

калі, відбиваються найголовніші, домінуючі риси місцеперебування. Можна розрізняти, наприклад, тип нирця, тип землерія, тип деревної лазаючої тварини та т. ін.». Д. М. Кашкаров [61] вважав, що при встановленні екологічних типів або «життєвих форм» необхідно базуватися не на конститувальних, філогенетичних ознаках, а на ознаках адаптивних, пристосувальних, між якими та факторами середовища існує певна залежність, гармонія [72–74].

У 1948 р. М. П. Акімов опублікував свою роботу «Біоценотична робоча система життєвих форм-біоморф» [4], у якій виклав свої думки про структуру біоценозу та про біоморфічний підхід для аналізу структури тваринного населення. Він так визначає біоморфу: «У аспекті біоценозу кожний вид рослини або тварини, що входить у його склад, варто розглядати як певну життєву форму, розуміючи під цим терміном той або інший тип пристосування організму до основних факторів середовища його перебування». При встановленні біоморф важливою є характеристика організму з погляду відносини його до абіотичних і біотичних факторів середовища, а також відносно місця та ролі його в біоценозі. Застосування системи біоморф надає можливості скороченої характеристики кожного виду тварини з боку головного властивого йому місцеперебування та форми пересування, складу їжі та способу її добування та, нарешті, відносно розмірів його тіла, які значною мірою визначають місце, яке вид займає у ланцюгах і циклі харчування [2]. У системі біоморф тварин виділяються топоморфи, хемоморфи (для гідробіонтів), клімаморфи (для аеробіонтів) і трофоморфи [3, 48].

Вільке [261] запропонував екологічний поділ Lumbricidae. Він виділив в одну групу види, які мешкають на поверхні, в іншу – що живуть у гумусовому горизонті ґрунту. Черв'яки, які живуть у гумусовому горизонті ґрунту, поділені, у свою чергу, на тих, що мігрують усередину під час діпаузи і на тих, які не мають фази діпаузи, які живуть у постійно вологих ґрунтах. В окремому групу об'єднані великі види, що прокладають у ґрунті глибокі ходи.

Схема, запропонована Вільке, була прийнята багатьма дослідниками [156]. Буше дає лише більш докладну характеристику виділених Вільке форм, назвавши їх *epigees*, *aneciques* і *endogees* і відмовившись від поділу «внутрішньогрунтових» черв'яків (*endogees*) на дві групи [22, 48, 88].

Ендогейні (*Endogean*, *endogées*, з грецької *endon* – всередині та *gaia* – земля) – група черв'яків, які мешкають та живляться в мінеральних ґрунтових горизонтах у межах або нижче зони інтенсивного розвитку систем коріння рослин [156]. Вони еквівалентні групі «тих, хто живиться під поверхнею» [207].

Епігейні (*Epigean*, *epigaen*, *epigeic*, *epigenous*, *epigées*, з грецької *epi* – на поверхні та *gaia* – земля) – група черв'яків, які мешкають на поверхні ґрунту [156]. Еквівалентні «мешканцям підстилки» [207].

Норні (*Anecis*, французьке *anéciques* від грецької *anekas* – досягати поверхні) – черв'яки, здатні рити глибокі нори та живитися органічними рештками, які знаходяться на поверхні ґрунту. Еквівалентні групі «глибокорийних» [88, 208].

1.6. Процедури ординації угруповань з урахуванням еколого-морфологічних особливостей видів

Оцінка властивостей оселищ є необхідною умовою для прогнозу впливу пертурбацій на угруповання живих організмів і для ідентифікації властивостей навколишнього середовища, які важливі для охорони різноманіття та підтримки функцій екосистем [52, 159, 160]. Розбіжності композиції видів в угрупованні та мінливість реакції на умови навколишнього середовища є ключовою перешкодою для розроблення моделі оселищ, що могла бути застосована до різних видів у різних екосистемах [230]. Функціональна класифікація тварин, у якій види, що характеризуються подібністю екологічних

особливостей, поєднуються разом, представляє альтернативу індивідуальним моделям вид–навколишнє середовище та може обійти зазначену вище перешкоду [159, 219]. Групи видів, що мають спільні екологічні властивості, формують операційні одиниці, які реагують на фактори навколишнього середовища більше передбачувано, чим окремі види, значно збільшуючи прогностичні здатності моделі оселищ порівняно з моделями, створеними для високих рівнів таксономічної роздільності, таких як вид [145]. Об'єднання видів відповідно до їх екологічних особливостей є також засобом ідентифікації функціональних груп [226]. Гіпотеза «фільтрації оселищ» припускає, що види, які мають подібні екологічні потреби, формують функціональні групи, які заселяють подібні біотопи [258]. Об'єднання видів за такими ознаками, як морфологія або поведінка, є одним зі способів спростити вивчення угруповань, різноманітних за видовим складом [144].

Взаємини між видовими особливостями й властивостями навколишнього середовища можуть бути оцінені за допомогою двокрокового аналізу. За яким чисельність видів пов'язується з умовами навколишнього середовища, а їх реакція на гетерогенність середовища співвідноситься з біологічними або фізіологічними особливостями [159, 245, 256]. Аналіз RLQ дозволяє співставити екологічні особливості видів з умовами навколишнього середовища [172]. Цей аналіз досліджує спільну структуру за трьома таблицями даних: *R-таблиця* (містить змінні навколишнього середовища), *Q-таблиця* (містить видові особливості) і *L-таблиця* (чисельність видів в точках відбору проб) [172, 175]. *L-таблиця* виконує функцію зв'язку між таблицями *R* і *Q* і містить дані щодо інтенсивності зв'язку між ними. Безпосередньо перед розглянутою процедурою проводяться три окремих аналізи. Аналіз відповідностей застосовується для *L-таблиці*, у результаті чого одержують оптимальну кореляційну структуру між точками відбору проб (для їх більш стислого позначення можна застосувати англomовну кальку «сайт», яка вже вживається в науковій

літературі) й вагами чисельності видів (застосовуються не безпосередньо дані про чисельність, а їх нормалізовані індекси – ваги чисельності). Ординація таблиць R і Q виконується за допомогою аналізу головних компонентів. Таким чином, за допомогою RLQ виконується аналіз коінерції крос-матриць R , Q і L . Цей аналіз максимізує коваріацію між вагами досліджуваних сайтів (значення кожного сайту можна кількісно оцінити за допомогою ваги, яку можна порівняти з вагою виду) з урахуванням властивостей навколишнього середовища, виражених у таблиці R , і вагами видів з обліком їх екологічних властивостей, виражених таблицею Q [224]. У результаті може бути отримана краща спільна комбінація ординації сайтів за характеристиками навколишнього середовища, ординації видів за їх властивостями і одночасно ординація видів і сайтів [256]. RLQ-аналіз поєднує три окремих ординаційних рішення з максимізацією коваріації між особливостями видів і властивостями навколишнього середовища за допомогою аналізу коінерції [150]. Далі, ієрархічний кластерний аналіз ваг видів за двома осями RLQ згідно з методом Варда дозволяє встановити функціональні групи [224]. Оптимальну кількість груп можна одержати за допомогою критерію Калінського. Кластери показують розподіл видів у просторі особливості видів, який визначають як екологічний простір [224].

Обґрунтування напряму досліджень

Аналітичний огляд сучасної наукової літератури дозволив нам обґрунтувати необхідність висвітлення наступних питань в нашій дисертаційній роботі:

- визначити показники видового різноманіття угруповань дощових черв'яків (*Lumbricidae*) степових зональних, лісових та урбоекосистем степового Придніпров'я, встановити значення

гігротопу та трофотопу для показників чисельності та різноманіття угруповань люмбрицид;

- оцінити роль ценоморфічної структури біогеоценозу для чисельності та різноманіття угруповань дощових черв'яків;
- обґрунтувати існування гігроморф та трофоценоморф дощових черв'яків;
- визначити індикаторні можливості дощових черв'яків для встановлення гігротопів, трофотопів та ценотичних особливостей біогеоценозів;
- оцінити значення еколого-морфологічних особливостей дощових черв'яків в організації їх угруповань;
- обґрунтувати можливість вермітрансформації відходів сільськогосподарського виробництва як напрямок ліквідації дефіциту білкової сировини в кормах у галузях тваринництва;
- визначити ефективність застосування вермітрансформованих добавок у раціоні підсисних маток та поросят.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ РЕГІОНУ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні умови степового Придніпров'я

Регіон розташований у межах східноєвропейської платформи. Зі структур першого порядку в області розташовані південно-східна частина Українського кристалічного щита та частини Дніпровської западини [85]. У межах Українського щита докембрійський фундамент підіймається вище моря на 100–150 м [18].

Осадний чохол досягає незначного розвитку – декілька десятків метрів, сформований він в основному в неоген-антропогені та палеоген-антропогені часи. На схід від Українського щита розташована Дніпровсько-Донецька низовина. Вище неї залягають пермські, юрські, тріасові, крейдяні, палеогенові та неогенові поклади. Найбільші абсолютні показники висот рельєфу досягають 150–200 м, у середньому – 100 м. Вони пов'язані з вододілами приток Дніпра та утворюють мезорельєф – складну мережу ярів і балок, щільність яких досягає 0,5–1,0 км/км². Геоморфологічний режим долин пов'язаний з особливостями епейрогенічних рухів [101]. У межах області розташована Придніпровська височина, яка поступово знижується до 80 км із північного заходу на південний схід. Річкові долини врізаються в кристалічний фундамент [18].

Рельєф Дніпропетровської області рівнинний, неоднорідний. Тут розмістилися Придніпровська височина, Придніпровська та Причорноморська низовини. Придніпровська височина – це геоморфологічна область, сформована Українським щитом, а на базі Дніпровсько-Донецької та Причорноморської западини утворились Придніпровська та Причорноморська низовини

відповідно. Межі між геоморфологічними областями є тектонічно обумовленими, тобто співпадають з глибинними розломами земної кори [28, 85]

Геоморфологічні особливості території, за класифікацією О. Л. Бельгарда [17], утворюють п'ять типів ландшафтів: привододільно-балковий, долинно-терасовий, придолинно-балковий, привододільно-подовий, прилиманно-терасовий. У межах указаних ландшафтів виникають ґрунтові та мікрокліматичні умови, які разом із гідрологічною мережею визначають строкатість утворених біогеоценозів [18].

Ґрунтові води являють собою важливий чинник ґрунотвірного процесу [17, 23] на плакорних ділянках вони містяться переважно на більшій глибині (15–30 м). У долинах річок із розвиненими терасами та балками рівень ґрунтових вод складає 0,5–15 м [111, 112]. На рівнинних ділянках рельєфу ґрунтові води розташовані на глибині 8–15 м, де часто утворюються так звані потускули. Ґрунтові води на прируслових ділянках долин річок проходять на глибинах 4–6 м, у центральній частині заплави – 3,5–4 м. На аренній частині долини – 1,5–4 м. Мінералізація ґрунтових вод коливається в межах 114–2623 мг/л. Ґрунтові води належать до хлоридного класу калієво-натрієвої групи, до третього класу сильно мінералізованого типу. Найбільший ступінь мінералізації відмічається на третіх солончакових терасах річкових долин, середній – у центральних заплавах і прируслових частинах долини, мінімальний – у балково-байрачному ландшафті [18, 111, 112].

Середньорічна кількість опадів становить 375–699 мм. Сніговий покрив незначний. В останні роки він ледве досягає 10–25 см [18]. Найбільша кількість опадів випадає в першій половині літа (інколи до 60 % річної норми), мінімальна – у лютому та жовтні (30–35 мм). Із травня по вересень спостерігаються опади лише у вигляді дощу. У холодну половину року реєструється 20–30 діб із твердими опадами. Річна тривалість періодів з опадами [31] коливається від 124 до 160 діб [28].

Різноманітність геоморфологічного профілю рослинного та тваринного світу обумовила утворення ґрунтів різних типів. Н. Є. Бекаревич та ін. [12] виділяють у Придніпровському регіоні 277 видів ґрунтів, які відрізняються гумусністю, фізико-хімічними особливостями та механічним складом. Чорноземи складають до 85 % території. Решта території складена лучними, лучно-чорноземними, лучно-лісовими, лучно-болотними, солончаковими та іншими типами ґрунтів. Створення штучних лісів на території степової зони сприяло розвитку ґрунтів із зональним типом ґрунтоутворення [18, 110].

На думку Н. А. Белової та А. П. Травлєєва [13], під лісовими насадженнями на території Дніпропетровської області в умовах імпермацидного типу зволоження формуються чорноземи якісно своєрідних підтипів: чорноземи лісополіпшені (у лісових культурбіогеоценозах) та чорноземи лісові (у природних байрачних лісах вододілів та пристінів). Характерними особливостями таких ґрунтів учені вважають наявність лесиважу, позитивних мікрморфологічних властивостей, специфічних фізико-хімічних показників, збільшення кількості та поліпшення якості гумусних речовин, відсутність явища опідзолення тощо. Вивчення фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів степових цілинок виявило [14], що такі ґрунти характеризуються середнім мулистопилуватим гранулометричним складом; за ступенем розвитку процесів вилужування ґрунти цілинок, як правило, слабковилужені. У профілі цілинних ґрунтів ясно прослідковується накопичення фосфору в ілювіальному горизонті. Сольовий профіль відрізняється невисоким умістом водорозчинних солей. Біологічна активність ґрунтів характеризується напруженням біологічних процесів, що відбуваються в ній. Вивчення особливостей біологічної активності ґрунтів на прикладі Присамар'я показало [13], що найвища активність ґрунтових ферментів спостерігається у верхніх шарах, де зосереджена найбільша кількість мікроорганізмів [28].

Дніпропетровська область розташована в межах дерновинно-злакових багаторізотравних степів, де панують вузьколисті злаки [16]. У балкових ландшафтах формуються природні степові байрачні діброви. Велике різноманіття у рослинний покрив вносять річкові долини Дніпра, Орїлі, Самари, Вовчої та ін. [16, 17]. Вирішальну роль у формуванні рослинних угруповань у долині річок відіграє тривалість повені. Усі короткозаплавні діброви несуть відбиток засолення. Безпосередньо до заплави прилягає притерасна ділянка лісу з вільшаниками. На другій терасі (на арені) утворюються найпівденніші степові бори, як, наприклад, у долині р. Самара – Самарський бір, де ділянки псамофільного степу чергуються із сосняками, березняками, суборами. Поряд із степовим зональним типом рослинності у зоні справжніх степів деякі геоморфологічні та гідрологічні особливості обумовлюють динаміку флористичних угруповань лісового екстразонального типу. У найбільшій мірі формування природних лісових екосистем відображається на долинах р. Дніпро, Самара й Оріль. Рослинні угруповання степових лісів відрізняються високою насиченістю та складною просторовою структурою. Наявність природних лісів і масштабні роботи з утворення штучних меліоративних лісових насаджень сприяли формуванню рослинності загального лісостепового вигляду [18].

2.2. Об'єкти та методи досліджень

Збір матеріалу проводили в період 1997–2015 р. р. Дослідженнями охоплені 180 пробних площ, розташованих у різних типах біогеоценозів степового Придніпров'я в межах Дніпропетровської області України (Додаток. 1). Пробні площі розміщені у плакорних місцеперебуваннях (екологічний профіль Присамарського біогеоценологічного стаціонару ДНУ імені Олеса Гончара та сільськогосподарські угіддя), у заплавах р. Дніпро та Самара (тривало- і короткозаплавні ліси), на аренах цих рік, у байрачних лісах (байрак Глибокий і байрак Яцев Яр), на правих берегах р. Самара та р. Дніпро.

Біогеоценотична характеристика пробних площ виконана на основі типології лісів степової зони України О. Л. Бельгарда. Діагностика типів біогеоценозів проведена на підставі геоморфологічних критеріїв і геоботаничних описів рослинності. В основу діагностики покладені еталонні біогеоценози геоморфологічного профілю Присамарського біогеоценотичного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда. Біогеоценотичні властивості і їх динаміка у межах цього профілю докладно вивчені співробітниками Комплексної експедиції по вивченню лісів степової зони України [13, 14, 116]. Геоботанічні описи виконані різними фахівцями та мають різний ступінь деталізації, тому ценоморфічна структура рослинного покриву відображена наступними бальними оцінками: 0 – представники ценоморфи відсутні; 1 – представники ценоморфи зустрічаються епізодично; 2 – малий рівень представленості даної ценоморфи; 3 – середній рівень представленості; 4 – високий рівень представленості ценоморфи. На підставі фітоіндикаційних оцінок установлені гігротоп і трофотоп відповідного едафотопу. Гігротоп і трофотоп, крім традиційного позначення шифрами за О. Л. Бельгардом, які є ординальними дискретними даними, були закодовані у вигляді чисел, яким надається зміст континуальних даних. Над континуальними даними мають сенс арифметичні дії, у тому числі зведення в ступінь і їхні добутки. Ці операції можуть моделювати нелінійні ефекти умов вологості та трофності едафотопу на угруповання дощових черв'яків. Парабола, що описується рівнянням другого ступеня, є найпростішою моделлю відомої екологічної дзвіноподібної кривої. Добуток мір вологості та трофності моделює їх взаємодію у впливі на шуканий параметр (особливості угруповання дощових черв'яків у нашому випадку).

Оцінка гігротопа та трофотопа з урахуванням особливостей видового складу рослинності дозволяє ідентифікувати тип біогеоценозу та назвати його відповідно до термінології О. Л. Бельгарда (Додаток 1).

Дошові черв'яки враховувалися за допомогою ручного розбирання проб ґрунту розміром 0,5×0,5 м (6–12 проб, випадково розміщених у місцях перебування) або 0,25×0,25 м (105 проб, розміщених по регулярній сітці 7×15 з лагом 2 або 3 м). Видова ідентифікація проводилася за роботами Т. С. Перель [22, 88], Cs. Csuzdi, A. Zicsi [166] і О. Н. Кунах і співавт. [71].

Розмір геному – вміст ДНК у гаплоїдному наборі хромосом, який має назву С-значення. Відомості про вагу геному одержані з бази даних Animal Genome Size Database, Release 2.0 (<http://www.genomesize.com>). Значення для видів, відомості про які у базі не представлені, були розраховані за допомогою регресійної процедури нейронних мереж (модуль Neural Network програми Statistica 7.0) з застосуванням екологічних та еколого-морфологічних особливостей у якості предикторів.

Статистичні розрахунки проведені за допомогою програми Statistica 7.0 і програмної оболонки Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" (<http://www.R-project.org/>). Процедура множинних моделей різноманіття виконана за допомогою бібліотеки MDM [170]. Процедура ОМІ-аналізу – виділення екологічних ніш дошових черв'яків при аналізі угруповань [172], виконана за допомогою бібліотеки ade4 [175].

2.3. Технологія вермикультивування

При штучному вирощуванні *Eisenia fetida* – це вермикультура, яку можна представити як складне біоценотичне угруповання, обмежене певним біотопом. Поживний субстрат повинен містити не менш 20–25% целюлози та бути добре роздрібненим, тому що самі найбільші частки, які каліфорнійський черв'як здатний споживати, мають розмір до 1 мм [6, 186].

Культивування *Eisenia fetida* проводили на субстраті з модифікованого соняшникового лущиння (СЛ), здрібненого до фракцій 200 – 500 мкм, зво-

ложеного водою в співвідношенні (гідромодуль) 1:2. Закладали субстрат на ферментацію в спеціальні ємності (пластикові бурти) висотою 50 – 60 см.

Процес ферментації здійснюється 12 – 14 діб під дією ферментів мікроорганізмів, представлених мікрофлорою соняшникового лушпиння. Варто враховувати і наявність у субстраті протеїну, вміст якого більше 45 % є небезпечним для черв'яків та може призвести до летального результату. Для поліпшення аерації маси, яка ферментується, активації мікробіологічної діяльності мікроорганізмів, вирівнювання вологості по всьому об'єму, попередження утворення гнильних зон у глибині бурту проводили перемішування субстрату 1 раз у добу. Вологість субстрату підтримується на рівні 70–80 %, температура – 20–25 °С, рН 6,5–7,5.

Підгодівлю товщиною до 5 см вносили через 10–15 діб після заселення базового субстрату культурою *Eisenia fetida*. При досягненні щільності заселення 100 тис на м², здійснювали відбір біомаси в кількості 75 – 80 %. Визначали якість і нешкідливість біомаси популяції *Eisenia foetida*, адаптованої на модифікованому соняшниковому лушпинні, користуючись ветеринарно-санітарними нормами. Біологічну цінність біомаси *Eisenia fetida* визначали по відомих методиках, а також за ступенем переварювання та засвоєння білка [55].

Рослинна вуглеводно-білкова добавка (РВБД) має живильну цінність – 0,48 кормових одиниць в 1 кг, при вмісті 17,8 % сирого протеїну в сухій речовині.

Досліди по вивченню кормової цінності РВБД і ефективності її згодування підсвинкам при м'ясній відгодівлі були проведені на свинарському комплексі в Дніпропетровській області.

Якість РВБД визначали органолептичним методом, хімічний склад – за загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу, її амінокислотний склад – за допомогою аналізатора амінокислот Н 1200 Е. Для використання

РВБД як кормової добавки також була проведена токсикологічна експертиза. Дослід проводився з 19 серпня по 30 грудня 2013 р.

2.4. Методика досліджень застосування РВБД в раціонах свиней

Для досліду по одержанню екологічно чистої свинини сформували три групи підсвинків великої білої породи по 15 голів у кожній групі, середньою живою масою 41кг. Проводили досліди до досягнення тваринами живої маси 105–115 кг протягом 134 днів.

Годували підсвинків два рази на добу сухими сумішами відповідно до існуючих норм. Доступ до води був вільним протягом дня (автопоїлки). У раціонах свиней не використали синтетичні стимулятори росту, кормові добавки, засоби діагностики, лікування та профілактики.

У період досліду проводили ретельний облік витрати кормів піддослідними тваринами. При досягненні підсвинками м'ясних кондицій по п'ять голів з кожної групи забили на забійному пункті господарства.

Контроль за інтенсивністю росту підсвинків проводили за допомогою щомісячного індивідуального зважування протягом усього періоду досліджень. Утримували тварин по 15 голів у станку.

При контрольному забої тварин враховували вихід продуктів забою, співвідношення в туші м'яса, сала, костей, товщину шпику. У складі м'язової тканини вивчали вміст сухих речовин, білка й жиру, а в салі – сухих речовин, йодне число, температуру топлення, коефіцієнт рефракції.

Кормова добавка містить сухої речовини 17–18,2%, загальна живильна цінність 1кг РВБД – 0,48к.ед. зі вмістом 17,8% сирого протеїну в сухій речовині.

Враховуючи наявність цілого комплексу біологічно активних речовин, планується вивчення застосування РВБД на різних статеві-вікових групах свиней.

Показники, що враховуються:

Свиноматки поросні:

- жива маса щомісячно;
- жива маса через 5 днів після опоросу;
- кількість порослят, що народилися, в т.ч. живих;
- маса порослят при народженні;
- збереження порослят.

Свиноматки підсисні і поросята сисуни :

- жива маса свиноматок через 5 днів після опоросу;
- жива маса свиноматок при відбиранні;
- кількість порослят, що народилися, в т.ч. живих;
- маса тих що народилися;
- маса порослят на 21, 30, 45 добу;
- кількість порослят до відбирання.

Поросята – відлучені:

- маса при постановці на дослід;
- маса в 90 днів.

Свині на відгодівлі:

- маса при постановці на дослід;
- щомісячні зміни живої маси;
- маса у кінці дослід.

РОЗДІЛ 3

ГІГРОТОП І ТРОФОТОП БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ β -РІЗНОМАНІТТЯ УГРУПОВАНЬ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ (LUMBRICIDAE)

3.1. Ценотичні особливості угруповань дощових черв'яків

Ценотичні особливості угруповань теоретично можуть бути представлені у вигляді багатовимірної матриці, осями якої будуть дихотомічні змінні типу присутність–відсутність даного ценотичного типу (степ, ліс, луг, болото). У такому вигляді екологічний простір є повністю заповненим. Конкретний вид, або таксоцен, займає тільки частину загального ценотичного простору, формуючи підпростір даного таксоцена. Особливості цього підпростору є характеристикою даного таксоцена.

Ми пропонуємо наступний методичний прийом для відображення властивостей екологічного підпростору таксоцена дощових черв'яків. Насамперед, це кластерний аналіз, що дозволить виявити найбільш типові для угруповань дощових черв'яків сполучення екоморф рослинного покриву. Наступним етапом є реконструкція організації екологічного простору таксоцена, що може бути виконана засобами дискримінантного аналізу.

Результат кластерного аналізу біотопів, де були описані угруповання дощових черв'яків, на підставі ценоморфічної структури рослинності, представлений на рисунку 3.1. Результат аналізу дозволяє одержати кілька рішень. Так, варіант із 4 кластерами дозволяє віднести вивчені крапки до чотирьох ценотичних типів – степового, лісового, лучного і болотного. Таке рішення відповідає уявленню про моноценотичну природу угруповань, що не повною мірою відбиває реальну картину. Слід зазначити, що за О. Л. Бельга-

рдом (1947) угруповання можуть бути представлені моноценозами, псевдо-моноценозами та амфіценозами.

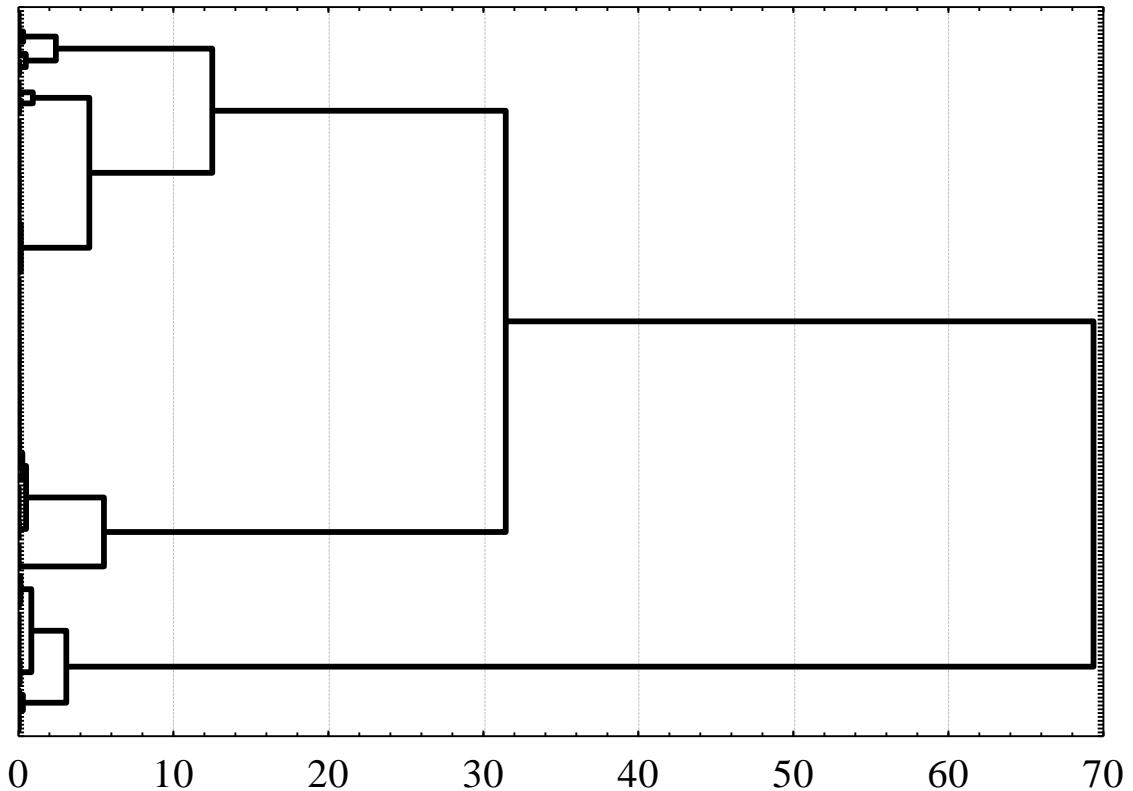


Рис. 3.1. Кластерний аналіз досліджених біотопів за ценотичними особливостями

Нами було обране рішення із сімома кластерами, розташування яких у дискримінантному просторі представлено на рисунку 3.2. Інтерпретація канонічних коренів може бути зроблена за допомогою інформації, що міститься в таблиці 3.1.

Отримані результати свідчать про те, що кластер 1 може бути інтерпретований як болотний моноценоз; кластер 2 – лісовий моноценоз; кластер 3 – лучно-степовий амфіценоз; 4 – лучно-лісовий амфіценоз; 5 – лісовий псевдо-моноценоз із елементами остепніння; 6 – лісо-степовий амфіценоз; 7 – степовий моноценоз. Таким чином, зазначені ценотичні інтерпретації кластерів формують екологічний простір, який займає таксоцен дощових черв'яків сте-

пового Придніпров'я. Установлені кластери можуть розглядатися як дискретні змінні для подальшого аналізу, які описують особливості ценотичного простору дощових черв'яків.

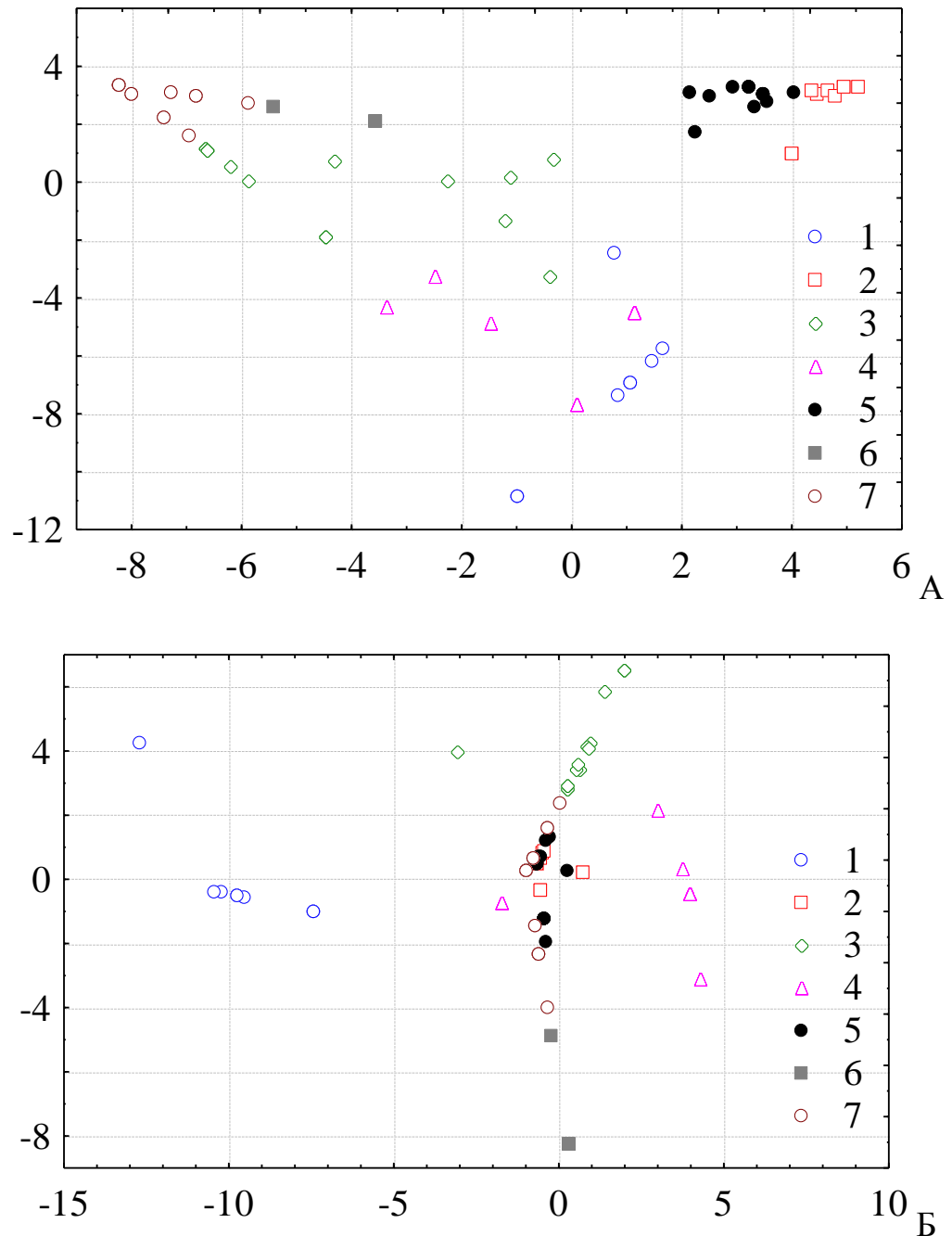


Рис. 3.2. Розподіл кластерів у дискримінантному просторі

Умовні позначення: А – канонічний корінь 1 (вісь абсцис) і 2 (вісь ординат); Б – канонічний корінь 3 (вісь абсцис) і 4 (вісь ординат)

3.2. Чисельність та α -різноманіття угруповань дощових черв'яків

Отримані дані свідчать про те, що сумарна чисельність угруповань дощових черв'яків підкоряється гамма-розподілу (рис. 3.3А). Властивості цього розподілу такі, що витяг кореня квадратного з натуральних даних дозволяє перейти до величини, що розподілена відповідно до нормального закону (рис. 1Б). Відповідно, після такої трансформації дані можуть бути використані при параметричних методах статистичного аналізу.

Таблиця 3.1

Кореляція змінних і канонічних коренів

Змінні	Корінь 1	Корінь 2	Корінь 3	Корінь 4
St	-0,76	0,42	-0,07	-0,49
Sil	0,70	-0,26	0,04	-0,66
Pr	-0,02	-0,86	0,47	0,19
Pal	0,02	-0,51	-0,86	-0,04

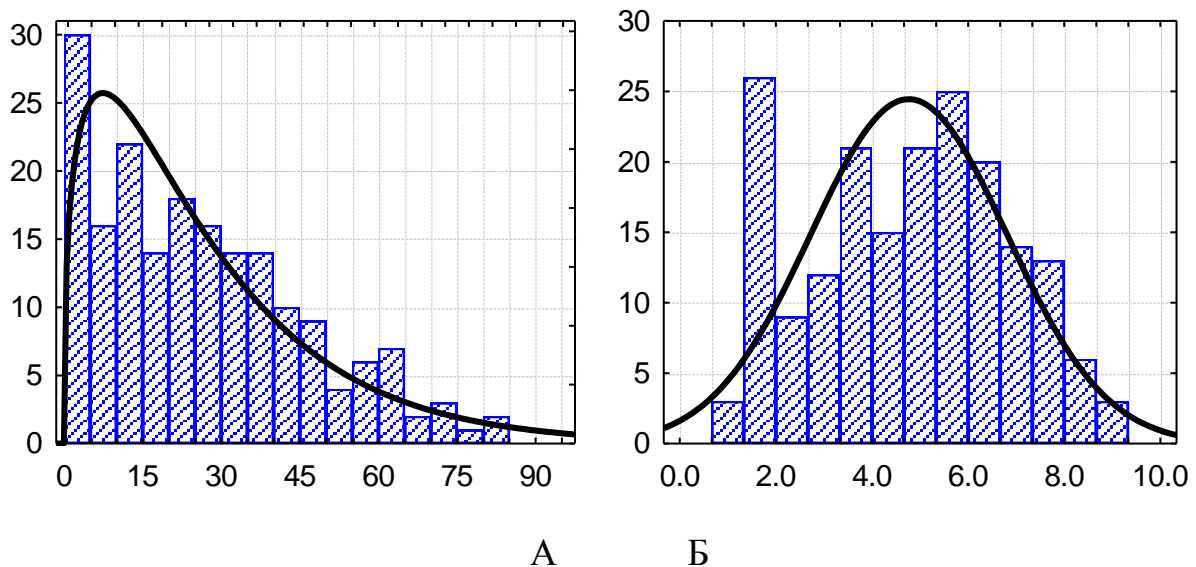


Рис. 3.3. Розподіл сумарної чисельності угруповань дощових черв'яків

Умовні позначення: А – у натуральному вираженні (в екз. /м²), лінія – гіпотетичний гамма-розподіл (тест Колмогорова–Смирнова $d = 0.08$, $p = n.s.$); Б – корінь квадратний з натуральних даних, лінія – гіпотетичний нормальний розподіл (тест Колмогорова–Смирнова $d = 0.07$, $p = n.s.$)

Середнє арифметичне значення сумарної чисельності угруповань дощових черв'яків становить 26,9 екз. /м², що в умовах зрушення розподілу чисельності угруповань уліво є завищеною оцінкою середнього. Середнє геометричне 17,9 екз. /м² є заможною оцінкою середнього при лог–нормальному розподілі випадкової величини. Після оцінки середнього та довірчого інтервалу даних, з яких здобутий корінь квадратний, статистичні оцінки були експоненційовані, що надало оцінку середнього 22,7 екз. /м², а 95 % довірчий інтервал – 2,0–74,0 екз. /м².

Гістограми розподілу показників α –різноманіття угруповань дощових черв'яків є виразно трьохвершинними, що свідчить про їх якісну гетерогенність (рис. 3.4).

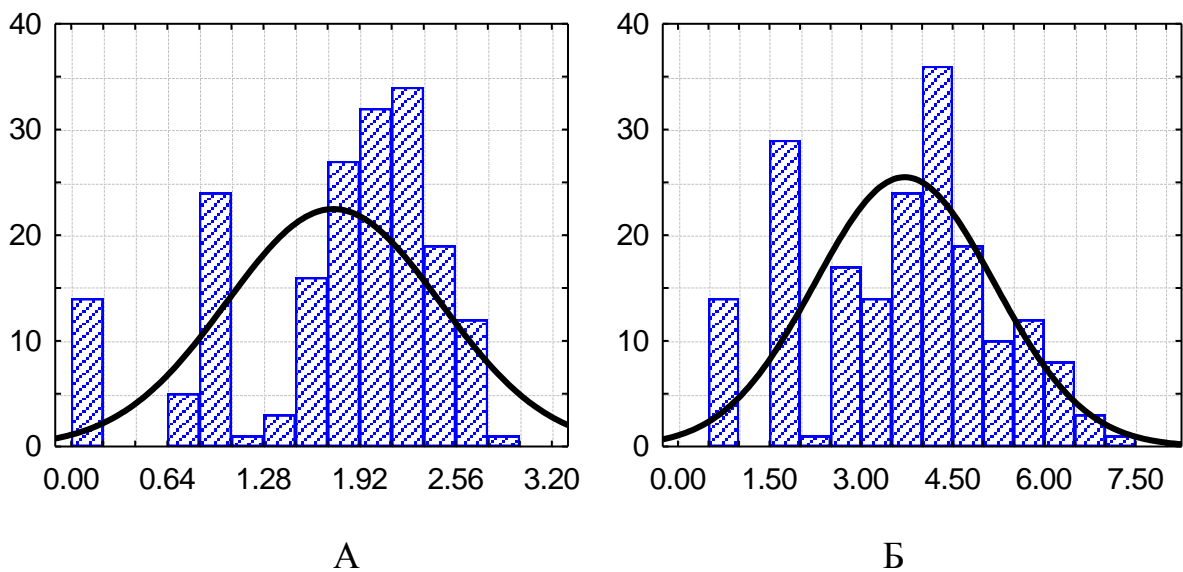


Рис. 3.4. Розподіл показників α –різноманіття угруповань дощових черв'яків

Умовні позначення: А – індекс Шеннона, лінія – гіпотетичний нормальний розподіл (тест Колмогорова–Смирнова $d = 0.16$, $p < 0.01$.); Б – ефективна кількість видів, лінія – гіпотетичний нормальний розподіл (тест Колмогорова–Смирнова $d = 0.11$, $p < 0.01$)

Можна виділити групи угруповань із низьким різноманіттям (1–2 види), середнім різноманіттям (2–4 види) і високим різноманіттям (5–8 видів). Ці групи на гістограмах мають чіткі границі, що дозволяє припустити ценотичну дискретну, а не факторну континуальну природу, цих розбіжностей. Тому для подальшого аналізу нами застосована загальна лінійна модель, що

дозволяє у якості предикторів регресії використати як континуальні, так і дискретні змінні.

Загальна лінійна модель впливу на чисельність угруповань дощових черв'яків (після добування кореня квадратного) таких параметрів, як градації гігROTOпа, трофOTOпа, квадратів цих величин і ценотичної приналежності біотопів може пояснити 72,4 % варіювання чисельності угруповання (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Загальна лінійна модель впливу гігROTOпа, трофOTOпа та ценотичної приналежності біотопу («кластер») на чисельність і різноманіття угруповань дощових черв'яків

Предиктори	SS	DF	MS	F	p-рівень
Сумарна чисельність угруповання, $R^2 = 72,4$					
Коефіцієнт	6,25	1	6,25	5,42	0,02
H	7,40	1	7,40	6,41	0,01
T	6,88	1	6,88	5,97	0,02
H ²	1,99	1	1,99	1,72	0,19
T ²	2,32	1	2,32	2,01	0,16
H·T	12,32	1	12,32	10,69	0,00
Кластер	60,27	6	10,05	8,71	0,00
Помилка	202,98	176	1,15	–	–
Індекс різноманіття Шеннона, $R^2 = 73,7$					
Коефіцієнт	0,53	1	0,53	3,95	0,05
H	7,91	1	7,91	59,31	0,00
T	3,59	1	3,59	26,93	0,00
H ²	3,83	1	3,83	28,68	0,00
T ²	0,79	1	0,79	5,89	0,02
H·T	0,58	1	0,58	4,32	0,04
Кластер	5,43	6	0,91	6,79	0,00
Помилка	23,48	176	0,13	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів; F – відношення Фішера; H – гігROTOп; T – трофOTOп; Кластер – кластери, засновані на ценотичній приналежності біотопу

Статистично достовірними предикторами чисельності є лінійні члени, а також член, що описує взаємодію гігратопу та трофотопу ($H \cdot T$). Графічно залежність загальної чисельності від гігратопу та трофотопу представлена на рисунку 3.5.

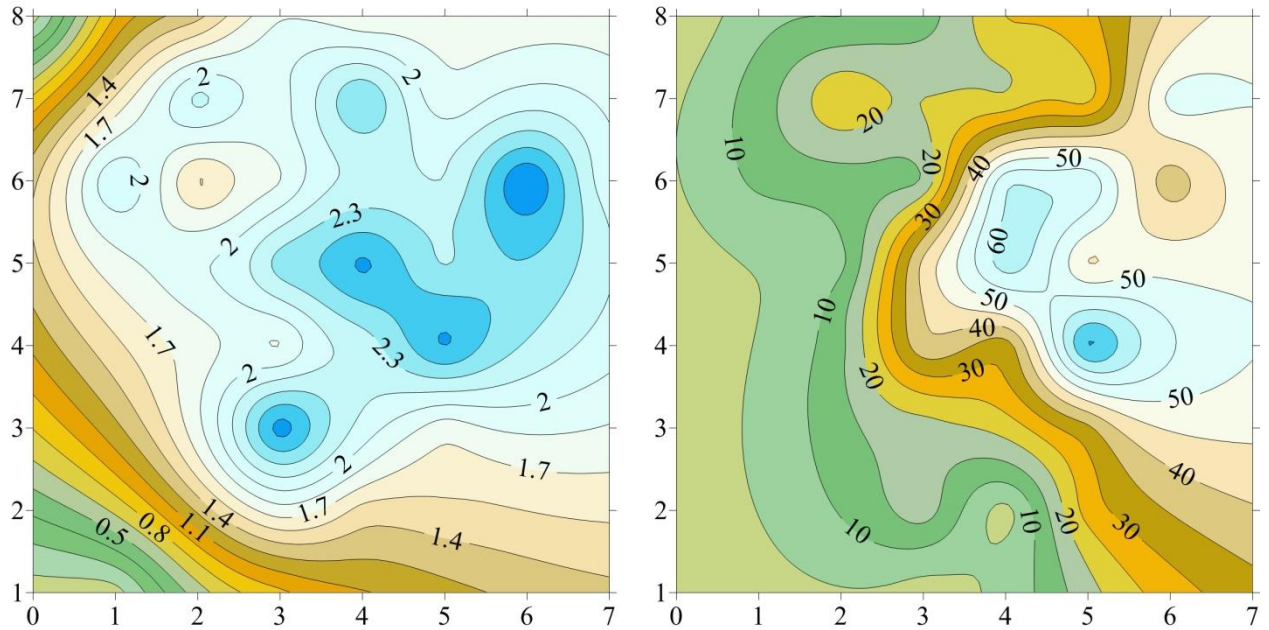


Рис. 3.5. Варіювання сумарної чисельності (ліворуч, екз./м²) і різноманіття (біт/екз.) угруповання дощових черв'яків у просторі умов вологості (гігратоп, вісь абсцис) і мінералізації ґрунтового розчину (трофотоп, вісь ординат)

Чисельність угруповань дощових черв'яків досягає максимальних значень при сполученні умов вологості від гігромезофільних до гігрофільних і умов трофності едафотопу від D_c (липові діброви) до D_n (бересто–ясеневі та в'язо–ясеневі діброви та ольси). Особливо мала чисельність угруповань дощових черв'яків характерна для сполучення низького рівня зволоження едафотопу, що сполучається із у край бідними або в край багатими умовами мінерального живлення едафотопу. Перший варіант характерний для борових піщаних терас річкових долин, другий – для солонцово-солончакових терас.

Регресійна модель описує 73.7 % варіабельності α -різноманіття, вираженого за допомогою індексу Шеннона. Всі предиктори чинять статистично

достовірний вплив на досліджувану функцію. Це свідчить про те, що вплив гігратопу та трофотопу та різноманіття угруповань дощових черв'яків має чітко виражений нелінійний характер. Особливості цього впливу чітко простежуються на графіку (рис. 3.6). Максимальне різноманіття угруповань дощових черв'яків характерно для сполучення мезогігрофільних умов гігратопу та режиму трофності D_c , що відповідає типу лісу липово–ясенева діброва з яглицею.

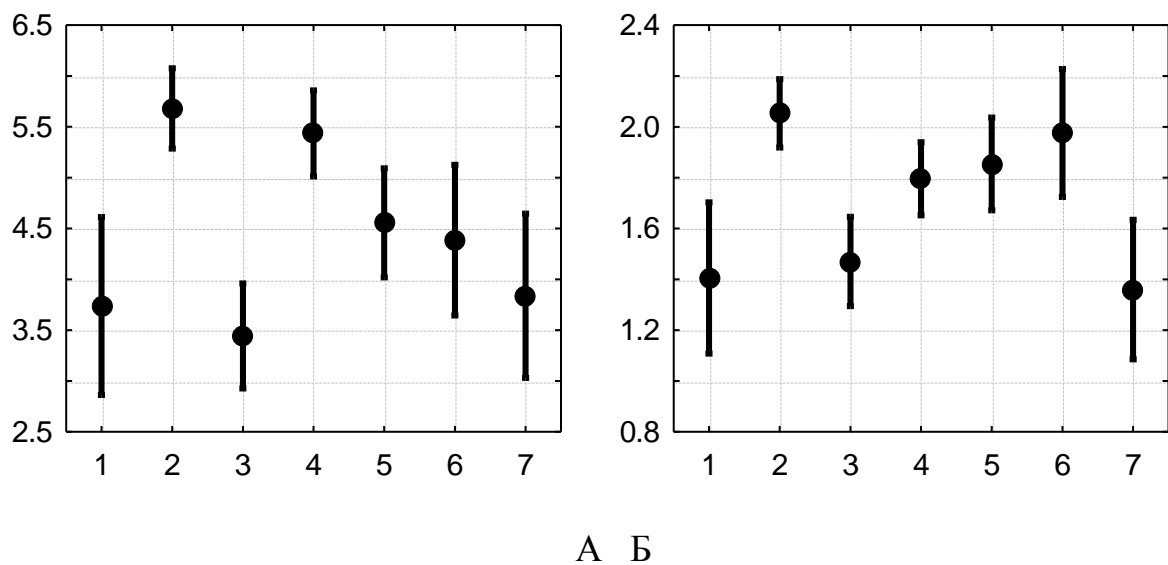


Рис. 3.6. Залежність сумарної чисельності (А, трансформація – корінь квадратний) і α -різноманіття (Б, індекс Шеннона) угруповань дощових черв'яків від кластерів, установлених на підставі ценотичних особливостей біотопів (вісь абсцис)

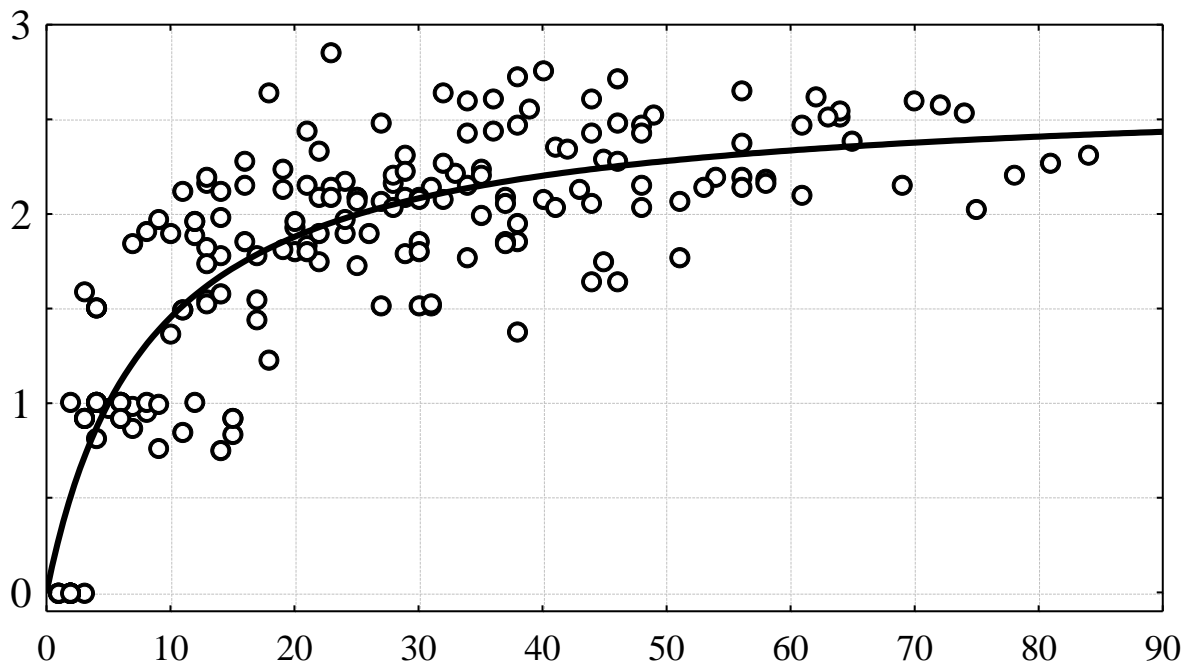
Кластери як дискретні маркери ценоморфічної структури біогеоценозу є статистично достовірними предикторами як чисельності, так і різноманіття угруповань дощових черв'яків. Найменшою чисельністю та різноманіттям характеризуються кластери 1 (болотний моноценоз), 3 (лучно-степовий амфіценоз) і 7 (степовий моноценоз).

Помірні значення чисельності й різноманіття характерні для кластерів 4 (лучно-лісовий амфіценоз), 5 (лісовий псевдомоноценоз із елементами остепніння) і 6 (лісово-степовий амфіценоз), а високі – для кластера 2 (лісовий моноценоз). Слід зазначити, що ці оцінки зроблені з урахуванням впливу гігратопу та трофотопу та їх взаємодії. Інакше кажучи, у подібних умовах вологості та трофності едафотопу в лісовому моноценозі чисельність і різноманіття угруповань дощових черв'яків буде вище, ніж в інших типах біогеоценозів. Зворотне вірно для степового та болотного моноценозів і лучно-степового амфіценоза: у них різноманіття і чисельність за інших рівних умов будуть нижчими, ніж в інших. У цьому випадку відмінною рисою інших є наявність лісової ценотичної компоненти. Таким чином, присутність лісової ценотичної компоненти сприяє збільшенню чисельності та різноманіття угруповань дощових черв'яків.

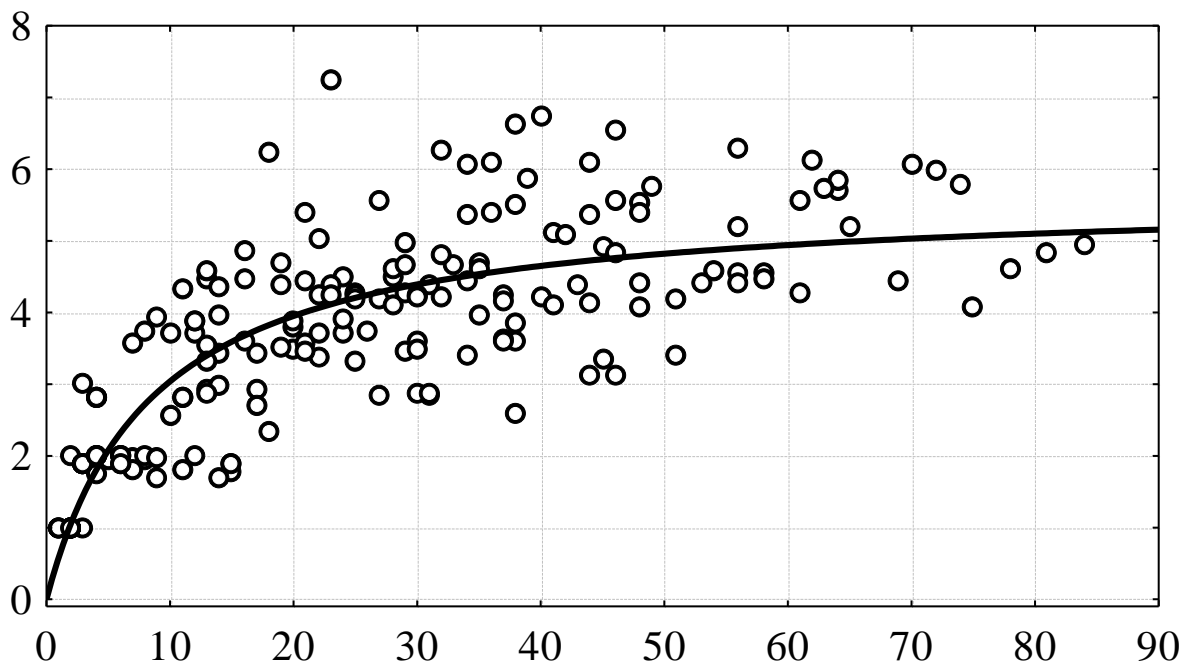
Установлено, що різноманіття угруповань дощових черв'яків (α -різноманіття) залежить від їхньої сумарної чисельності (рис. 3.7).

Ця залежність описується кривою з насиченням: при збільшенні чисельності угруповання дощових черв'яків від мінімальних значень різноманіття різко збільшується, але відбувається поступове вповільнення та при досягненні деякого рівня чисельності угруповання різноманіття більше не збільшується. Моделлю кривої з насиченням може бути рівняння Міхаеліса–Ментен.

Рівняння Міхаеліса–Ментен із чисельністю угруповання як аргумент здатний описати 74 % варіювання індексу Шеннона і 64 % варіювання ефективного числа видів. При чисельності 8,3 і 8,6 екз./м² досягаються половинні рівні різноманіття угруповання за індексом Шеннона та за ефективним числом видів відповідно. Рівнем насичення показників різноманіття є 2,7 біт/екз. і 5,7 видів відповідно.



Вісь ординат – індекс Шеннона



Вісь ординат – ефективне число видів

Рис. 3.7. Залежність α -різноманіття угруповань дощових черв'яків від їх сумарної чисельності (вісь абсцис, екз. /м²). Суцільною лінією показане рівняння апроксимації $y = 2.7 \cdot x / (x + 8.3)$, $R^2 = 0.74$ для індексу Шеннона та $y = 5.7 \cdot x / (x + 8.6)$, $R^2 = 0.64$ для ефективного числа видів

3.3. Аналіз β -різноманіття угруповань дощових черв'яків за допомогою MDM-підходу

Таблиця результатів аналізу девіації включає переклад девіації в 1H і 1D (табл. 3.3), що дозволяє провести ряд інтерпретацій і порівнянь. Модель MDM включає (1) константу 1 (γ -різноманіття), (2) гігротоп (H), (3) також і трофотоп (T), (4) також і квадрат гігротопу (H^2), (5) також і квадрат трофотопу (T^2), (6) також і добуток трофотопу та гігротопу ($H \cdot T$), (7) також і кластери та (8) сайти (α -різноманіття).

Таблиця 3.3.

Аналіз девіації, ентропії та різноманіття угруповань дощових черв'яків відповідно до MDM-підходу

Модель	DF	DF-Diff	Dev	Dev-Diff	Ent	Ent-Diff	<i>p</i> -рівень	Div	Div-Ratio
γ -різноманіття	2805	–	773,21	–	2,06	–	0,00	7,82	–
H	2790	15	706,12	67,09	1,88	0,18	0,01	6,54	1,20
H+T	2775	15	671,90	34,21	1,79	0,09	0,01	5,97	1,10
H+ H^2 +T	2760	15	641,50	30,41	1,71	0,08	0,01	5,51	1,08
H+ H^2 +T+ T^2	2745	15	635,79	5,71	1,69	0,02	0,01	5,42	1,02
H+ H^2 +T+ T^2 +H·T	2730	15	631,53	4,26	1,68	0,01	0,22	5,36	1,01
Cluster+H+ H^2 +T+ T^2 +H·T	2640	90	596,45	35,07	1,59	0,09	0,01	4,89	1,10
α -різноманіття	0	2640	495,07	101,38	1,32	0,27	1,00	3,73	1,31

Умовні позначення: Cluster – кластери, засновані на біогеоценотичних ценоморфах; H – гігротоп; T – трофотоп; DF – ступені волі; DF-Diff – зміни ступенів волі; Dev – девіація; Dev-Diff – зміна девіації; Ent – ентропія; Ent-Diff – зміна ентропії; *p*-рівень – рівень значимості, заснований на послідовному пермутаційному тесті; Div – різноманіття; Div-Ratio – зміна різноманіття

Як показав пермутаційний тест, вплив гігротопу, трофотопу і їх квадратів, а також ценотичних особливостей, є статистично достовірними ($p < 0.01$). Добуток гігротопу та трофотопу є статистично недостовірним предиктором

($p = 1.00, 1.00$ і 0.36 відповідно). Це свідчить про те, що розподіл всіх видів дощових черв'яків добре може бути апроксимований несиметричними моделями ніш нерівної ширини уздовж як ординати вологості, так і ординати трофності [170].

Аналіз таблиці девіації включає переклад девіацій у показники 1H і 1D [170]. Послідовний аналіз ефектів свідчить про те, що ценотичні особливості місцеперебувань визначають 12,61 % (0,09) всієї наявної ентропії (2,06–1,32), гігротоп – 24,12 %, трофотоп – 12,30 %. Квадратичний член гігротопу визначає 10,93 %, а трофотопу – 2,05 %. Взаємодія гігротопу та трофотопу визначає всього 1,53 % ентропії угруповання дощових черв'яків. Сайти (α -різноманіття) визначають 36,45 % ентропії. Це дозволяє припустити, що існують інші фактори, які впливають на різноманіття угруповань дощових черв'яків, ніж режим вологості, трофності едафотопу та ценотичні особливості місцеперебування.

Якщо отримані результати виразити в термінах різноманіття, то γ -різноманіття дорівнює 7,82 (можливе максимальне значення дорівнює 16), а α -різноманіття дорівнює 3,73 (можливе мінімальне значення дорівнює 1). Відношення цих значень дає β -різноманіття 2,09 (можливий діапазон – 1–16). При загальній редукції кількості видів $7,82 - 3,73 = 4,09$ фактором ценотичних особливостей місцеперебування обумовлена редукція 0,48 виду, гігротопу – 1,28, трофотопу – 0,57, їхніми квадратичними членами – 0,46 і 0,08 видів відповідно, а фактором взаємодії гігротопу та трофотопу – 0,06 виду.

Величина 1H може бути адитивно фракціонована між видами (рис. 3.8). На цьому рисунку видно те, як ценотичні особливості біотопу, гігротоп і трофотоп визначають ентропію для вивчених видів дощових черв'яків. Так, ентропія *Aporrectodea rosea* у значній мірі визначається гігротопом, і практично не залежить від трофотопу та ценотичних особливостей біотопу. Ентропія *Aporrectodea trapezoides* приблизно рівною мірою визначається гігрото-

пом і трофотопом і меншою мірою – ценотичними особливостями біотопу. Для *Eisenia nordenskioldi* навпаки, роль ценотичних факторів є найбільш важливою.

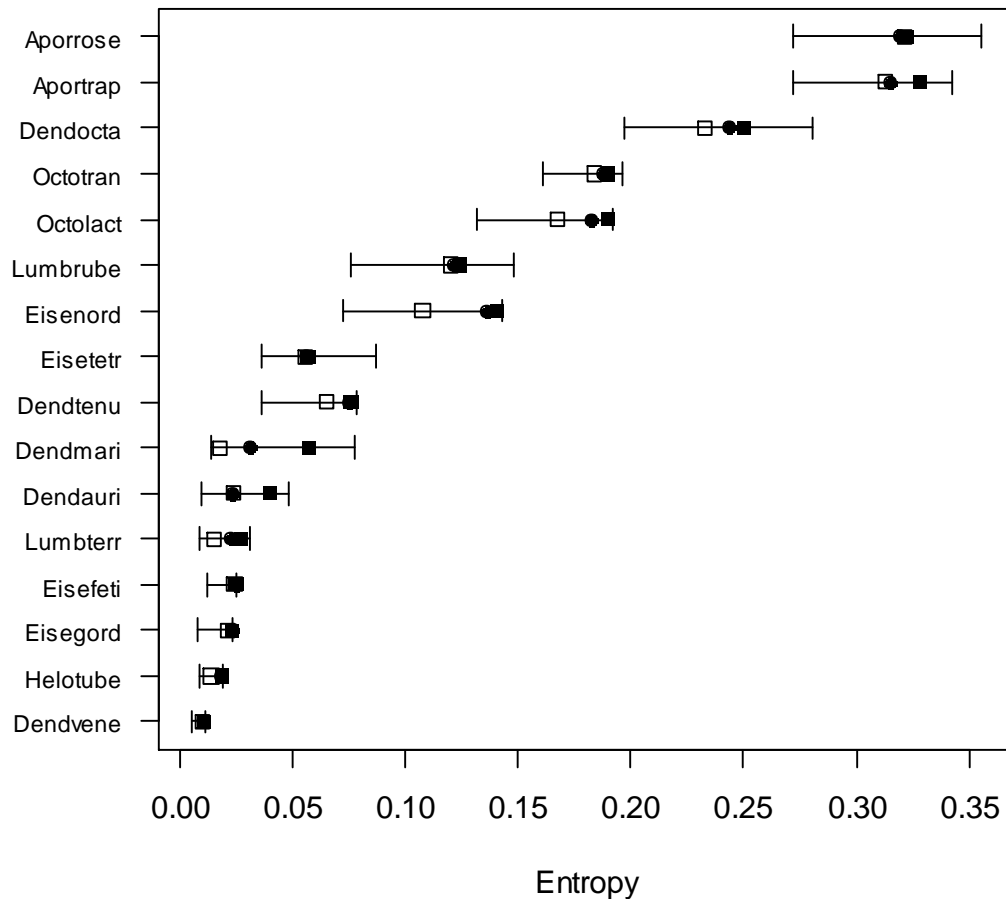


Рис. 3.8. Фракціонування ентропії між видами. Максимальне значення діапазону – фракція виду в γ -різноманітті, мінімальне значення – в α -різноманітті; чорний квадрат – ентропія, обумовлена гігротопом; чорне коло – ентропія, обумовлена трофотопом; прозорий квадрат – ценотична ентропія

Умовні позначення: Aporrose – *Aporrectodea rosea*; Aportrap – *Aporrectodea trapezoides*; Dendauri – *Dendrobaena auriculatus*; Dendmari – *Dendrobaena mariupolienis*; Dendocta – *Dendrobaena octaedra*; Dendtenu – *Dendrodriilus rubidus tenuis*; Dendvene – *Dendrobaena veneta*; Eisefeti – *Eisenia fetida*; Eisegord – *Eisenia gordejjeffi*; Eisenord – *Eisenia nordenskioldi*; Eisetetr – *Eiseniella tetraedra*; Helotube – *Helodrilus tuberculatus*; Lumbrube – *Lumbricus rubellus*; Lumbterr – *Lumbricus terrestris*; Octolact – *Octolasion lacteum*; Octotran – *Octodrilus transpadanus*

MDM–підхід дозволяє зробити прогноз частки видів у структурі угруповання дощових черв'яків, якому можна відобразити в просторі ординати гігратопу та трофотопу (рис. 3.9–3.12).

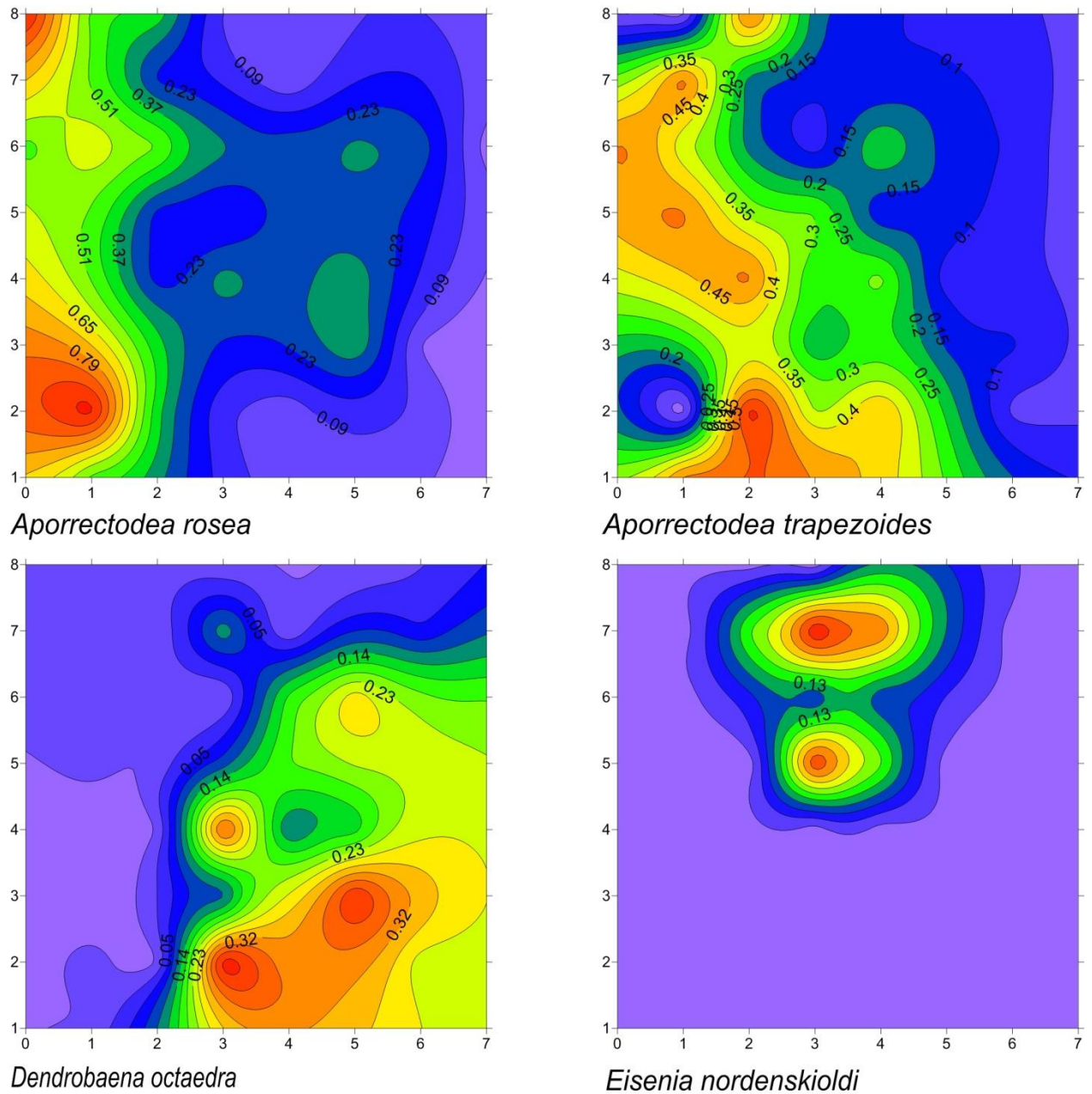


Рис. 3.9. Прогноз частки дощових черв'яків *Aporectodea rosea*, *Aporectodea trapezoides*, *Dendrobaena octaedra* і *Eisenia nordenskioldi* у структурі угруповання дощових черв'яків на підставі MDM–підходу в просторі гігратопу (вісь абсцис) і трофотопу (вісь ординат)

Отримані результати свідчать про специфічне місце розташування екологічних ніш дощових черв'яків в екологічному просторі, що задається ординатами зволоження (гігротоп) і мінерального живлення (трофотоп).

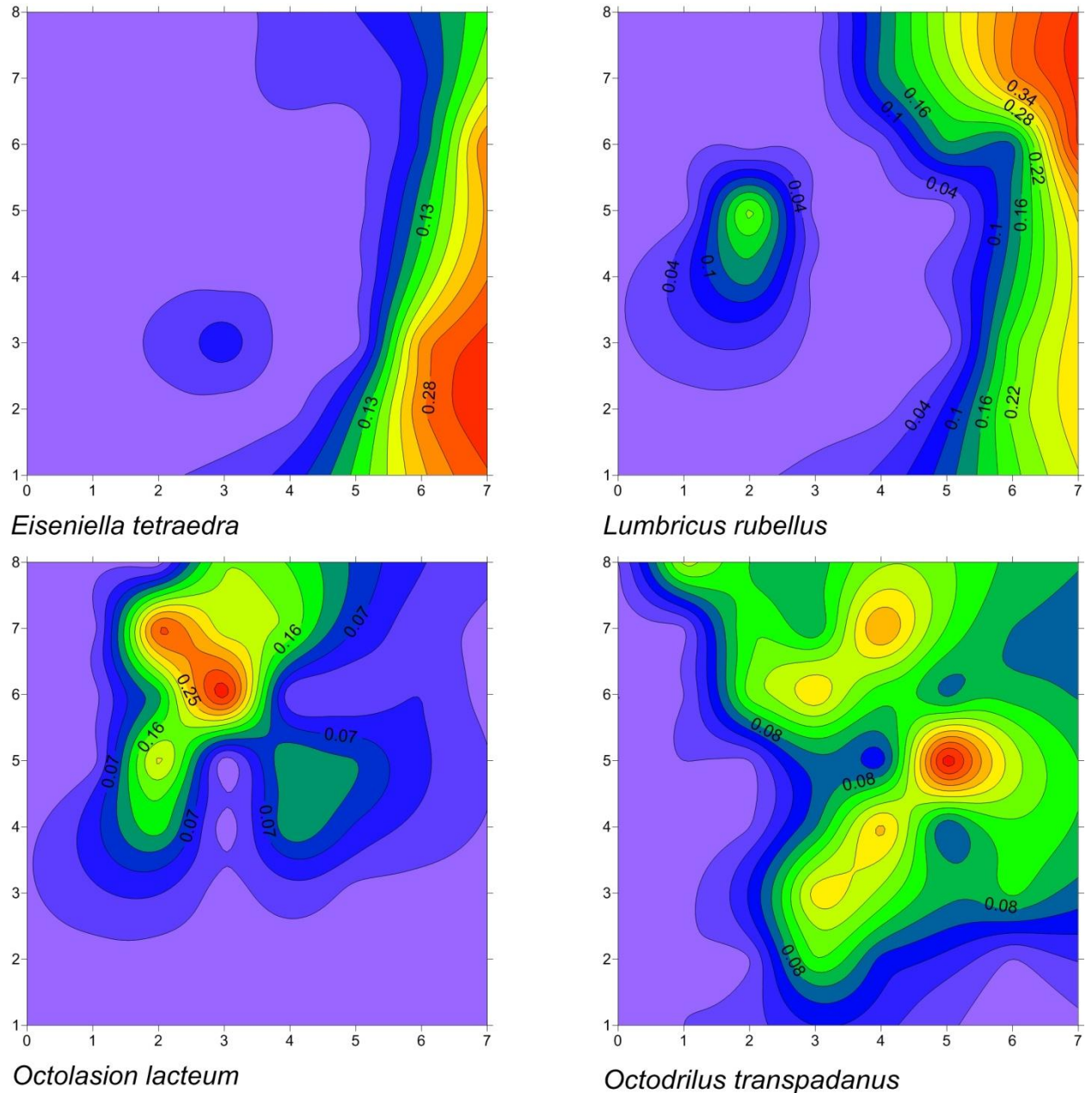


Рис. 3.10. Прогноз частки дощових черв'яків *Eiseniella tetraedra*, *Lumbricus rubellus*, *Octolasion lacteum* і *Octodrilus transpadanus* у структурі угруповання дощових черв'яків на підставі MDM-підходу в просторі гігротопа (вісь абсцис) і трофотопа (вісь ординат)

Дощовий черв'як *Aporrectodea rosea* чутливий до гігротопу та толерантний до трофотопу. Частка його чисельності в угрупованні не досягає максимальних значень при посушливих режимах зволоження. Цей результат не варто зв'язувати з абсолютною чисельністю цього виду дощових черв'яків, що досягає максимальних значень у мезофільних умовах. Із усіх видів дощових черв'яків *Aporrectodea rosea* є одним з найбільш стійким до ксерофільних умов едафотопу. У проекції ординати трофності спостерігаються два максимуми частки *Aporrectodea rosea* у структурі угруповання дощових черв'яків – у мегатрофній частини діапазону трофності, що відповідає степовим зональним угрупованням і оліготрофній частини діапазону, що відповідає боровим угрупованням.

В угрупованні дощових черв'яків *Aporrectodea trapezoides* відіграє найбільш важливу роль в умовах ксеромезофільних стацій у відносно бідних ґрунтах. За умови більш посушливого едафотопу черв'яки тяжіють до багатших ґрунтів. Зони оптимумів *Aporrectodea rosea* і *Aporrectodea trapezoides* сполучені між собою в екологічному просторі так, що зона оптимуму *Aporrectodea trapezoides* займає трохи більш вологі стації, порівняно з *Aporrectodea rosea*.

У порівнянні з попередніми двома видами *Dendrobaena octaedra* досягає максимальної ролі в угрупованні в більш вологих місцеперебуваннях з помірним або бідним трофічним режимом едафотопу. Зона оптимуму в проекції ординати зволоження перебуває в мезофільних і гігромезофільних умовах, а в проекції ординати мінерального живлення – в оліго– або мезооліготрофних стаціях.

Дощовий черв'як *Lumbricus rubellus* також віддає перевагу вологим місцеперебуванням, але його можна віднести не до ультрагігрофілів, а до гігрофілів. Крім того, цей вид відрізняється схильністю заселяти мегатрофні стації, саме в межах яких його гігропреферендум істотно розширюється.

Для кальцефільного *Octolasion lacteum* екологічний оптимум виявлений у мезофільних і мегатрофних стаціях. Зона оптимуму досить чітко обкреслена.

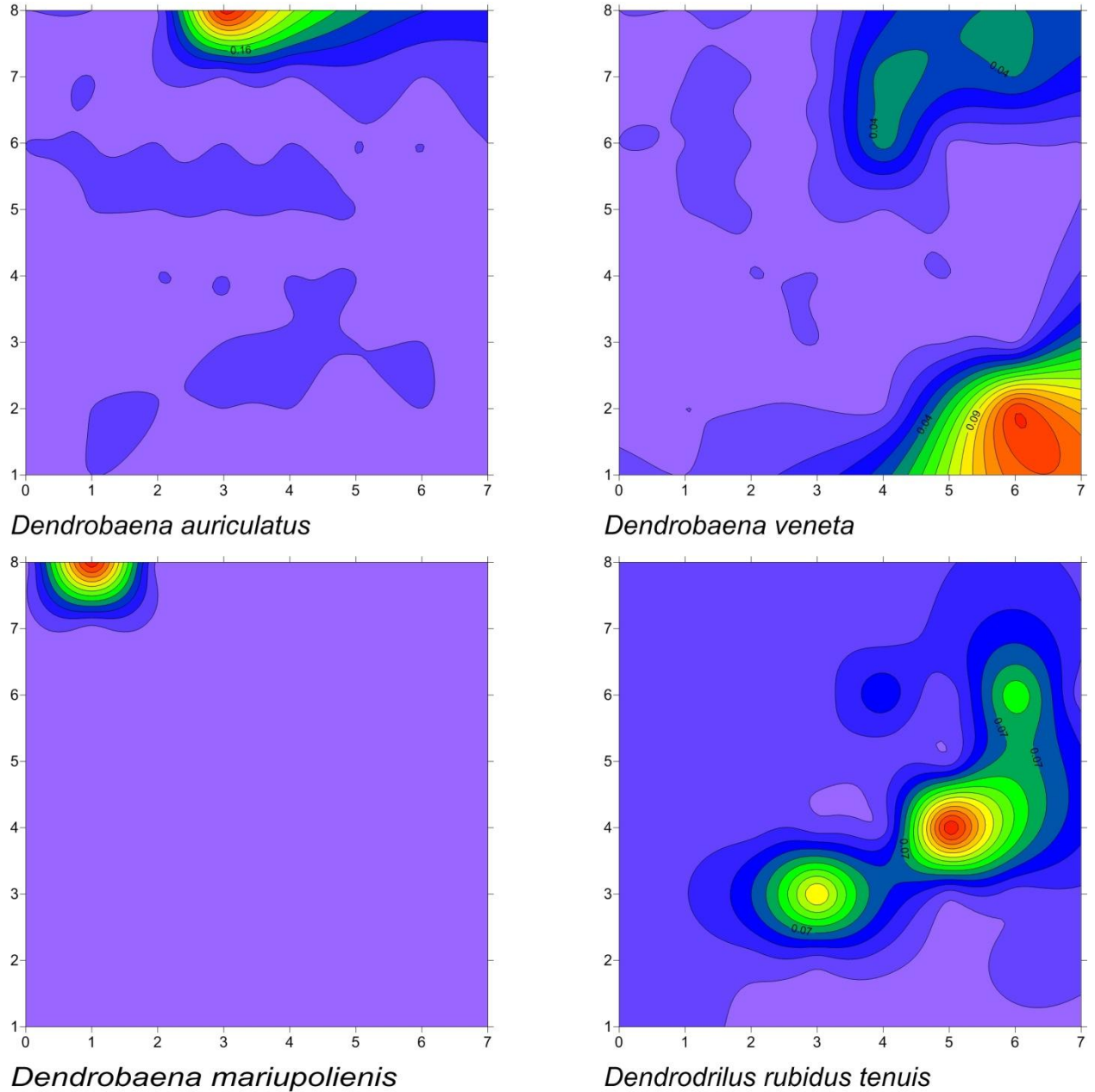


Рис. 3.11. Прогноз частки дощових черв'яків *Dendrobaena auriculatus*, *Dendrobaena veneta*, *Dendrobaena mariupolienis* і *Dendrodrilus rubidus tenuis* у структурі угруповання дощових черв'яків на підставі MDM-підходу в просторі гігратопа (вісь абсцис) і трофотопу (вісь ординат)

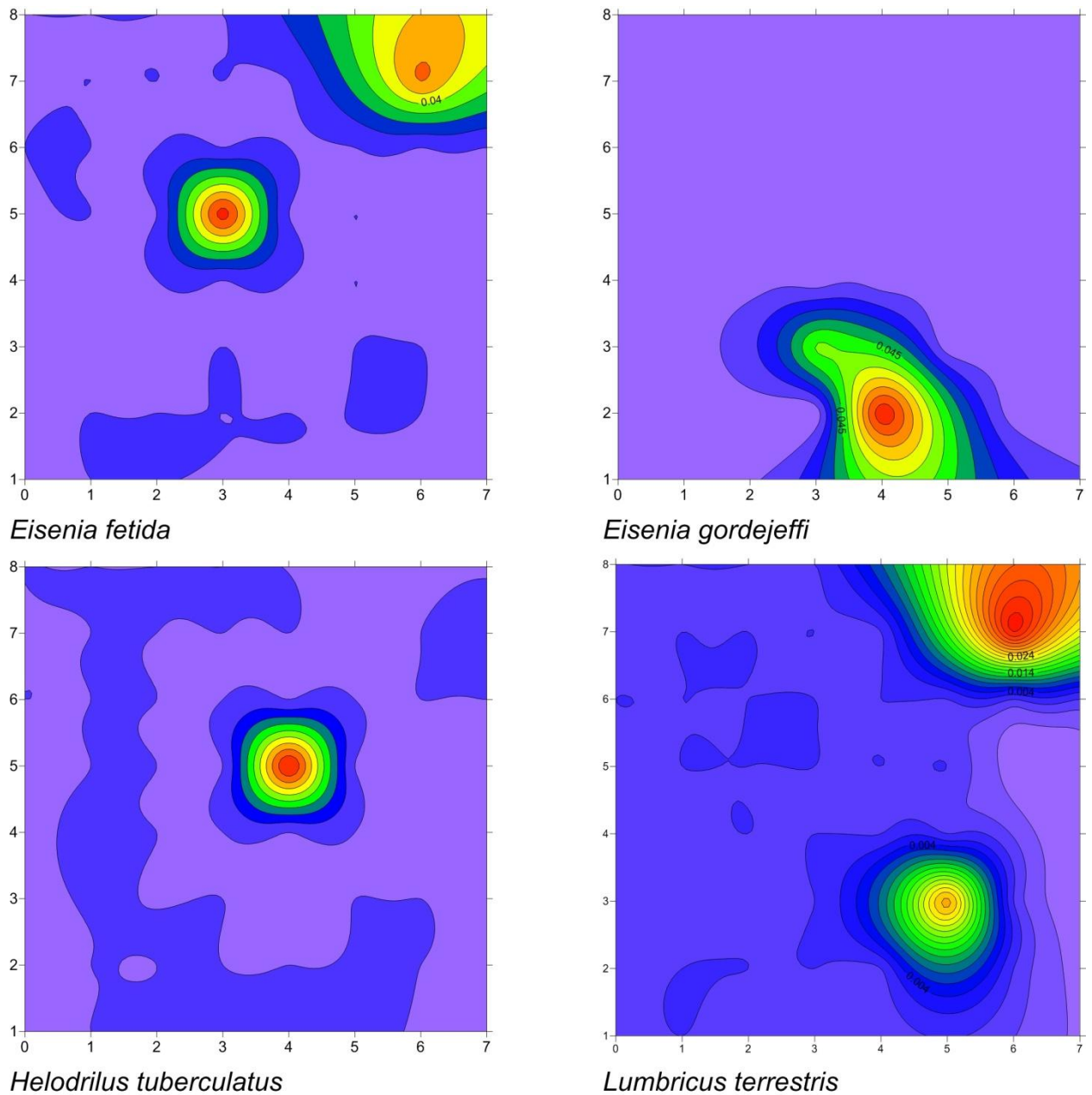


Рис. 3.12. Прогноз частки дощових черв'яків *Eisenia fetida*, *Eisenia gordejefi*, *Helodrilus tuberculatus* і *Lumbricus terrestris* у структурі угруповання дощових черв'яків на підставі MDM-підходу в просторі гігратопа (вісь абсцис) і трофотопу (вісь ординат)

Зона оптимуму *Eisenia nordenskioldi* компактна та має чітку локалізацію в мезофільних мезо- і мегатрофних стаціях. Дощовий черв'як *Eiseniella tetraedra* віддає перевагу ультрагігрофільним стаціям і досить широкому діа-

пазону умов трофності едафотопу. У вкрай вологих умовах цей вид надає переваги більш мегатрофним стаціям. При зменшенні вологості едафотопу вид може розселятися в більш широкому діапазоні умов трофності.

Значну частину всього екологічного простору, вираженого ординатами вологості й трофності, займає дощовий черв'як *Octodrilus transpadanus*. Його оптимум перебуває в мезогігрофільних мезомегатрофних стаціях. Крайні умови вологості (як перезволоження, так і сухість) значно обмежують поширення цього виду. Також вплив, що лімітує, здійснює оліготрофний режим едафотопу.

У мезофільних мегатрофних умовах зустрінутий *Dendrobaena auriculatus*, але цей вид дуже рідкісний у степовому Придніпров'ї та реальні екологічні переваги цього виду дуже складно вірно оцінити з наявного матеріалу. Дощовий черв'як *Dendrobaena veneta* характеризується екологічним оптимумом, що займає гігрофільні мезооліготрофні стації. Для *Dendrobaena mariupolienis* характерні ксерофільні мегатрофні стації.

Дощовий черв'як *Dendrodrilus rubidus tenuis* зустрічається в деревині, що розкладається, що до деякої міри пояснює складну конфігурацію його екологічного ареалу в просторі, заданому ординатами вологості та трофності едафотопу. Зона оптимуму цього виду перебуває в мезогігрофільних мегамезотрофних стаціях, однак окремі локалітети з підвищеною часткою цього виду в структурі угруповання дощових черв'яків перебувають в області мезофільних і олігомезотрофних стацій, а також в області гігрофільних і мезомегатрофних стацій.

Дощовий черв'як *Eisenia fetida* у природних умовах також зустрічається в місцях концентрації деревної рослинності, що розкладається. У цьому випадку ми також спостерігаємо «дизруптивний» екологічний ареал. Можна встановити дві зони оптимуму для *Eisenia fetida*: це гігрофільні мегатрофні стації та мезофільні мезотрофні стації.

Дощовий черв'як *Eisenia gordejefi* характеризується екологічним оптимумом у мезогігрофільних олігомезотрофних стаціях. При збільшенні сухості едафотопу преферендум по ординаті трофності переміщується в напрямку мезотрофних стацій.

Екологічний оптимум дощового черв'яка *Helodrilus tuberculatus* перебуває в області мезофільних мезо– і мегамезотрофних стацій.

Дощовий черв'як *Lumbricus terrestris* рідко зустрічається в природних біогеоценозах степового Придніпров'я, але відносно широко розповсюджений в урбанізованих екосистемах. Імовірно ця обставина може пояснити його дизруптивний екологічний ареал. Один оптимум виду відповідає гігрофільним оліготрофним стаціям, інший – мезогігрофільним-ультрагігрофільним мегатрофним стаціям.

3.4. Оцінка гігроморф та трофоценоморф дощових черв'яків на основі різноманіття їх угруповань

Грунтуючись на MDM-підході, прогнознi значення часток видів у структурі угруповання дощових черв'яків можуть використатися для знаходження середніх зважених значень гігротопу та трофотопу. Ці значення можуть розглядатися як координати центроїду екологічної ніші видів дощових черв'яків у просторі, заданому ординатами вологості та трофності едафотопу (табл. 3.4). На основі оцінок координат центроїдів екологічної ніші можна якісно оцінити ці ніші в термінах екоморф, а саме гігроморф і трофоценоморф [48]. Отримані результати свідчать про те, що серед гігроморф дощових черв'яків ксерофілами є 2 види – *Dendrobaena auriculatus* і *Dendrobaena mariupolienis*, мезофілами є 9 видів – *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapezoides*, *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia fetida*, *Eisenia gordejefi*, *Eisenia nordenskioldi*, *Helodrilus tuberculatus*, *Octodrilus transpadanus*, *Octolasion*

lacteum, гігрофілами є 4 види – *Dendrobaena veneta*, *Dendrodrilus rubidus tenuis*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, ультрагігрофілом є 1 вид – *Eiseniella tetraedra*.

Таблиця 3.4

Гігро- і трофоценопреферендуми дощових черв'яків та їх гігроморфи та трофоценоморфи

Вид	Гігротоп			Гігроморфа	Трофотоп			Трофоценоморфа
	Середнє	Персентиль			Середнє	Персентиль		
		10 %	90 %			10 %	90 %	
<i>Aporrectodea rosea</i>	2,35	1,00	5,00	Мезофіл	4,72	2,00	8,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	2,64	1,00	5,00	Мезофіл	4,10	1,00	6,00	Олігомезотрофоценоморфа
<i>Dendrobaena auriculatus</i>	1,20	0,00	3,00	Ксерофіл	8,00	8,00	8,00	Мегатрофоценоморфа
<i>Dendrobaena octaedra</i>	4,07	3,00	6,00	Мезофіл	4,41	2,00	6,00	Олігомезотрофоценоморфа
<i>Dendrobaena veneta</i>	4,58	2,00	6,00	Гігрофіл	4,20	2,00	7,00	Олігомезотрофоценоморфа
<i>Dendrobaena mariupolienis</i>	1,00	1,00	1,00	Ксерофіл	8,00	8,00	8,00	Мегатрофоценоморфа
<i>Dendrodrilus rubidus tenuis</i>	3,88	3,00	5,00	Гігрофіл	4,27	4,00	6,00	Олігомезотрофоценоморфа
<i>Eisenia fetida</i>	3,20	1,00	5,00	Мезофіл	5,43	4,00	7,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Eisenia gordejffi</i>	2,62	2,00	4,00	Мезофіл	4,96	2,00	6,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Eisenia nordenskioldi</i>	3,37	3,00	4,00	Мезофіл	5,54	5,00	7,00	Мезотрофоценоморфа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Eiseniella tetraedra</i>	5,68	4,00	7,00	Ультрагігрофіл	4,80	3,00	6,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Helodrilus tuberculatus</i>	3,71	3,00	4,00	Мезофіл	5,50	5,00	6,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Lumbricus rubellus</i>	4,65	2,00	7,00	Гігрофіл	5,40	4,00	6,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Lumbricus terrestris</i>	5,00	5,00	5,00	Гігрофіл	3,21	3,00	3,00	Оліготрофоценоморфа
<i>Octodrilus transpadanus</i>	3,68	2,00	5,00	Мезофіл	5,10	3,00	7,00	Мезотрофоценоморфа
<i>Octolasion lacteum</i>	3,11	2,00	5,00	Мезофіл	5,55	4,00	7,00	Мезотрофоценоморфа

У свою чергу, серед трофоценоморф до оліготрофоценоморф належить 1 вид – *Lumbricus terrestris*, до олігомезотрофоценоморф належить 4 види – *Dendrobaena veneta*, *Dendrodrilus rubidus tenuis*, *Dendrobaena octaedra*, *Aporrectodea trapezoides*, до мезотрофоценоморф належить 9 видів – *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia gordejefi*, *Eisenia nordenskioldi*, *Helodrilus tuberculatus*, *Octodrilus transpadanus*, *Octolasion lacteum*, *Eiseniella tetraedra*, *Aporrectodea rosea*, до мегатрофоценоморф належить 2 види – *Dendrobaena auriculatus* і *Dendrobaena mariupolienis*.

Координати центроїдів екологічних ніш дощових черв'яків можуть бути використані для побудови їхніх ареалів в екологічному просторі за допомогою діаграм Вороного (рис. 3.13).

Отримане графічне відображення подає цікаву інформацію для розуміння організації розподілу екологічного простору в межах угруповання дощових черв'яків. Дощові черв'яки нерівномірно розподілені в екологічному просторі, що засвідчує наявність агрегацій видів. Найбільш різноманітним є комплекс видів *Eisenia fetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Helodrilus tuberculatus*, *Octodrilus transpadanus* і *Octolasion lacteum*, що тяжіє до мезофільних мезотрофних стацій.

Переважаючими по частоті зустрічальності та чисельності в локальних угрупованнях є *Aporrectodea rosea* і *Aporrectodea trapezoides*. Слід відмітити, що в комплекс із зазначеними видами можна віднести рідкісний вид *Eisenia gordejefi*. Комплекс дендрофільних видів складають *Dendrobaena octaedra*, *Dendrobaena veneta* і *Dendrodrilus rubidus tenuis*. Маргінальні позиції в екологічному просторі займають рідкісні види *Dendrobaena auriculatus* і *Dendrobaena mariupolienis* (ксерофільні та мегатрофні стації). Маргінальні позиції в найбільш зволоженій ділянці спектра займають окремі види, екологічні ніші яких диференціюються по ординаті трофності: *Lumbricus terrestris*

(оліготрофоценоморфа, гігрофіл), *Eiseniella tetraedra* (олігомезотрофоценоморфа, ультрагігрофіл) і *Lumbricus rubellus* (олігомезотрофоценоморфа, гігрофіл).

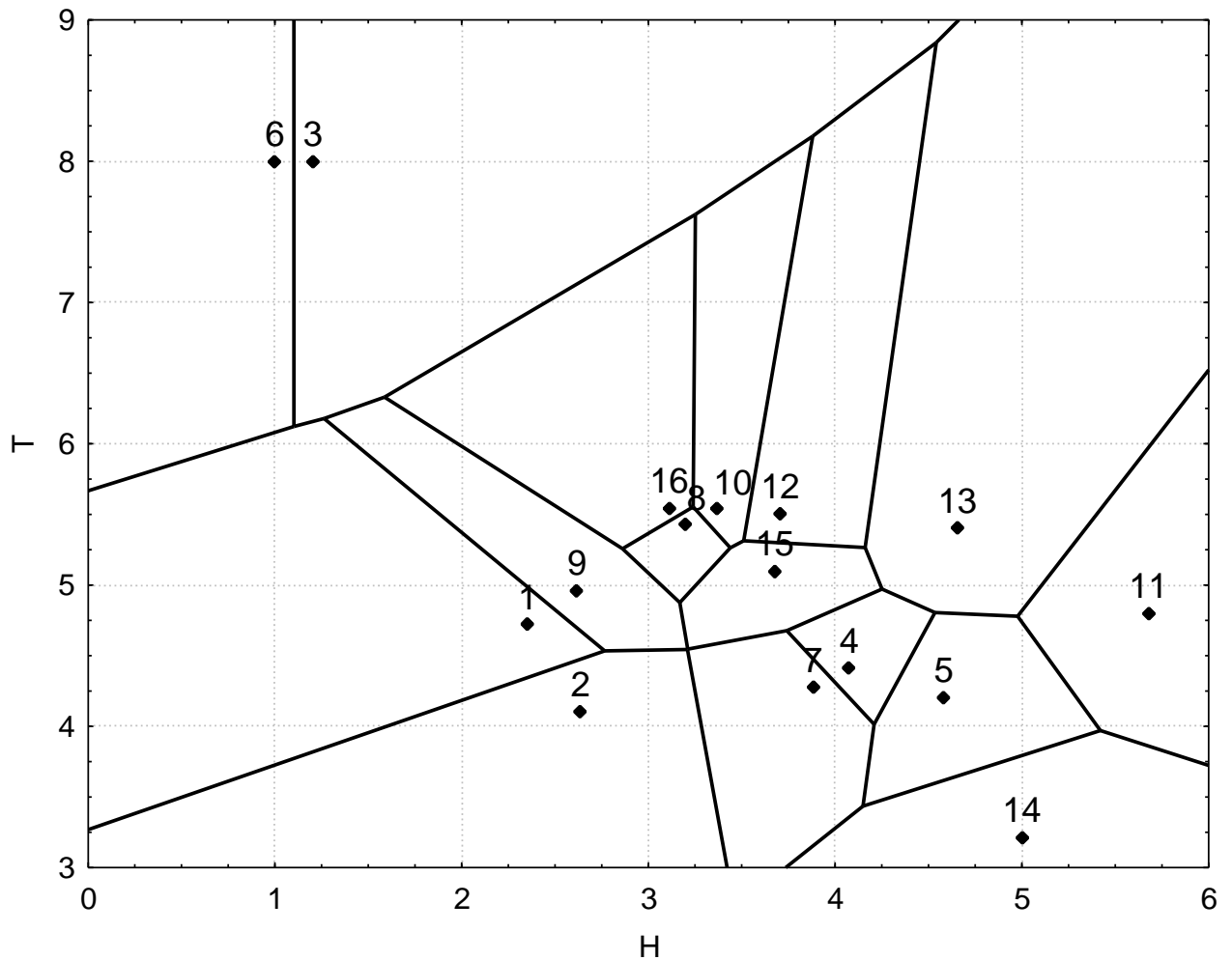


Рис. 3.13. Розподіл екологічного простору між видами дощових черв'яків

Умовні позначення: 1 – *Aporrectodea rosea*; 2 – *Aporrectodea trapezoides*; 3 – *Dendrobaena auriculatus*; 4 – *Dendrobaena octaedra*; 5 – *Dendrobaena veneta*; 6 – *Dendrobaena mariupolienis*; 7 – *Dendrodrilus rubidus tenuis*; 8 – *Eisenia fetida*; 9 – *Eisenia gordejjeffi*; 10 – *Eisenia nordenskioldi*; 11 – *Eiseniella tetraedra*; 12 – *Helodrilus tuberculatus*; 13 – *Lumbricus rubellus*; 14 – *Lumbricus terrestris*; 15 – *Octodrilus transpadanus*; 16 – *Octolasion lacteum*.

3.5. Синтез показників різноманіття та функціональної організації угруповань дощових черв'яків

Дощові черв'яки є важливим компонентом ґрунтових екосистем [27, 58, 106]. Різноманіття використання ґрунтовими тваринами середовища перебування дозволяє встановити три просторово–часових екосистеми, пов'язані між собою тільки потоком органічної речовини та киснем, виробленими вищими рослинами та водоростями: бактеріально–водоростево–протозойна, фунгіально–мікроартроподна та люмбрицидно–рослинна [48]. Границі останньої екосистеми збігаються із границями біогеоценозу. Люмбрицидно–рослинна екосистема має свою внутрішню організацію, яку можна виявити за допомогою екоморфічного аналізу [50, 51]. Таким чином, у просторовому та часовому аспектах динаміка угруповань дощових черв'яків сполучена з розмірністю біогеоценозу. У своїй роботі ми взяли за основу трактування типів біогеоценозів степової зони України О. Л. Бельгарда [16, 17].

За О. Л. Бельградом [16, 17] тип біогеоценозу визначається як сполучення гігротопа та трофотопа, також ураховується фактор заплавності. Необхідно відзначити, що складність біогеоценотичного покриву з високим ступенем узагальнення може бути відображена поняттям про тип біогеоценозу. Для вирішення цієї проблеми О. Л. Бельградом уведено поняття про амфіценоз – біогеоценоз, що має складну природу, тобто в якому сполучаються в різних співвідношеннях ознаки лісового, степового, лучного або болотного типів кругообігу речовин.

У досліджуваному регіоні (степове Придніпров'я) нами було досліджено 16 видів дощових черв'яків. Біогеоценози, де були встановлені дощові черв'яки, охарактеризовані в термінах гігроморфічної, трофоморфічної та ценоморфічної структур фітоценозів. Даний перелік можна розглядати як вибірку з генеральної сукупності місцеперебувань, займаних дощовими

черв'яками. Кластерний аналіз ценоморфічних структур дозволив установити характерні для угруповань дощових черв'яків композиції біогеоценозів, обумовлених співвідношеннями основних типів кругообігу речовин: болотний моноценоз, лісовий моноценоз, лучно-степовий амфіценоз, лучно-лісовий амфіценоз, лісовий псевдомоноценоз із елементами остепніння, лісо-степовий амфіценоз, степовий моноценоз. Дані кластери використані як маркери ценотичного різноманіття біогеоценозів, де мешкають угруповання дощових черв'яків.

Дощові черв'яки чутливі до вологості ґрунту [57]. На біогеоценотичному рівні ця залежність може бути виражена через вплив гігротопу на структуру угруповань дощових черв'яків [46, 48]. Ґрунтова вологість лімітує зустрічальність дощових черв'яків у горизонтальному та вертикальному напрямку [151]. Посуха здійснює негативний ефект на дощових черв'яків, тому що вони не мають структур, що захищають від випару та швидко висихають у посушливих умовах [25]. Надлишок вологи може також впливати. Дощові черв'яки здатні виживати до декількох місяців під водою при наявності розчиненого у воді кисню [240]. Деякі види дощових черв'яків можуть виживати за допомогою анаеробного метаболізму до двох днів при аноксії [151]. Крім вологості, ґрунтова кислотність розглядається як така, що має вирішальне значення в розподілі дощових черв'яків [187]. Абіотичні фактори, у тому числі і вологість, можуть мати різну значимість у різних ценозах [151].

Також відома залежність дощових черв'яків від гранулометричного складу ґрунтів [58]. Трофність едафотопу тісно корелює з механічним складом: легкі ґрунти представляють бідні едафотопи, важкі – багаті аж до засолених. Трофотоп впливає на угруповання дощових черв'яків [42, 45, 50, 54].

Ординати гігротопу та трофності, які визначають тип біогеоценозу, а також ценотичні особливості, визначають досить значний компонент варіювання чисельності угруповання дощових черв'яків і його α -різноманіття за

Шенноном – 72,4 і 73,7 % відповідно. Такий результат свідчить про значну кореляцію угруповання дощових черв'яків з екологічними факторами, які визначають структурування екологічних угруповань на біогеоценотичному рівні. Залежність чисельності та різноманіття від ординат вологості та трофності описується характерною екологічною дзвіноподібною кривою, що у найпростішому випадку може бути апроксимована рівнянням другого ступеня. Це свідчить про наявність зони оптимуму. Для сумарної чисельності угруповання і його різноманіття ці зони дуже близькі та перебувають у зоні мезофільних–гігрофільних мезо–мегатрофних стацій.

Ценотичний аспект також впливає як на різноманіття, так і на чисельність угруповань дощових черв'яків на фоні варіювання умов вологості та трофності.

Між різноманіттям та чисельністю угруповання існує зв'язок, що може бути описаний кривою з насиченням. При малій чисельності угруповання цей показник значно впливає на його різноманіття. При досягненні рівня чисельності 30–40 % від максимального, роль чисельності як фактора, що регулює різноманіття, значно знижується.

Традиційне уявлення про α –, β –, γ –різноманіття залишало як чорний ящик β –різноманіття. Цей рівень різноманіття угруповання є найбільше «екологічним», тому що визначається розходженнями між окремими угрупованнями, які формують метаугруповання. Модель MDM дозволяє оцінити роль різних екологічних факторів у фракціонуванні β –різноманіття. Встановлено, що найбільше значення у визначенні β –різноманіття належить гігротопу (24,12 %), приблизно рівні значення мають трофотоп (12,30 %) і ценотичні особливості біотопу (12,61 %). Рівень β –різноманіття також може бути фракціонований в аспекті видів. Показано, що найбільше значення у формуванні різноманіття угруповань мають *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapezoides* і *Dendrobaena octaedra*.

Види дощових черв'яків розрізняються тією роллю, яку відіграють різні екологічні фактори в їхній ентропії. Це трохи інший аспект оцінки екологічних факторів, який відмінний від традиційного. Звичайно за показниками чисельності (щільність, динамічна чисельність, біомаса, і т.д.) здійснюється оцінка дії факторів. Фракціонування α -різноманіття надає можливості виявити роль факторів в ентропії дощових черв'яків. Способом візуалізації цієї специфіки є відображення оцінки частки виду в угрупованні в просторі, заданому ординатами гігротопу та трофотопу. Такий прийом дозволяє виявити характер розподілу екологічного простору видами дощових черв'яків, а також скласти уявлення про розміщення зони оптимуму екологічної ніші. Зона оптимуму кількісно може бути описана за допомогою координат центроїду екологічної ніші по ординатах гігротопу та трофотопу. Якісне розміщення екологічної ніші може бути охарактеризоване за допомогою екоморф – гігроморф і трофоморф. Виділено наступні гігроморфи: ксерофіли, мезофіли, гігрофіли та ультрагігрофіли [48]. Поряд з раніше встановленими трофоморфами (оліго-, мезо- і мегатрофоценоморфами) [54] нами виділена ще оліго-мезотрофоценоморфа.

У більш ранніх роботах зроблені спроби виявити та оцінити екоморфи ґрунтових тварин на основі прямого градієнтного аналізу [48, 50, 54] або екоморфи герпетобіонтних павуків за допомогою непрямого градієнтного аналізу, виконаного методами багатомірного шкалювання [75]. При зазначених підходах оцінка проводилася завжди для окремого виду по відношенню або до градієнта фактора середовища, або стосовно синекологічної компоненти реакції угруповання на дію фактора середовища. Нами екоморфи дощових черв'яків виділені після аналізу різноманіття угруповання люмбрицид за допомогою MDM-процедури. Такий підхід є практичною реалізацією уявлення про екоморфи не тільки як про категорії, що на формальному рівні відбивають відношення живого організму до того або іншого фактора середо-

вища. Важливою особливістю екоморфи є її тісний зв'язок з різноманіттям угруповання.

Висновки по розділу

1. У степовому Придніпров'ї угруповання дощових черв'яків представлені 16 видами. Гігротоп, трофотоп і ценотичні особливості біотопу в рамках моделі другого порядку здатні пояснити 72,4 % варіювання чисельності угруповань дощових черв'яків і 73,7 % їх α -різноманіття. Чисельність угруповань дощових черв'яків досягає максимальних значень при сполученні умов вологості від гігрomezофільних до гігрофільних і умов трофності едафотопу від D_c (липові діброви) до D_n (бересто-ясеневі та в'язо-ясеневі діброви та ольси). Максимальне різноманіття угруповань дощових черв'яків характерно для сполучення мезогігрофільних умов гігротопа та режиму трофності D_c , що відповідає типу лісу липо-ясенева діброва з яглицею.
2. Ценоморфічна структура біогеоценозу є статистично достовірним предиктором як чисельності, так і α -різноманіття угруповань дощових черв'яків. Найменшою чисельністю та різноманіттям характеризуються болотний моноценоз, лучно-степовий амфіценоз і степовий моноценоз. Помірні значення чисельності та різноманіття характерні для лучно-лісового амфіценоза, лісового псевдомоноценоза з елементами остепніння та лісово-степового амфіценозу, високі – для лісового моноценозу. У подібних умовах вологості та трофності едафотопу в лісовому моноценозі чисельність і різноманіття угруповань дощових черв'яків буде вище, ніж в інших типах біогеоценозів.
3. MDM-аналіз свідчить про те, що ценотичні особливості місцеперебувань визначають 12,61 % всієї ентропії угруповання дощових черв'яків, гігротоп – 24,12 %, трофотоп – 12,30 %. Квадратичний член гігротопа визначає 10,93 %, а трофотопа – 2,05 %. Взаємодія гігротопа та трофотопа визначає 1,53 % ентропії угруповання дощових черв'яків. Сайти (α -різноманіття) визначають 36,45 % ентропії. Існують інші фактори, які впливають на різнома-

ніття угруповань дощових черв'яків, крім режиму вологості, трофності едафотопу та ценотичних особливостей місцеперебування.

4. Серед дощових черв'яків степового Придніпров'я виділені екологічні групи стосовно вологості – гігроморфи та стосовно трофності едафотопу – трофоценоморфи. Гігроморфи дощових черв'яків представлені ксерофілами (2 види), мезофілами (9 видів), гігрофілами (4 види), ультрагігрофілами (1 вид). Трофоценоморфи представлені олігротрофоценоморфами (1 вид), олігомезотрофоценоморфами (4 види), мезотрофоценоморфами (9 видів), мегатрофоценоморфами (2 види).

Розділ 4
ЕКОЛОГІЧНА НІША ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ (LUMBRICIDAE) ТА
ГІГРОТОП І ТРОФОТОП БІОГЕОЦЕНОЗІВ
СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

4.1. Гігротоп та трофотоп як детермінанти осей екологічного простору дощових черв'яків

Мета нашої роботи полягає у виявленні властивостей екологічної ніші угруповань дощових черв'яків (Lumbricidae) степового Придніпров'я, осі якої виражені за допомогою ординат вологості та трофності едафотопу засобами ОМІ-аналізу.

Процедура ОМІ-аналізу за своєю ідеологією дуже близька до аналізу головних компонент, однак адаптована для вирішення екологічних завдань шляхом обробки даних, статистичні властивості яких найбільш типові для матеріалів, одержуваних при вивченні угруповань живих організмів [172]. У результаті аналізу можуть бути виділені осі, уздовж яких упорядковані екологічні ніші дощових черв'яків. Як маркери осей нами використані такі фактори середовища, як ординати вологості, трофності, квадрати цих величин та їх добуток (континуальні змінні), а також ценотичні кластери (дискретні змінні) (табл. 4.1).

Встановлено, що перші чотири осі охоплюють 97,4 % сумарної інерції простору ознак. Вісь 1 охоплює 70,3 % інерції та може бути інтерпретована як градієнт умов вологості. Про це свідчать високі значення координат факторів середовища, які описують гігротоп. Також важливу роль відіграє взаємодія гігротопу та трофотопу (параметр $H_{top} \cdot Tr_{top}$). Від'ємним значенням осі 1 відповідають болотні моноценози (кластер 1), позитивним – степовий моноценоз (кластер 7).

Таблиця 4.1

Координати факторів середовища в просторі осей екологічної ніші угруповання дощових черв'яків за результатами ОМІ-аналізу

Фактори середовища	Вісь 1	Вісь 2	Вісь 3	Вісь 4
Htop	-0,66	-0,07	-0,01	-0,02
TrTop	-0,03	0,15	-0,27	0,03
Htop ²	-0,70	0,05	0,05	-0,05
TrTop ²	0,05	0,21	-0,25	0,00
Htop·TrTop	-0,61	0,02	-0,11	0,06
Кластер 1	-1,52	1,30	0,60	0,04
Кластер 2	-0,13	-0,43	-0,04	-0,14
Кластер 3	0,36	0,29	0,39	0,21
Кластер 4	-0,31	-0,43	-0,25	-0,01
Кластер 5	0,35	0,09	0,11	0,41
Кластер 6	0,29	-0,14	-0,22	0,51
Кластер 7	0,80	0,59	-0,08	-0,34

Умовні позначення: Кластер 1, ..., 7 – кластери, засновані на ценоморфах рослинного покриву; H – гігротоп; T – трофотоп

Вісь 2 охоплює 15,2 % інерції та може бути інтерпретована як градієнт умов мінералізації ґрунтового розчину (трофотоп). Зону позитивних значень за цією віссю займають болотні моноценози (кластер 1), а від'ємних значень – лісовий моноценоз (кластер 2) і лучно-лісовий амфіценоз (кластер 4).

Вісь 3 охоплює 9,1 % інерції та може бути інтерпретована так само як градієнт умов мінералізації ґрунтового розчину. Відмінністю від попередньої осі є перелік ценотичних кластерів, які найбільшою мірою описує ця вісь. Це, з одного боку, болотний моноценоз (кластер 1) і лучно-степовий амфіценоз (кластер 3), а також з іншого боку – лучно-лісовий амфіценоз (кластер 4) і лісо-степовий амфіценоз (кластер 6).

Вісь 4 охоплює 2,8 % інерції та відбиває практично повністю тільки ценотичну компоненту. Ця вісь протиставляє лісовий псевдомонотоп із еле-

ментами остепніння (кластер 5) і лісо-степовий амфіценоз (кластер 6) таким ценотичним одиницям, як степовий моноценоз (кластер 7) і лісовий моноценоз (кластер 2).

4.2. Особливості екологічних ніш дощових черв'яків

Характеристики маргінальності екологічних ніш дощових черв'яків представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Аналіз маргінальності видів угруповання дощових черв'яків

№	Види	Скорочення	Інерція	ОМІ	Tol	Rtol	<i>omi</i>	<i>tol</i>	<i>rtol</i>	<i>p-рівень</i>
1	<i>A. rosea</i>	Aporrose	47,81	2,29	3,51	42,01	4,80	7,30	87,90	0,01
2	<i>A. trapezoides</i>	Aportrap	49,53	1,49	4,45	43,60	3,00	9,00	88,00	0,01
3	<i>D. auriculatus</i>	Dendauri	44,72	43,60	0,05	1,07	97,50	0,10	2,40	0,05
4	<i>D. octaedra</i>	Dendocta	49,85	5,56	3,98	40,32	11,10	8,00	80,90	0,01
5	<i>D. veneta</i>	Dendven	61,90	35,12	14,13	12,65	56,70	22,80	20,40	0,13
6	<i>D. mariupolienis</i>	Dendmari	44,22	44,22	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,02
7	<i>D. r. tenuis</i>	Dendtenu	26,41	8,24	2,18	15,98	31,20	8,30	60,50	0,06
8	<i>E. fetida</i>	Eisefeti	93,03	14,51	38,48	40,04	15,60	41,40	43,00	0,05
9	<i>E. gordejefi</i>	Eisegord	26,18	6,71	0,67	18,79	25,60	2,60	71,80	0,86
10	<i>E. nordenskioldi</i>	Eisenord	64,19	3,84	8,71	51,63	6,00	13,60	80,40	0,06
11	<i>E. tetraedra</i>	Eisetetr	156,59	100,19	40,24	16,15	64,00	25,70	10,30	0,01
12	<i>H. tuberculatus</i>	Helotube	42,76	6,98	1,15	34,62	16,30	2,70	81,00	0,62
13	<i>L. rubellus</i>	Lumbrube	101,56	27,84	43,01	30,71	27,40	42,40	30,20	0,01
14	<i>L. terrestris</i>	Lumbterr	19,21	11,93	0,76	6,53	62,10	3,90	34,00	0,43
15	<i>O. transpadanus</i>	Octotran	53,12	3,13	3,45	46,54	5,90	6,50	87,60	0,01
16	<i>O. lacteum</i>	Octolact	90,90	5,15	27,91	57,84	5,70	30,70	63,60	0,01
ОМІ			–	20,05	–	–	–	–	–	0,01

Умовні позначення: ОМІ – індекс середньої віддаленості (маргінальності) для кожного виду; Tol – толерантність, Rtol – залишкова толерантність; курсивом представлені дані індексів в % від сумарної варіабельності; *p*-рівень за методом Монте-Карло після 99 ітерацій.

Для загальної маргінальності угруповання (ОМІ = 20,1) рівень значимості становить $p = 0,01$, що свідчить про важливу роль обраних змінних середовища для структурування екологічної ніши дощових черв'яків. Слід зазначити, що показники маргінальності належать тільки до розглянутих параметрів середовища (екологічних факторів).

Для переважної більшості видів дощових черв'яків маргінальність за ординатами вологості та трофності, а також за ценотичними параметрами, є статистично вірогідно відмінною від нульової альтернативи. Інакше кажучи, параметри, які відображають типологічні особливості біогеоценозів у цілому, мають інформаційну цінність для опису структури угруповання дощових черв'яків. Маргінальність не є статистично достовірною для таких видів, як *D. veneta*, *E. gordejjeffi*, *H. tuberculatus* і *L. terrestris*, які при зборах були в цілому не численні, що саме не дозволило одержати повною мірою обґрунтоване уявлення про екологічну нішу цих видів.

Для екологічної ніші багатьох видів дощових черв'яків характерна висока частка залишкової толерантності. Це, вірогідно, свідчить про наявність інших факторів середовища, не врахованих у дослідженні, або про те, що нейтральний характер [194] розподілу угруповання дощових черв'яків складає важливу компоненту його мінливості. Низький рівень залишкової толерантності встановлений для *D. auriculatus*, *D. mariupoliensis* і *E. tetraedra*. Це високоспеціалізовані види та, що найбільш важливо, – обрані маркери екологічного простору здатні досить точно відобразити властивості їх екологічної ніші. Показник ОМІ відбиває ступінь маргінальності екологічної ніші як міру відмінності екологічного оптимуму виду від типових умов у межах досліджуваної території. У свою чергу толерантність – показник, зворотний спеціалізації екологічної ніші.

Група видів *O. lacteum*, *E. fetida* і *L. rubellus* характеризуються низькою маргінальністю та високою толерантністю. Група видів *D. auriculatus* і

D. mariupolienis навпроти, відрізняються високою маргінальністю та високою спеціалізацією тобто, (низькою толерантністю). Група видів *E. fetida* і *D. veneta* характеризуються екологічними нішами з помірною маргінальністю та спеціалізацією. Інші види дощових черв'яків характеризуються низькою маргінальністю та високою спеціалізацією. Слід зазначити, що остання група поєднує значне різноманіття видів дощових черв'яків, які є найбільш типовими для даної території та досягають значних рівнів чисельностей. Низька маргінальність більшою мірою віддзеркалює не стільки властивості самих видів, скільки план організації збору даних. Низька маргінальність свідчить про те, що обстеженню підлягали основні та типові місцеперебування дощових черв'яків. Таким чином, ми маємо справу із представницькою та багатою вибіркою по тваринному населенню дощових черв'яків степового Придніпров'я.

Проекції екологічних ніш на виділені в результаті ОМІ-аналізу осі представлені на рисунку 4.1.

Візуалізація екологічних ніш дозволяє співвіднести центроїд екологічної ніші виду з початком координат, що відповідає нульовий маргінальності. Відповідно, чим далі розташований центроїд ніші від початку координат, тим більшою маргінальністю характеризується екологічна ніша. У випадку маргінальності ніші, графічно ми можемо оцінити те, за якою з осей ніша найбільш маргінальна. Так, екологічна ніша дощового черв'яка *D. octaedra* маргінальна за віссю 1 (градієнт вологості), але немаргінальна за віссю 2 (трофність). У свою чергу, екологічна ніша *E. tetraedra* маргінальна за осями 1, 2 і 3, але немаргінальна за віссю 4. Розмір еліпсоїда вказує на толерантність-спеціалізацію ніші. Чим більша площа еліпсоїда, тим вища толерантність і менше спеціалізація та навпаки. Екологічно пластичними (толерантними) є такі види, як *A. rosea*, *A. trapezoides*, *D. octaedra*, *O. transpadanus* і *O. lacteum*. Закономірно, що ці види найчастіше зустрічаються та досягають високої чи-

сельності. Інші види здебільшого є спеціалізованими. Вони зустрічаються в окремих типах місцеперебувань при комбінації певних режимів вологості та трофності едафотопу.

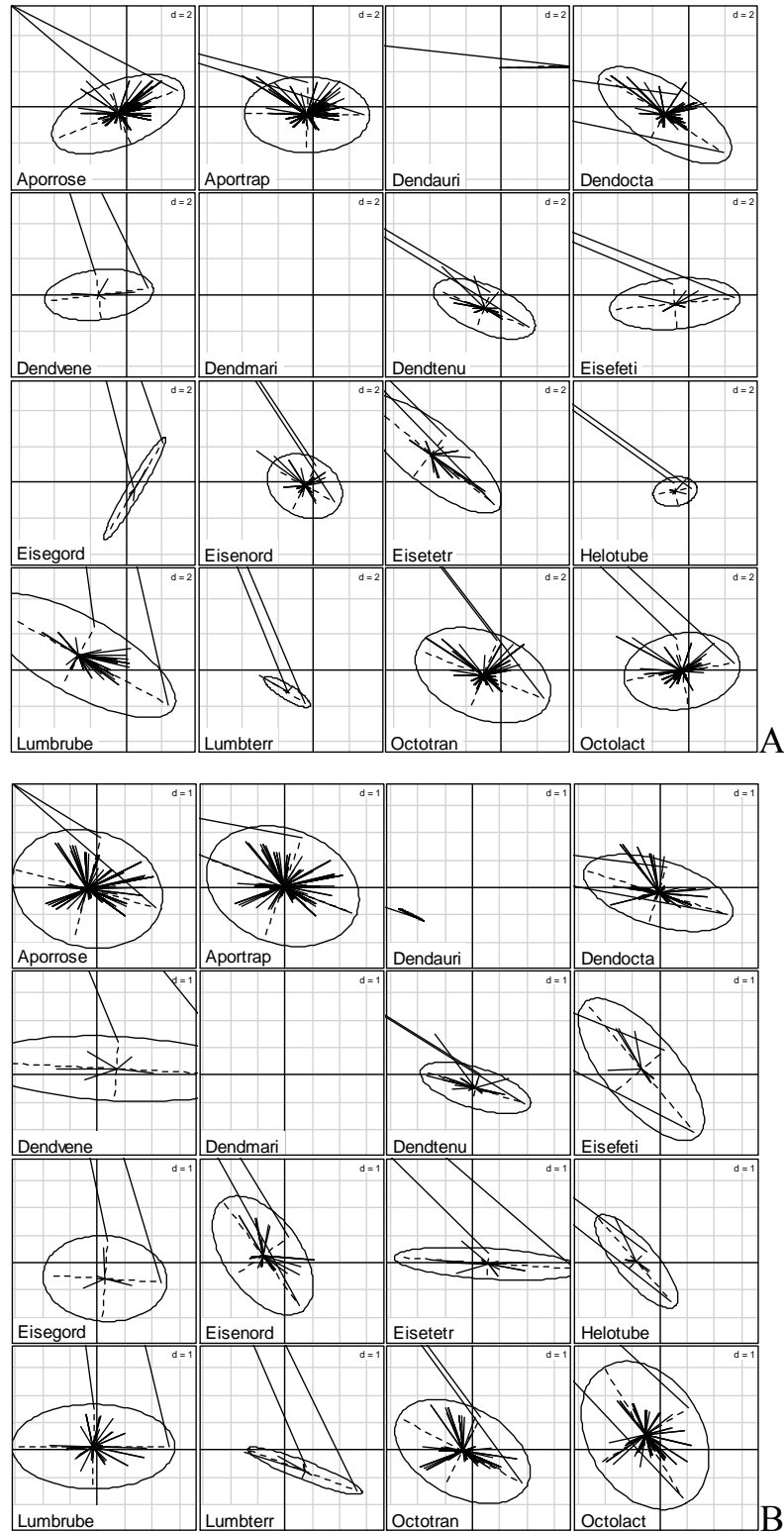


Рис. 4.1. Екологічні ніші видів дощових черв'яків

Умовні позначення: Координатні осі утворені компонентами маргінальності: А – осі 1 і 2; В – осі 3 і 4; початок координат – нульова маргінальність. Еліпс позначає інерцію екологічної ніші. Промені зв'язують центроїд екологічної ніші із сайтами зустрічі виду в просторі маргінальності угруповання.

Важливою властивістю екологічної ніші, яку можна оцінити при візуальному вивченні, є орієнтація щодо осей простору. Паралельний напрямок головної осі еліпсоїда однієї з осей (отже, мала вісь паралельна іншій осі) указує на відсутність взаємодії осей у впливі на екологічну нішу. Якщо вісь еліпсоїда нахилена, то екологічні фактори, які описуються осями, взаємодіють між собою при визначенні властивостей екологічної ніші. Крім того, кут орієнтація ніші може бути результатом взаємодії між видами для досягнення оптимального впакування екологічних ніш. Найсильніше виражений нахил головної осі еліпсоїда екологічної ніші *D. octaedra*, *E. gordejefi*, *E. tetraedra*, *L. terrestris*.

Крім особливостей індивідуальних екологічних ніш, візуалізація дозволяє оцінити їх взаємне розташування в екологічному просторі. Однак, можливості для порівняння ніш, надавані форматом рисунку 1, досить обмежені. Це завдання може бути вирішене графічними можливостями рисунків 2 і 3.

Рисунок 4.2 безпосередньо вирішує завдання ординації (упорядкування) видів уздовж виділених осей. Крайні позиції відповідних діапазонів займають види-індикатори відповідних екологічних факторів. Індикаторами режиму найбільшого зволоження едафотопу (гігрофільні та ультрагігрофільні стації) є *E. tetraedra* і *L. rubellus*. Індикаторами ксерофільних стацій є *D. auriculatus* і *D. mariupolienis* і *E. gordejefi*. Слід зазначити, що зазначені види формально є індикаторами, тому що вони є дуже рідкісними в регіоні тому із практичної точки зору їх індикаційне значення не значне. Для практичної мети індикаторами ксеромезо- або мезоксерофільних умов можуть бути *O. lacteum* і *A. trapezoides*.

Індикатори режиму тропності едафотопу залежать від ценотичної обстановки. Індикатори, які можна встановити за характером зв'язку з віссю 2, мають інформаційну цінність у таких ценозах, як болотні моноценози, лісовий моноценоз і лучно-лісовий амфіценоз.

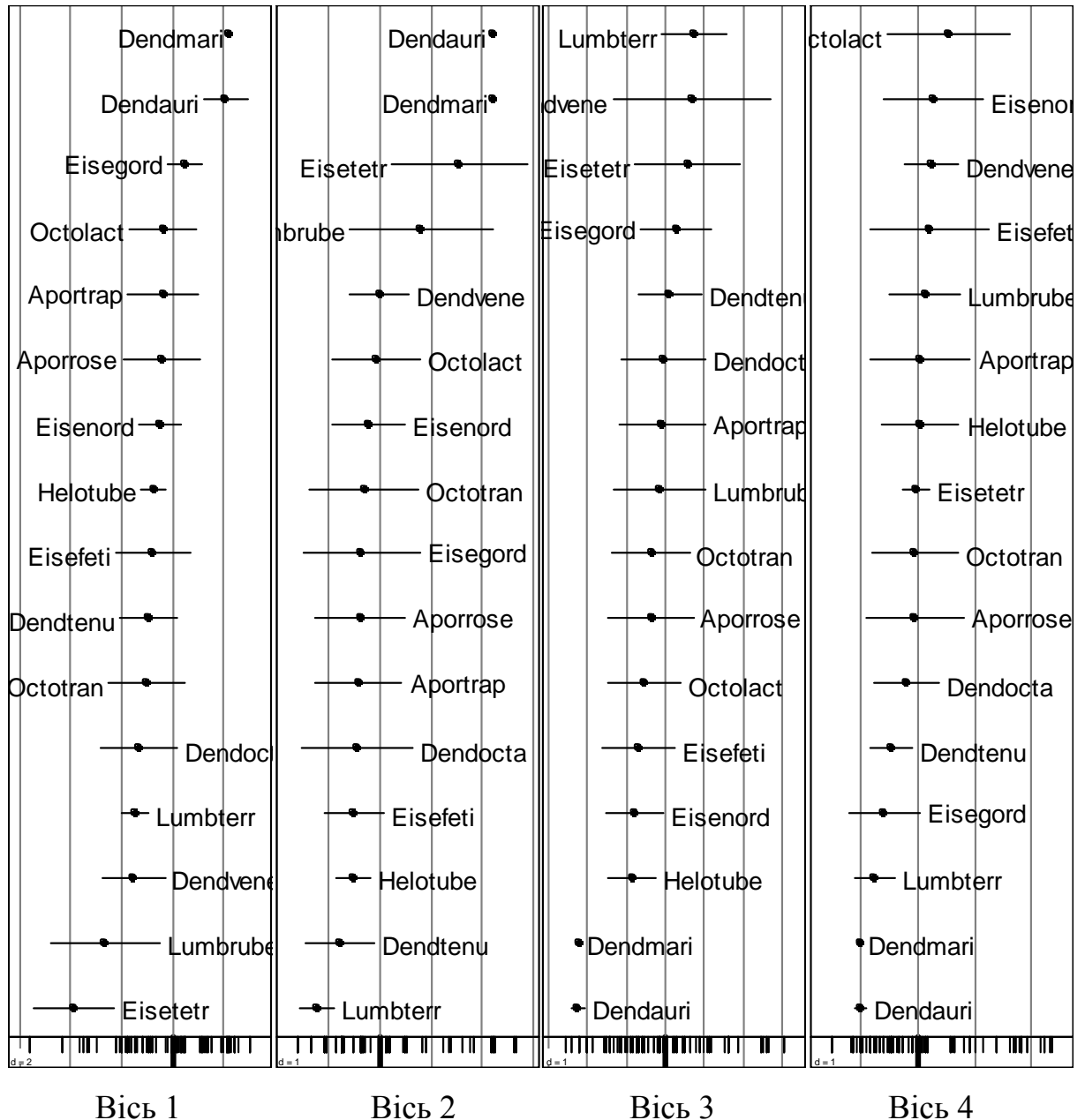


Рис. 4.2. Розподіл проєкцій екологічних ніш дощових черв'яків на осі 1–4

Умовні позначення: назви видів – див. табл. 1; по осі абсцис – значення осей

Індикаторами едафотопів з високим рівнем мінералізації ґрунтового розчину (мегатрофні стації) можуть бути *D. auriculatus* і *D. mariupolienis* (фо-

рмально), а також *E. tetraedra*, *O. lacteum* і *E. nordenskioldi*. Індикаторами бідних едафотопів є *L. terrestris* і *D. octaedra*. До них же примикає група *E. fetida* і *D. r. tenuis*, які є мешканцями мертвої деревини, що розкладається, і більшою мірою пов'язані з нею, а не з едафічними властивостями. Мешканець бідних ґрунтів *H. tuberculatus* зустрічається досить рідко, що не дозволяє його розглядати як надійний індикатор.

Індикаторні значення трофності едафотопу, отримані на основі осі 3, поширюються на такі групи ценозів, як болотний моноценоз, лучно-степовий амфіценоз, лучно-лісовий амфіценоз і лісо-степовий амфіценоз. Індикаторами оліготрофних стацій є *L. terrestris*, *D. veneta*, *E. tetraedra*, *D. r. tenuis*. Індикаторами мегатрофних стацій є *D. auriculatus*, *D. mariupolienis*, *H. tuberculatus* і *E. nordenskioldi*.

Ґрунтуючись на ролі осі 4 в організації екологічних ніш, можна виявити індикаторів груп типів ценозів. Так, індикатором лісового псевдомоноценозу із елементами остепніння та лісо-степового амфіценозу є *O. lacteum* і *E. nordenskioldi*. Індикаторами степового моноценозу є *D. auriculatus*, *D. mariupolienis*, а лісового моноценозу – *L. terrestris*, *E. gordejefi*, *D. r. tenuis* і *D. octaedra*.

4.3. Упаковка екологічних ніш дощових черв'яків у екологічному гіперпросторі

Упакування екологічних ніш в екологічному просторі, заданому осями 1-4 представлено на рисунку 4.3.

Розподіл ніш у просторі осей 1 і 2 показує купчасте розташування центроїдів переважної більшості видів дощових черв'яків. На периферії екологічного простору перебувають *D. auriculatus* і *D. mariupolienis* (це також стосується для проекції в осях 3 і 4), а також *E. tetraedra* і *L. rubellus*. Ця пе-

риферійність сполучена з низькою чисельністю та рідкісною зустрічальністю. Очевидно, що маргінальне розташування в екологічному просторі значно дистанціює ці види від інших представників дощових черв'яків, однак критичні екологічні режими істотно лімітують популяції цих видів.

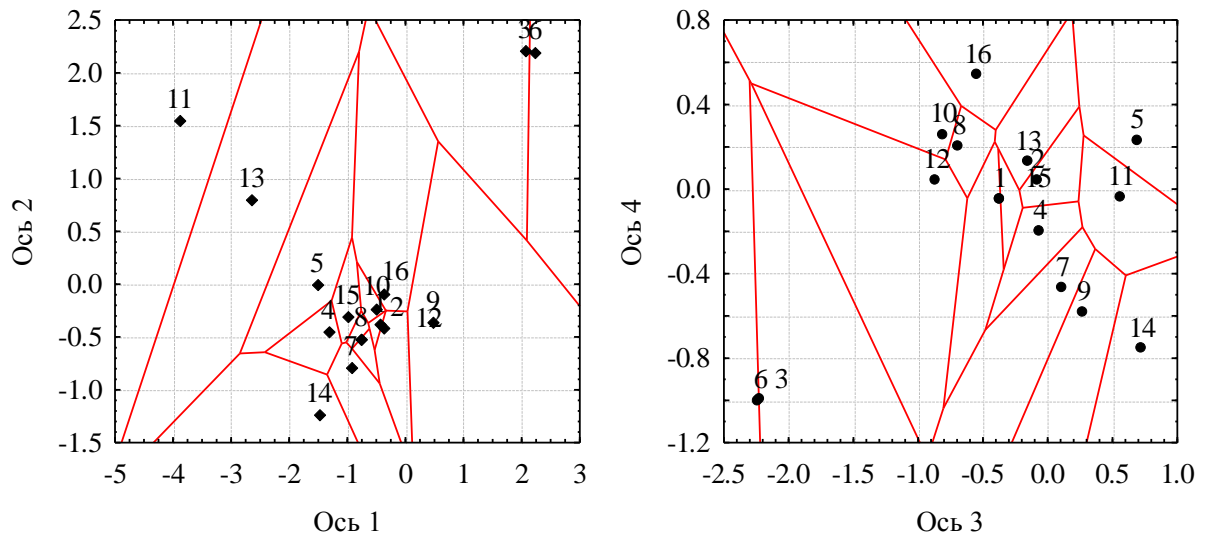


Рис. 4.3. Розбивка екологічного простору екологічними нішами видів дощових черв'яків (діаграма Вороного)

Умовні позначення: точки – центроїди екологічних ніш; нумерація видів – див. табл. 1

Компактне розташування центроїдів переважного числа видів дощових черв'яків у просторі осей 1 і 2 свідчить про значну однорідність в екологічному відношенні цієї групи тварин. Розбіжність екологічних ніш спостерігається більшою мірою за осями 3 і 4. Це, безумовно, свідчить про важливу роль у диференціації екологічного простору дощових черв'яків режиму трофності едафотопу та ценотичних особливостей біотопу.

4.4. Типологія лісів степової зони України та угруповання дощових черв'яків

В екології існує дві парадигми: континуалізм і структуралізм [34, 78]. Бельгардівське розуміння біогеоценозу [16, 17] поєднує у собі дві ці парадиг-

ми. Сама по собі концепція біогеоценозу є, без сумніву, реалізацією структуралістської парадигми (інша назва – органіцизм). У свою чергу, уявлення про ординати трофності та вологості едафотопу ґрунтуються на континуалістській концепції. Практично ці ординати ідентифікуються на основі фітоіндикаційних оцінок. Без урахування взаємодії між видами на основі усереднених характеристик композиції видів рослин робиться висновок про властивості едафотопу. Деревні рослини найбільше добре індикують умови трофності. Це положення значно наближене до структуралістської концепції про види-едифікатори. Трав'янисті рослини індикують умови вологості. Це уявлення наближене до континуалістської парадигми. Найближчою до ідей структуралізму є уявлення про ценоморфи. Ценоморфи вказують на пристосування рослин до різних типів угруповань. Ідея коадаптації видів в угрупованні є типово структуралістською. У більш широкому контексті ценоморфи відбивають участь виду в тому або іншому типі кругообігу речовин і потоку енергії. Таке трактування дозволяє поширити поняття ценоморфи не тільки на рослини, але й на інші живі організми як учасників функціонування екосистеми.

Граденти вологості та трофності відбивають досить загальні тренди мінливості властивостей середовища, тому закономірною є визначальна роль цих факторів у детермінації осей екологічного простору дощових черв'яків. Найважливішим є градієнт вологості. Цей результат до деякої міри є тривіальним. Цікавим представляється роль фактора трофності у визначенні екологічної ніші дощових черв'яків. Якщо вологість здійснює сильний екологічний вплив, як на рослини, так і на ґрунтових тварин, то факт впливу фактору трофності едафотопу ґрунтових тварин не є настільки очевидним. Найбільш імовірним є опосередкований вплив трофності на дощових черв'яків через ценотичні взаємодії. Це положення підтверджується також складним характером впливу трофності на дощових черв'яків, тому що фактор трофності маркує дві осі екологічного простору люмбрицид. Це дозволяє припустити, що тро-

фність едафотопу, що для рослин може виступати як екзогенний фактор, таким не є для дощових черв'яків. Цей фактор для угруповання дощових черв'яків є результатом взаємодії із ценотичним оточенням. Такий результат очевидно суперечить континуальній парадигмі, що припускає переважно екзогенну детермінацію структури угруповання.

Маркери ценотичних особливостей відіграють важливу роль у характеристиці основних осей екологічного простору дощових черв'яків. Це свідчить про те, що характер впливу вологості та трофності істотно залежить від ценотичних взаємодій, що також є підтвердженням структуралістської парадигми.

Роль розглянутих екологічних факторів – вологості та трофності, а також ценотичних особливостей біогеоценозів статистично достовірна для переважної більшості видів дощових черв'яків, але при цьому роль вказаних маркерів далеко не переважна. Дані екологічні фактори можна віднести до ландшафтно-біогеоценотичного ієрархічного рівня. Тому можемо припускати, що можуть існувати фактори іншої природи на цьому рівні, або можуть діяти інші фактори на більш низьких просторових рівнях.

Висновки по розділу

1. Параметри, які відбивають типологічні особливості біогеоценозів у цілому, мають інформаційну цінність для опису структури угруповання дощових черв'яків. Гігротоп і трофотоп є високоінформативними маркерами екологічної ніші угруповання дощових черв'яків.
2. Дощові черв'яки можуть виступати як індикатори режиму вологості, трофності та ценотичних особливостей едафотопу. Індикаторами гігрофільних та ультрагігрофільних умов є *E. tetraedra* і *L. rubellus*; ксеромезо- або мезоксерофільних умов – *O. lacteum* і *A. trapezoides*.

3. Індикатори режиму трофності едафотопу залежать від ценотичної обстановки. У межах болотних моноценозів, лісових моноценозів та лучно-лісових амфіценозів індикаторами мегатрофних умов є *E. tetraedra*, *O. lacteum* і *E. nordenskioldi*, а оліготрофних – *L. terrestris* і *D. octaedra*. У межах болотно-го моноценозу, лучно-степового амфіценозу, лучно-лісового амфіценозу і лісо-степового амфіценозу індикаторами мегатрофних стацій є *D. auriculatus*, *D. mariupolienis*, *H. tuberculatus* і *E. nordenskioldi*, оліготрофних – *L. terrestris*, *D. veneta*, *E. tetraedra*, *D. r. tenuis*.
4. Отримані результати більшою мірою можуть бути пояснені в рамках структуралістської парадигми в екології. Це стосується важливої ролі у диференціації екологічного простору дощових черв'яків, режиму трофності едафотопу та ценотичних особливостей біотопу, що є результатом внутришньоценотичних взаємодій.

Розділ 5
ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ
ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗАЦІЇ УГРУПОВАНЬ

5.1. Екологічні та еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків

RLQ-аналіз дозволяє встановити зв'язок між властивостями середовища (виражені у вигляді R-матриці), розподілом видів по біотопах (L-матриця) та властивостями видів (або *traits*, Q-матриця). У таблицях 5.1 та 5.2 наведена Q-матриця, яка містить інформацію про обрані для аналізу екологічні та еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків регіональної фауни.

Таблиця 5.1

Екологічні та еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків
(Q-матриця)

Види	С-значення, пг	Топоморфи			Простоміум		Fl at	Set	L	W	logW / log L
		Ep	End	An	Epi	Tan					
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	1.10	0	1	0	1	0	0	0	140	4.00	0.28
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duges, 1828)	0.67	0	1	0	1	0	1	0	180	5.00	0.31
<i>Dendrobaena auriculata</i> (Rosa, 1897)	1.15*	0	1	0	1	0	0	1	70	2.50	0.22
<i>Dendrobaena nassonovi</i> (Kulagin, 1889)	0.46*	0	0	1	1	0	1	1	450	12.00	0.41
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	1.20	1	0	0	1	0	0	1	60	4.00	0.34
<i>Eisenia veneta</i> (Rosa, 1886)	0.46	1	0	0	1	0	0	1	110	6.00	0.38
<i>Dendrodrilus rubidus</i> (Savigny, 1826)	1.24	1	0	0	1	0	0	1	60	4.00	0.34
<i>Eisenia fetida</i>	0.70	1	0	0	1	0	1	0	75	4.50	0.35

Види	С-значення, пг	Топоморфи			Простоміум		Flat	Set	L	W	logW / log L
		Ep	End	An	Epi	Tan					
(Savigny, 1826)											
<i>Eisenia gordejefi</i> (Michaelsen, 1899)	0.80*	0	1	0	1	0	0	0	180	5.00	0.31
<i>Eisenia nordenskioldi</i> (Eisen, 1879)	0.91*	1	0	0	1	0	0	0	115	6.00	0.38
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	0.90	1	0	0	1	0	0	0	60	4.10	0.34
<i>Proctodrilus tuberculatus</i> (Cernosvitov, 1935)	0.78*	0	1	0	1	0	0	0	70	3.50	0.29
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister, 1843)	0.43	1	0	0	0	1	1	0	100	6.00	0.39
<i>Lumbricus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	0.60	0	0	1	0	1	1	0	350	10.00	0.39
<i>Octodrilus transpadanus</i> (Rosa, 1884)	0.70	0	0	1	1	0	1	1	400	11.00	0.40
<i>Octolasion lacteum</i> (Orley, 1885)	0.90	0	1	0	1	0	0	1	180	5.00	0.31

Умовні позначення: * – розрахункові значення ваги геному; С-значення – вага геному; Ep – епігейні; End – ендогейні; An – норники; Epi – простоміум епілобічний; Tan – простоміум танілобічний; Flat – сплющений каудальний кінець тіла (1) або не сплющений (0); Set – щетинки зближені попарно (1), або не зближені (0); L – максимальна довжина тіла (мм); W – максимальний діаметр тіла (мм)

Розмір геному дощових черв'яків степового Придніпров'я варіює у межах від 0,43 (*Lumbricus rubellus*) до 1,24 пг (*Dendrodrilus rubidus*). Слід відзначити, що існує не повна інформація про розмір геномів тварин родини Lumbricidae, у тому числі представлених у фауні регіону, тому потрібна інформація була відтворена за допомогою регресійного аналізу. Встановлено, що розмір геному негативно корелює з довжиною (L) та шириною (W) тіла черв'яків ($r = -0.50$, $p = 0.05$ та $r = -0.61$, $p = 0.01$ відповідно), а також відношенням LOGW/LOGL ($r = -0.63$, $p = 0.01$). Між довжиною окремого сегменту та розміром геному знайдена позитивна кореляція ($r = 0.48$, $p = 0.05$).

Дошові черв'яки можуть бути розподілені в три функціональні групи [за 155], або топоморфи [за 48]: епігейні, ендегейні та норники. Група епігейних, або підстилкових та ґрунтово-підстилкових [88] видів складається з 8 видів: *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia veneta*, *Dendrodrilus rubidus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Eiseniella tetraedra*, *Lumbricus rubellus*. Група ендегейнних дошових черв'яків дещо менш різноманітна та складається з 6 видів: *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapezoides*, *Dendrobaena auriculata*, *Eisenia gordejefi*, *Proctodrilus tuberculatus* та *Octolasion lacteum*. Група норників найменша за своїм видовим багатством та складається з 3 видів: *Dendrobaena nassonovi*, *Lumbricus terrestris*, *Octodrilus transpadanus*. Серед норників найбільш типовим є *Octodrilus transpadanus*, тоді як інші зустрічаються дуже рідко. Так, в природних умовах *Lumbricus terrestris*, який є досить поширеним у місцеперебуваннях Лісостепу [58, 97], в умовах Степу зустрінутий нами тільки в байраку північного географічного варіанту [16] Капітанівський на півночі Дніпровської області. У свою чергу зустрічі *Dendrobaena nassonovi* тяжіють до південних районів Дніпровщини.

На першому сегменті (перистоміумі) у дошових черв'яків розташований ротовий отвір, над яким нависає виступ – головна лопать (простоміум). Форма головної лопаті в різних видів може бути трьох типів, які представляють серію змін від найбільш примітивного пролобічного типу, що є незалежним від перистоміума (перший дійсний сегмент) до танілобічного типу, що є язичком, який повністю розділяє перистоміум. У більшості видів дошових черв'яків простоміум належить до епілобічного типу. Найпримітивніший пролобічний тип може бути виявлений у деяких видів «архаїчного» роду *Allolobophora*. Танілобічний тип характеризує рід *Lumbricus*, але рідко зустрічається в інших видів з пурпурною пігментацією [48].

Серед досліджених видів простоміум представлений двома морфами – епілобічною та танілобічною. Остання морфа властива представникам роду

Lumbricus, за чим її представники є відмінними від інших видів регіональної фауни. Т. С. Перель [88] відзначає, що дощові черв'яки, які застосовують у їжу перегній, не пігментовані або дуже слабо пігментовані та мають циліндричну форму тіла. Головна лопать в них епілобічна або про-епілобічна. Вони менш рухливі, ніж черв'яки, які живляться рослинними залишками, мають більш примітивний пучкуватий тип розташування м'язових волокон. В. В. Іванців [58] вважає танілобічну лопать більш прогресивною, яка виникла як адаптація до механічної фрагментації підстилки.

Сплющена форма хвостового кінця тіла властива мешканцям підстилки, тобто як правило великим епігейним формам та норникам. Тому, окрім норників, ця особливість встановлена для мешканця скупчень рослинних залишків, що розкладаються *Eisenia fetida*, підстилкового *Lumbricus rubellus* та ендегейного *Aporrectodea trapezoides*, який за класифікацією Т. С. Перель [88] належить до верхньоярусних власнегрунтових форм.

У дощових черв'яків перший сегмент позбавлений щетинок. На всіх інших сегментах в *Lumbricidae* є по 8 щетинок, розташованих поодинокі (не наближених або мало наближених), або парами (сильно наближених). Поп [88] був першим, хто розпізнав, що розташування щетинок є важливою ознакою для визначення родів *Lumbricidae*. Попарно зближені щетинки вважаються примітивною ознакою [227]. Серед досліджених видів дощових черв'яків 7 мають попарно зближені щетинки, а у 9 – відповідно щетинки не наближені попарно.

Розміри дощових черв'яків є важливою морфо-екологічною ознакою. Як відмічає В. В. Іванців [58], ґрунтові олігохети двічі змінювали розмір свого тіла продовж філогенетичного розвитку. При переході від водного до ґрунтового середовища вони збільшилися у багато разів. Пізніше, при виході їх на поверхню ґрунту, відбулося зменшення розмірів тіла. Максимальна довжина дощових черв'яків регіональної фауни варіює у межах від 60

(*Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus*, *Eiseniella tetraedra*) до 450 мм (*Dendrobaena nassonovi*). Між довжиною та шириною тіла в дощових черв'яків існує сильний кореляційний зв'язок ($r = -0.94$, $p = 0.00$). Ступінь подовженості тіла характеризує відношення логарифму ширини до логарифму довжини тіла. Цей показник варіює від 0,27 (*Dendrobaena auriculata*) до 0,41 (*Dendrobaena nassonovi*).

У просторі, який заданий вимірами довжини тіла дощових черв'яків та його подовженості, чітко можуть бути виокремлені представники основних функціональних груп (рис. 5.1).

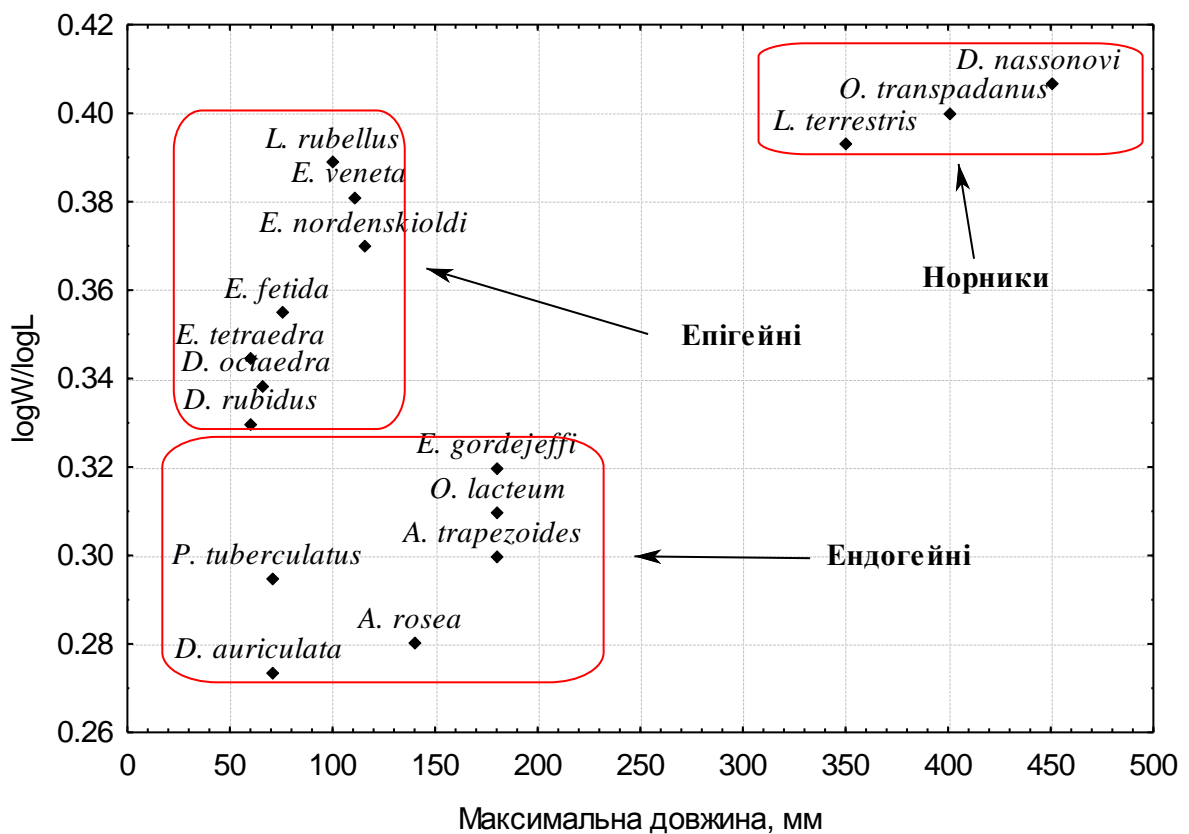


Рис. 1. Залежність ступеню подовженості тіла дощових черв'яків від їх довжини

Таблиця 5.2

Еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків
(Q-матриця, продовження)

Види	Кількість сегментів		Довжина сегментів, мм	Dors_pore		Клітелюм		Gland	Забарвлення		
	Min	Max		N	%	Початок	Довжина		1	2	3
<i>Aporrectodea rosea</i>	90	170	0.82	4	3.08	24	9	1	0	1	0
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	100	200	0.90	9	6.00	26	9	1	1	0	0
<i>Dendrobaena auriculata</i>	90	140	0.50	4	3.48	23	11	0	0	1	0
<i>Dendrobaena nassonovi</i>	120	300	1.50	5	2.38	25	7	1	0	0	1
<i>Dendrobaena octaedra</i>	75	100	0.60	4	4.57	27	7	0	0	0	1
<i>Eisenia veneta</i>	90	140	0.79	5	4.35	26	6	1	0	0	1
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	70	110	0.55	5	5.56	26	5	0	0	0	1
<i>Eisenia fetida</i>	75	140	0.54	4	3.72	26	6	1	0	0	1
<i>Eisenia gordejefi</i>	95	175	1.03	4	2.96	22	12	0	0	1	0
<i>Eisenia nordenskioldi</i>	80	135	0.85	4	3.72	26	7	0	0	0	1
<i>Eiseniella tetraedra</i>	70	120	0.50	4	4.21	22	5	1	1	0	0
<i>Proctodrilus tuberculatus</i>	80	126	0.56	4	3.88	25	8	1	0	1	0
<i>Lumbricus rubellus</i>	90	145	0.69	5	4.26	26	6	0	0	0	1
<i>Lumbricus terrestris</i>	110	270	1.30	8	4.21	32	5	1	0	0	1
<i>Octodrilus transpadanus</i>	115	252	1.59	12	6.54	30	7	0	1	0	0
<i>Octolasion lacteum</i>	95	173	1.04	8	5.97	30	5	0	0	1	0

Умовні позначення: Dors_pore – розташування проміжсегментних пор (N – порядок від першого сегменту; % – від загальної кількості сегментів); Gland – чоловічий статевий отвір оточений здуттям, яке виходить за краї сегменту (1), або не виходить за краї сегменту (0); забарвлення: 1 – буре; 2 – відсутнє; 3 – червоно-коричнєве, або червоно-фіолетове

Мешканці підстилки, як епігейні форми, так і норники, відрізняються більш високими значеннями відношення $\log W / \log L$, що свідчить про те, що форма їх тіла менш подовжена, ніж форма тіла ендегейних форм. Норники загалом є найбільшими за розмірами та найменш видовженими представниками Lumbricidae. Розмірні показники ендегейних та епігейних форм дещо перетинаються, хоч і для ендегейних дощових черв'яків загалом властиві більш великі розміри.

Кількість сегментів дощових черв'яків (табл. 5.2) закономірно залежить від довжини тіла. Максимальна та мінімальна кількість сегментів тісно корелює з довжиною тіла ($r = 0.97, p = 0.00$ та $r = 0.93, p = 0.00$ відповідно). У свою чергу, довжина окремого сегмента, як частка довжини тіла та кількості сегментів, позитивно корелює з логарифмом довжини тіла ($r = -0.89, p = 0.00$). Як наслідок, в найбільш великих дощових черв'яків спостерігається така особливість, як псевдосегментація. Її роль важлива у перистальтиці травної системи [58].

Для порівняння відносної довжини сегментів у різних за розміром дощових черв'яків може бути обрахований показник подовженості сегментів як відношення логарифму довжини сегменту до логарифму довжини тіла: $\log SL / \log L$. Простір, який заданий ступенем подовженості сегментів та ступенем подовженості тіла дощових черв'яків дозволяє встановити наявність груп видів, які повністю відповідають життєвим формам дощових черв'яків за Т. С. Перель [88] (рис. 5.2). У цьому просторі група норників займає чітко відокремлену позицію. Для них характерна низька подовженість тіла та висока подовженість сегментів.

Відносною довжиною сегментів від норників відрізняються ґрунтово-підстилкові черв'яки. У свою чергу, група епігейних (за Vouche [155]) чітко диференціюється на ґрунтово-підстилкових та підстилкових (за Перель, [88]) дощових черв'яків. Вони чітко розрізняються за подовженістю тіла та подо-

вженістю сегментів. Грунтово-підстилкові мають дещо менш подовжене тіло та подовжені сегменти, ніж представники групи підстилкових.

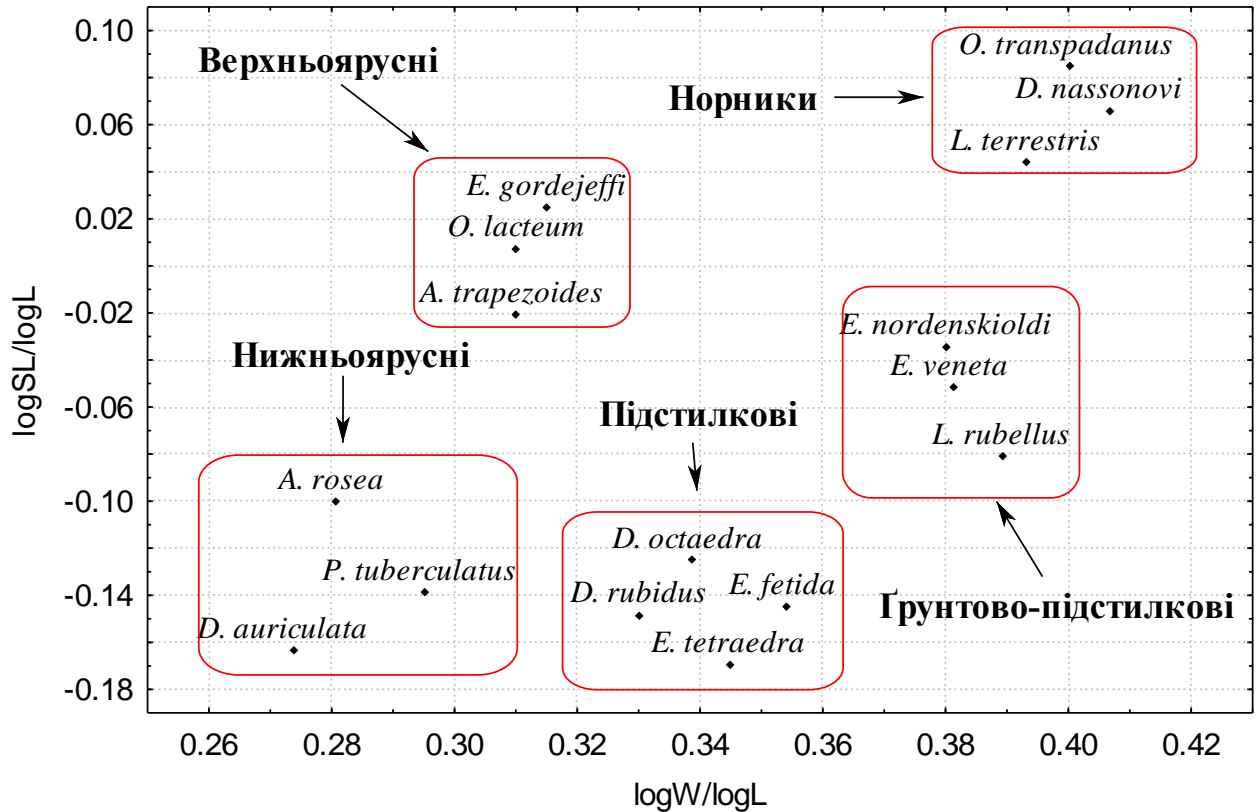


Рис. 5.2. Залежність подовженості сегментів (вісь ординат) від ступеню подовженості тіла дощових черв'яків

Ендогейні дощові черв'яки відрізняються більшою подовженістю тіла від норників та епігейних. Верхньоаярусні порівняно з нижньоаярусними наближені до норників за формою сегментів тіла. Вона в них більш подовжена. Таким чином, за морфологічними ознаками, комплекс регіональної фауни розбивається на групи, які більшою мірою відповідають життєвим формам Т. С. Перель [88], які можна розглядати як більш детальний варіант загальної класифікації екологічних груп дощових черв'яків за Буше [155].

На спинному боці тулуба дощового черв'яка по середній лінії в міжсегментних борозенках розташовуються спинні пори. Положення першої дорзальної пори в особин одного виду більш чи менш постійне. В Lumbricidae у

більшості видів перша спинна пора відкривається в міжсегментній борозенці 4/5 (рідко 3/4) або далі до заду. Іноді спинні пори відсутні або їх важко знайти. Цей показник у деяких випадках демонструє високу мінливість навіть у межах однієї популяції, тому він має обмежене значення для таксономії. В. В. Іванців [58] вважає, що виникнення спинних пор виявилось однією з умов морфо-екологічної адаптації предків олігохет до життя в ґрунті. Спинні пори знаходяться в міжсегментних борознах уздовж медіальної дорзальної лінії. Через них дощові черв'яки виділяють ціломічну рідину на поверхню тіла і зволожують її. Була показана спряженість у розташуванні перших міжсегментних пор люмбрицид з польовою вологістю едафотопів [58]. У значній кількості представників фауни дощових черв'яків регіону спинні пори відкриваються у міжсегментну борозенку 4/5 (8 видів, або 50 %). Слід відзначити, що серед 22 видів представників фауни люмбрицид західного регіону України таких видів тільки 7 (або 31,8 %). Така особливість також може свідчити про важливу роль розташування спинних пор у адаптації до режиму дефіциту вологості у ґрунті. У п'ятьох видів пори починаються з міжсегментної борозенки 5/6, а в двох – з 8/9, та в одного – з 9/10 та 12/13.

Для порівняння розташування спинних пор більш придатним може бути коефіцієнт, який вказує порядок розташування першої пори відносно загальної кількості сегментів (у %). За цим показником найближчим до простоміума розташуванням спинних пор характеризуються види, які добре адаптовані до дефіциту вологи: *D. nassonovi*, *E. gordejeffi*, *A. rosea*, та *D. auriculata*. Найдалше від простоміуму спинні пори відкриваються у досить вологолюбних видів: *E. tetraedra*, *D. rubidus*, *O. lacteum*, *A. trapezoides* та *O. transpadanus*.

Клітелюм виконує важливу роль у розмноженні. Його розташування, поряд з іншими морфологічними особливостями, є суттєвим для видової ідентифікації дощових черв'яків. У сукупність морфо-екологічних особливостей

цей показник, поряд с особливостями морфології чоловічого статевого отвору, було включено з дослідницькою ціллю.

Частина дощових черв'яків має порфіриновий пурпуровий пігмент, розташований у пігментних клітинах у субкутикулярному м'язовому шарі [58]. Зафарблення покривів нерідко помітно змінюється й вицвітає після фіксації. Однак наявність пігментації майже завжди можна встановити, особливо при розтинанні на розрізі (пігмент утримується в м'язовій тканині). Пігментація може бути пурпуровою, бурою, різних відтінків зеленою. Рідко через присутність меланіну черв'яки бувають майже чорними. Крізь покриви може просвічувати порожнинна рідина, тому деякі види мають яскраве жовте зафарблення [48].

Пігментація має важливу роль для пристосування у відповідному шарі ґрунту. Підстилкові форми звичайно пігментовані, ґрунтово-підстилкові та норники мають більш пігментовану дорсальну та передню частину тіла. Ґрунтові форми не мають пігментації, тому мають або біле, або рожеве забарвлення, або різні переходи між бурим та сірим кольорами. Нами були встановлені наступні типи забарвлення дощових черв'яків: бурі, депігментовані форми та червоно-фіолетові або червоно-коричневі форми.

Такий підхід дещо спрощує відображення реальних кольорових особливостей. Так, *E. tetraedra*, який як правило, має оливковий колір, віднесено до категорії бурих. Але одержана формалізація більш придатна для подальшого статистичного аналізу.

5.2. RLQ-аналіз факторів середовища, екологічних особливостей дощових черв'яків та структури їх угруповань

Так як RLQ-аналіз максимізує коваріацію між властивостями видів та змінними навколишнього середовища з урахуванням матриці розподілу видів

по місцеперебуванням, важливо оцінити ступінь компромісу якості відображення первинних даних, який може бути досягнутий (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Підсумок RLQ-аналізу ($\text{covar} = \text{sdR} \cdot \text{sdQ} \cdot \text{corr}$)

Осі	Власне число (eig)	Коваріація ($\text{covar} = \text{eig}^2$)	Варіація факторів середовища (sdR)	Варіація властивостей видів (sdQ)	Кореляція видів серед сайтів (corr)
1	1.58	1.26	1.83	2.20	0.31
2	0.18	0.42	1.24	1.95	0.17
3	0.09	0.30	1.28	1.27	0.19
4	0.04	0.19	1.22	0.81	0.20

Перші чотири осі, одержані при RLQ-аналізі пояснюють 98,6 % загальної інерції. Вісь 1 віддзеркалює 82,7 % інерції, вісь 2 – 9,3 %, вісь 3 – 4,7 % та вісь 4 – 2,0 %. Можна порівняти результати RLQ-аналізу з окремими аналізами, які незалежно максимізують структуру властивості видів (аналіз Хілла-Сміта властивостей видів), структуру факторів навколишнього середовища (аналіз Хілла-Сміта змінних гігротопу та трофотопу та ценотичних маркерів) та кореляцію (аналіз відповідностей таблиці види-сайти). Варіація факторів середовища досить рівно розподілена між першими чотирма осями, одержаних після RLQ-аналізу. Відносно більшу варіацію пояснює вісь 1 для варіації властивостей видів, внаслідок чого наступні осі пояснюють прогресивно меншу частку варіації. Вісь 1 пояснює значно більшу кореляцію видів (0,31), ніж кожна з трьох наступних осей.

Рішення, яке одержане у результаті RLQ-аналізу, слабо відрізняється від результатів аналізу Хілла-Сміта змінних факторів середовища, дещо відмінне від результатів аналізу Хілла-Сміта властивостей видів та значно відмінне від аналізу відповідностей матриці види-сайти (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Порівняння результатів RLQ-аналізу з ординарними багатовимірними процедурами аналізу матриць даних

Осі	Інерція та коінерція для факторів середовища (матриця R)		
	Інерція	Максимальна інерція	Співвідношення
1	3.33	3.55	0.94
2	4.88	6.17	0.79
3	6.50	7.61	0.86
4	7.99	8.74	0.91
Інерція та коінерція для властивостей видів (матриця Q)			
	Інерція	Максимальна інерція	Співвідношення
1	4.86	8.40	0.58
2	8.68	14.39	0.60
3	10.28	17.07	0.60
4	10.94	18.81	0.58
Кореляція видів серед сайтів (матриця L)			
	Кореляція	Максимальна кореляція	Співвідношення
1	0.31	0.74	0.42
2	0.17	0.58	0.30
3	0.19	0.56	0.33
4	0.20	0.53	0.37

Множинний тест може бути застосований для оцінки глобальної вірогідності відношень властивості видів – фактори навколишнього середовища. Тест базується на загальній інерції (рис. 5.3). Тест показав статистично вірогідний характер взаємозв'язку властивостей видів та факторів навколишнього середовища ($p = 0,001$).

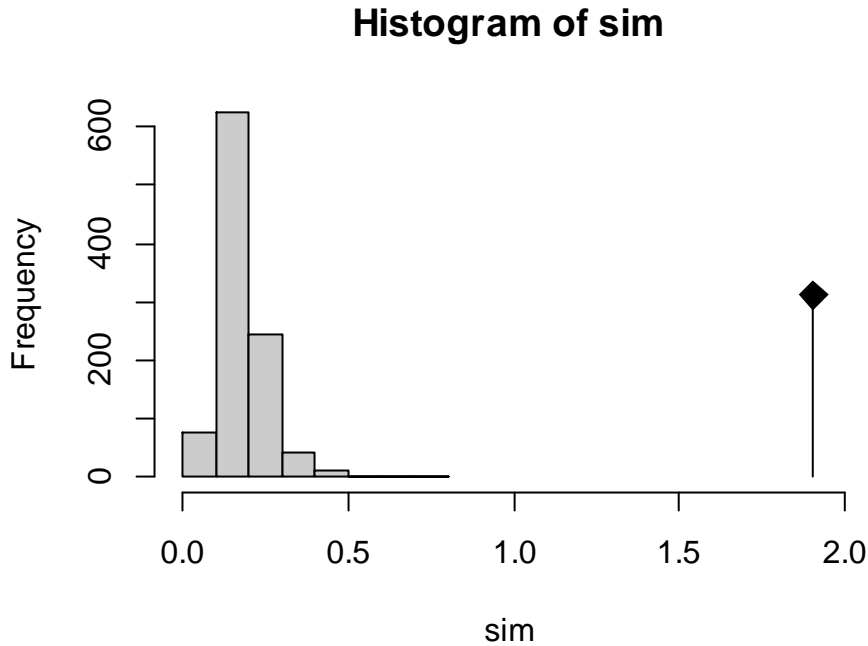


Рис. 5.3. Результати множинного тесту вірогідності відношень властивості видів – фактори навколишнього середовища. Ромб – спостережуване значення загальної інерції, гістограма розподілу – значення інерції для 999 випадкових альтернатив.

RLQ-ось 1 тісно корелює з показником вологості гігротопу (табл. 5.5). Хоч встановлений статистично вірогідний коефіцієнт кореляції з нелінійним членом H^2 , зв'язок з показником пологості RLQ-осі 1 є монотонним, так як точка екстремуму знаходиться поза межами діапазону мінливості значень осі (рис. 5.4). Залежність від рівня мінерального живлення RLQ-осі 1 статистично менш вірогідна, так як трофотоп більшою мірою обмежує верхню границю значень цієї осі (рис. 5.5). Важливим аспектом варіювання RLQ-осі 1 є взаємозв'язок трофотопа та гігротопа у впливі на цю вісь. У визначені цієї осі важливу роль відіграє також ценотична компонента. Від'ємні значення RLQ-осі 1 пов'язані з болотними ценозами, а позитивні – з лучно-степовим амфіценозом, лісовим псевдомоноценозом із елементами остепніння, лісо-степовим амфіценозом та степовим моноценозом.

Таблиця 5.5

Зважена кореляція RLQ-осей та факторів середовища

Фактори середовища		RLQ 1	RLQ 2	RLQ 3	RLQ 4
Гігротоп (H)		-0.96	0.00	-0.23	0.13
Трофотоп (T)		-0.06	-0.75	0.64	-0.76
H ²		-0.96	-0.01	-0.07	0.08
T ²		0.03	-0.74	0.72	-0.73
H·T		-0.90	-0.32	0.07	-0.29
Кластер 1	–	0.20	-0.07	-0.11	0.03
	+	-2.09	0.69	1.19	-0.29
Кластер 2	–	-0.06	-0.02	0.33	-0.30
	+	0.13	0.03	-0.64	0.57
Кластер 3	–	-0.05	-0.10	-0.04	0.01
	+	1.02	2.13	0.85	-0.32
Кластер 4	–	0.17	0.16	0.19	-0.08
	+	-0.29	-0.27	-0.32	0.13
Кластер 5	–	-0.07	-0.09	-0.03	0.12
	+	1.09	1.32	0.43	-1.88
Кластер 6	–	-0.04	0.04	0.01	0.10
	+	0.93	-0.87	-0.19	-2.47
Кластер 7	–	-0.10	0.11	-0.19	-0.01
	+	1.63	-1.83	3.08	0.14

RLQ-осі 2 та 3 відображають вплив трофотопу на структуру угруповань дощових черв'яків. Із ценотичних маркерів з мінімальними значеннями RLQ-осі 2 найбільшою мірою пов'язані лучно-степовий амфіценоз та лісовий псевдомоноценоз із елементами остепніння (бідні ґрунти), а з максимальними – степовий моноценоз (багаті ґрунти). RLQ-вісь 3 також відбиває роль трофотопу, її відмінність від RLQ-осі 2 полягає у специфічному переліку ценотичних маркерів, якими ця ось пов'язана. Найбільшим зв'язком RLQ-вісь

3 характеризується з степовим моноценозом (негативні значення, найбагатші едафотопи).

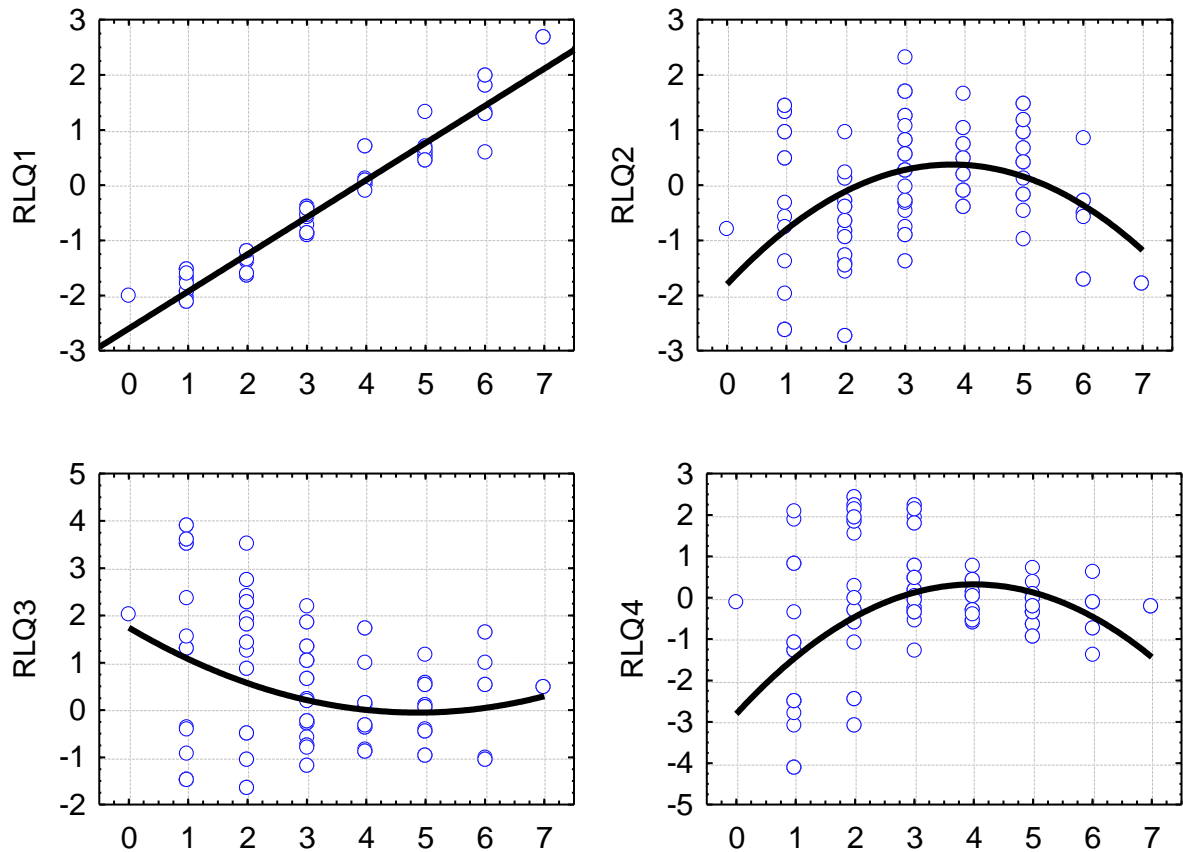


Рис. 5.4. Залежність значень RLQ-осей від рівня зволоження гігротопу (вісь абсцис)

Для RLQ-осі 4 властивим є чітко позначений нелінійний зв'язок як з гігротопом, так і трофотопом едафотопу. Тому характеристичним для цієї осі є перелік ценотичних маркерів, з якими вона пов'язана. RLQ-вісь 4 найбільш чутлива до лісо-степового амфіценозу та лісового псевдомоноценозу із елементами остепніння.

Таким чином, з чотирьох встановлених RLQ-осей перша вісь відбиває переважне значення режиму зволоження едафотопу, а осі 2–4 – відбивають переважне значення режиму трофності едафотопу. Для всіх осей суттєвою є ценотична компонента, тобто характер впливу факторів вологості та трофно-

сті едафотопу залежить від ценотичної обстановки. Осі 1, 2 та 4 відбивають також взаємозв'язок гігратопу та трофотопу у своєму впливові на угруповання дощових черв'яків.

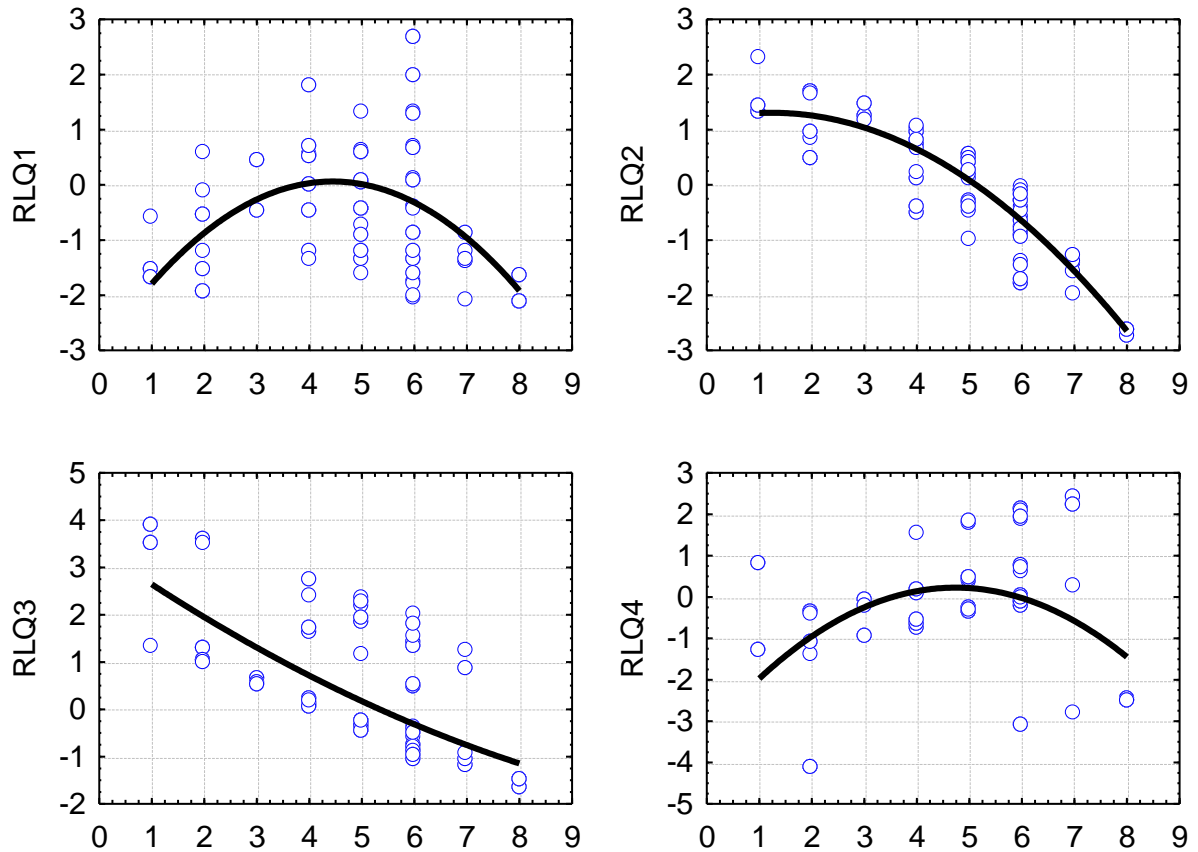


Рис. 5.5. Залежність значень RLQ-осей від рівня мінерального живлення трофотопу (вісь абсцис)

Вплив факторів середовища на угруповання дощових черв'яків супроводжується змінами на еколого-морфологічному рівні. RLQ-вісь 1 тісно пов'язана з співвідношенням топоморф в угрупованні. Негативні значення осі пов'язані з більшою часткою епігейних форм, а позитивні – ендегейних та меншою мірою – норників. Також до цієї осі чутливий такий показник, як форма простоміума. Негативні показники RLQ-осі 1 супроводжуються більшою часткою черв'яків з танілобічною лопаттю, а позитивні – епілобічною.

Також до цієї осі чутливі показники, які відбивають розмір тіла черв'яків (довжина, кількість сегментів), а також, що досить цікаво, маркер форми чоловічого статевого отвору. Більш вологі стації заселяють черв'яки, серед яких отвір на 15 сегменті не має здуття, або воно не виходить за межі цього сегменту. Навпаки, у більш посушливих стаціях переважають черв'яки, у яких статевий отвір оточений здуттям, яке заходить на сусідні сегменти.

Забарвлення також чутливе до значень RLQ-осі 1. Негативні значення (вони позначають більш вологі стації) відповідають переважанню в угрупованні черв'яків з червоно-коричневим та червоно-бурим забарвленням, а позитивні значення (посушливі стації) – відповідають переважанню черв'яків без пігментації.

Для осей 2–4, які найбільш чутливі до трофотопу, встановлений значний рівень кореляції з вагою геному люмбрицид. Найбільш чутливим маркером RLQ-осі 2 є наявність у дощових черв'яків сплющеного каудального кінця тіла та бурого забарвлення. Відповідно до значень RLQ-осі 2, бідні ґрунти більшою мірою заселяються угрупованнями дощових черв'яків, серед яких переважають епігейні форми, а в більш багатих – ендегейні та норники.

Вісь RLQ-3 найбільш чутлива до ролі в угрупованні норників з танілобічним простоміумом з одного боку та тварин з епілобічним простоміумом – з іншого. Вісь RLQ-4 найбільш чутлива також до ролі норників, чисельність яких знаходиться у цьому випадку у від'ємному зв'язку з чисельністю ендегейних форм.

Інформацію про кореляцію морфо-екологічних властивостей дощових черв'яків та екологічних факторів наведено в Додатку 2. Ці відомості мають додатковий характер для оцінки ролі факторів середовища у варіюванні властивостей дощових черв'яків.

Таблиця 5.6

Зважена кореляція RLQ-осей та морфо-екологічних властивостей
дощових черв'яків

Властивості		RLQ1	RLQ2	RLQ3	RLQ4
<i>Вага геному</i>					
(С-значення)		-0,02	-0,82	-0,77	-0,25
<i>Топоморфи</i>					
Епігейні	-	0,71	0,51	0,36	0,08
	+	-1,21	-0,87	-0,61	-0,13
Ендогейні	-	-0,83	-0,51	-0,11	0,28
	+	0,80	0,49	0,10	-0,27
Норники	-	-0,05	-0,08	-0,20	-0,21
	+	0,34	0,61	1,44	1,57
<i>Морфологічні особливості</i>					
Простоміум епілобічний	-	-1,87	0,94	1,45	0,28
	+	0,15	-0,07	-0,12	-0,02
Простоміум танілобічний	-	0,15	-0,07	-0,12	-0,02
	+	-1,87	0,94	1,45	0,28
Сплощений каудальний кінець тіла	-	-0,07	-0,65	-0,56	-0,47
	+	0,12	1,06	0,90	0,77
Щетинки зближені попарно	-	0,20	0,44	0,40	-0,04
	+	-0,31	-0,68	-0,60	0,06
Довжина тіла (L)		0,46	0,54	0,66	0,46
Діаметр тіла (W)		0,05	0,34	0,62	0,49
logW/logL		-0,60	-0,06	0,26	0,34
Мінімальна кількість сегментів		0,59	0,77	0,73	0,40
Максимальна кількість сегментів		0,61	0,76	0,78	0,43
Довжина сегментів		0,62	0,59	0,56	0,20
Розташування проміжсегментних пор	N	0,37	0,70	0,41	0,39
	%	-0,01	0,55	-0,03	0,24
Початок клітелюма		-0,10	0,08	-0,08	0,18
Довжина клітелюма		0,65	0,35	0,25	0,28
Чоловічий статевий отвір оточений здуттям, який виходить за краї сегменту	-	-0,60	-0,55	-0,45	-0,16
	+	0,60	0,55	0,45	0,16
<i>Забарвлення</i>					
Буре	-	-0,21	-0,49	-0,31	-0,33
	+	0,44	1,03	0,64	0,69
Відсутнє	-	-0,40	0,06	0,06	0,39
	+	0,89	-0,12	-0,14	-0,88
Червоно-коричневе, червоно-фіолетове	-	0,66	0,47	0,26	-0,07
	+	-1,13	-0,80	-0,44	0,13

5.3. Класифікація дощових черв'яків на основі результатів RLQ-аналізу

На основі значень RLQ-осей види дощових черв'яків були класифіковані засобами кластерного аналізу (рис. 5.6). Було встановлено існування чотирьох кластерів, або функціональних груп дощових черв'яків.

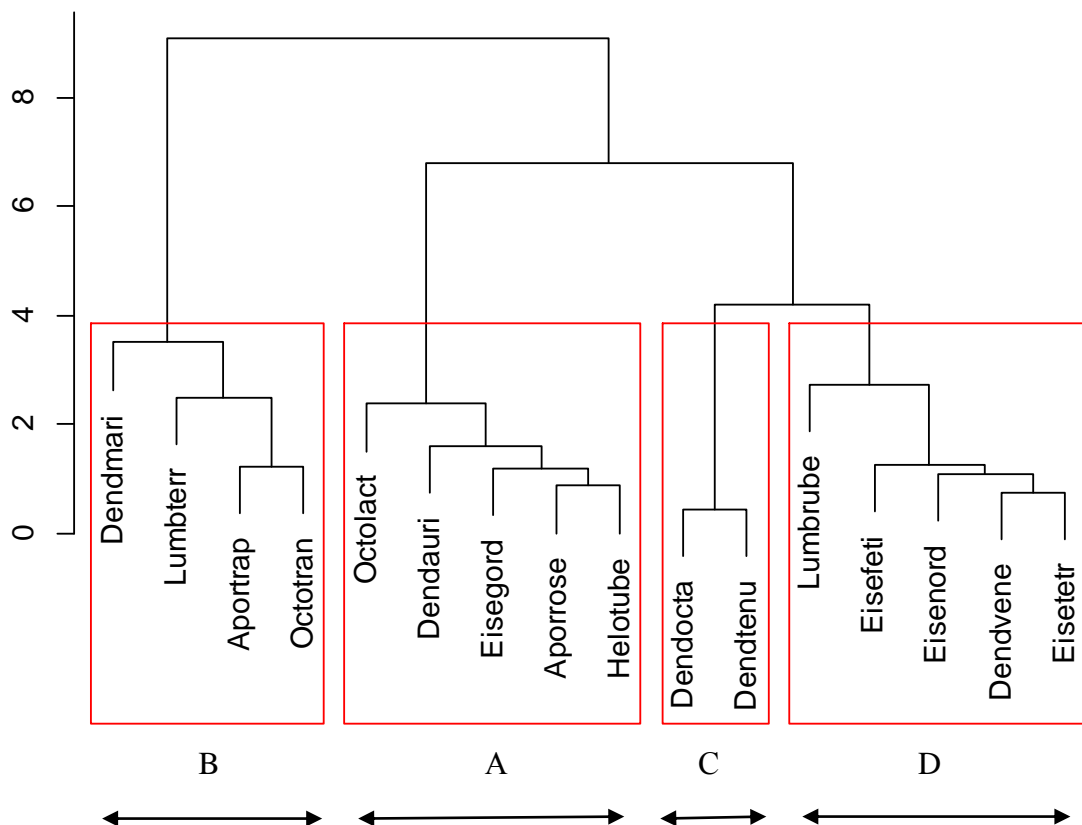


Рис. 5.6. Кластерний аналіз угруповання дощових черв'яків на основі результатів RLQ-процедури (евклідова відстань, метод Варда)

Умовні позначення: А – D – кластери

Кластер *A* включає у себе *A. rosea*, *D. auriculata*, *E. gordejefi*, *P. tuberculatus*, *O. lacteum*. Ця група представлена ендегейними дощовими черв'яками. Кластер *A* займає область позитивних значень осі 1, індиферентний до осей 2–4 (рис. 5.7). Таким чином, головним фактором, який спричинює існування кластеру *A* – це фактор вологості.

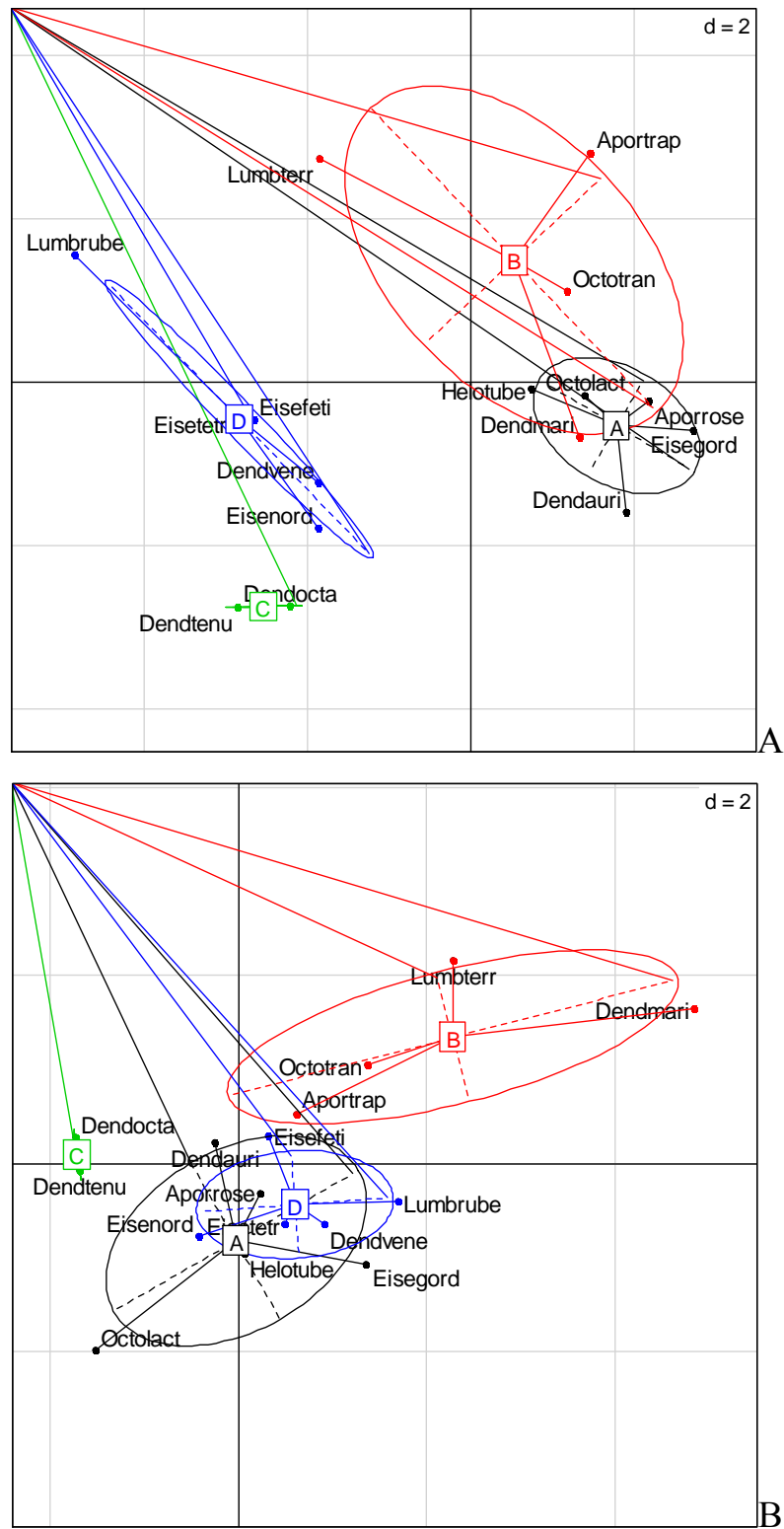


Рис. 5.7. Розміщення видів дощових черв'яків та їх функціональних груп у просторі RLQ-осей

Умовні позначення: А – осі 1 та 2; В – осі 3 та 4

Представники цієї функціональної групи надають перевагу порівняно посушливим стаціям. У морфологічному відношенні – це дощові черв'яки, які мають порівняно подовжене тіло, яке складається з великої кількості сегментів. Спинні пори розташовані від простоміуму далі, порівняно з іншими представниками люмбрицид регіональної фауни. Але цю особливість можна віднести до результату кореляції розташування першої спинної пори з розмірами тіла дощових черв'яків. Показник проценту від кількості сегментів, з якого починаються спинні пори, не пов'язаний зі значеннями RLQ-осі 1, тобто розташування спинних пор не залежить від рівня зволоження едафотопу, принаймні, для представників люмбрицида регіональної фауни.

Кластер **B** включає в себе *A. trapezoides*, *D. nassonovi*, *L. terrestris*, *O. transpadanus*. Всі черв'яки (за винятком *A. trapezoides*) належать до морфо-екологічної групи норників. Дощовий черв'як *A. trapezoides* належить до групи ендегейних. Слід ураховувати ту обставину, що розподілення на екологічні групи є досить умовним. Одержаний результат ми можемо інтерпретувати так, що залежно від умов функціональна роль норників може виконуватися у тому числі й власне-грунтовою формою *A. trapezoides*.

Позиціювання кластеру **B** визначається усіма чотирма дослідженими RLQ-осями. По RLQ-осі 1 спостерігається деяке перетинання з кластером **A**, по RLQ-осі 2 – перетинання з кластером **D**. Також певний рівень перетинання встановлений з кластерами **A** та **D** гґ RLQ-осі 3. Найбільша специфічність характерна для кластера **B** по RLQ-осі 4. Таким чином, головним структуруючим фактором, який визначає специфіку функціонального угруповання **B**, є трофотоп едафотопу та ценотичні особливості біотопу. Характерною особливістю цієї функціональної групи є тяжіння до едафотопів з помірним та бідним рівнем мінерального живлення.

Морфологічні особливості кластеру **B** полягають в наявності черв'яків зі сплющеним каудальним кінцем тіла, щетинки більшої мірою не зближені

попарно, значні розміри тіла, збільшена відстань розташування першої спинної пори від простоміуму, збільшена довжина клітелюму, чоловічий статевий отвір оточений здуттям, яке виходить за краї сегменту, забарвлення – переважно буре червоно-коричнєве або червоно-фіолетове.

Кластер *C* представлений двома епігейними видами – *D. octaedra* та *D. rubidus*. Ця функціональна група досить чітко відокремлена від інших кластерів. Найбільший рівень відмінностей кластеру *C* від інших кластерів спостерігається по осях RLQ-осі 2 та 4. Представники цієї функціональної групи надають переваги зволоженим стаціям, що зближає їх з представниками кластеру *D*. Розбіжності між цими кластерами спостерігаються по RLQ-осі 2, що свідчить про те, що представники кластеру *C* надають перевагу більш багатим едафотопам. Про це ж свідчить й позиціонування по осі 3. Морфологічні особливості кластеру *C* полягають в наявності не сплющеного каудального кінця тіла, попарно зближені щетинки, довжина тіла не значна, чоловічий статевий отвір не оточений здуттям, яке виходить за краї сегменту, забарвлення – червоно-коричнєве або червоно-фіолетове.

Кластер *D* представлений епігейними формами – *L. rubellus*, *E. fetida*, *E. tetraedra*, *E. veneta*, *E. nordenskioldi*. Представники цієї функціональної групи надають перевагу зволоженим та перезволоженим стаціям. Розмір тіла представників цієї функціональної групи менше середнього, форма тіла – відносно розширена, клітелюм зменшений, чоловічий статевий отвір оточений здуттям, який не виходить за краї сегменту, черв'яки пігментовані.

Висновки по розділу

1. Запропонована матриця екологічних та морфо-екологічних особливостей дощових черв'яків володіє інформацією, здатною пояснити організацію та функціональну структуру угруповань дощових черв'яків.

2. Умови вологості, які виражені за допомогою кількісної характеристики гігротопу едафотопу, є визначальним фактором, який впливає на організацію угруповань дощових черв'яків, що у свою чергу, також знаходить своє відображення у еколого-морфологічних особливостях люмбрицид.

3. Трофотоп має багатовекторний вплив на організацію угруповань дощових черв'яків. Особливості цього впливу також модулюються ценотичними особливостями біоценозів.

4. Зв'язок умов вологості та трофності едафотопу з організацією угруповань дощових черв'яків, що також знаходить своє відображення у морфо-екологічних особливостях окремих видів дощових черв'яків, є підтвердженням існування екоморф дощових черв'яків – гігромороф та трофоце-номорф.

Розділ 6
ВЕРМИТРАНСФОРМАЦІЯ ВІДХОДІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ
ОРГАНІЧНОЇ СВИНИНИ

6.1. Проблема дефіциту протеїну в тваринництві та агроекологічні перспективи її вирішення

На сьогоднішній день гостро стоять питання охорони навколишнього середовища у зв'язку зі значним накопиченням органічних відходів різного походження. При збиранні та обробці врожаю зернових і кормових культур залишається велика кількість сільськогосподарських відходів. Їх вплив на навколишнє середовище не можна недооцінювати. Одним з варіантів агроекологічного вирішення даної проблеми є вермитехнологія.

Дослідження вчених багатьох країн світу підтвердило, що найперспективнішою і практично безвідходною біотехнологією переробки органічних відходів є біотехнологія за допомогою вермикультивування [28, 100].

Вермикультивування – це вирощування біомаси черв'яків і використання її для одержання високоякісних білково-вітамінних кормових добавок для тваринництва, птахівництва та рибництва [30, 93]. Штучне культивування дощових черв'яків може зіграти ключову роль у вирішенні таких питань, як висока ринкова вартість білків тваринного походження та зростаючий на них попит для використання в інтенсивному тваринництві [6].

Останнім часом на ринку величезний дефіцит органічних продуктів, тому що в процесі виробництва продуктів тваринництва використовується багато синтетичних добавок, які впливають на якість м'яса.

Виробництво екологічно безпечної тваринницької продукції можливо тільки при створенні тварині комфортних умов, екологічно безпечних кор-

мів, належних умов утримання тварин. Корми повинні бути отримані в результаті органічного землеробства та сертифіковані. Пасовища та умови утримання тварин повинні задовольняти ветеринарно-санітарним і гігієнічним вимогам [6]. Не дозволяється використати синтетичні стимулятори росту, а кормові добавки, засоби діагностики, лікування та профілактики повинні бути екологічно безпечними.

Одночасно із цим проблема білка – це одна з головних у сучасному тваринництві. Забезпечення тваринництва кормовим протеїном являє собою одне з найважливіших завдань сільського господарства та тих промислових підприємств, які можуть виробляти білкові корми або одержувати їх у вигляді відходів своїх виробництв [6, 7].

Необхідність посиленого виробництва протеїнових кормів і їхнього використання впливає з того, що максимальна продуктивність тварин може бути отримана при відповідному забезпеченні їх кормовим протеїном. Недолік протеїну в раціонах сільськогосподарських тварин призводить до зниження продуктивності, загальмовується ріст і розвиток молодняку, погіршується відтворення, знижується імунітет, у зв'язку із цим тварини стають більш схильні до захворювань. Основне завдання ведення інтенсивного свинарства – підвищення росту молодняку свиней і зниження витрат кормів на 1 кг приросту їх живої маси. За рахунок організації біологічно повноцінної годівлі, збалансування раціонів за вмістом основних поживних і біологічно активних речовин, у строгій відповідності з деталізованими нормами годівлі тварин можна домогтися високої їх продуктивності [6]. Органічне свинарство значно відрізняється від інтенсивного свинарства тим, що з раціону годівлі повністю виключені стимулятори росту, премікси, антибіотики.

Необхідність збільшення виробництва кормового протеїну викликана його недоліком, що доходить до 20–25% від потреби. У результаті дефіциту 20–25% кормового протеїну в раціонах, при забезпеченні інших факторів ха-

рчування, недоодержують 20–35% продукції, у зв'язку із цим в 1,5 рази зростає її собівартість і в 1,3–1,4 рази підвищується витрата кормів. Оптимальний рівень співвідношення в раціоні метіоніну+цистина, треоніна та триптофану до лізину з віком збільшується та становить у свиней, які знаходяться на вирощуванні, – 65:100, 67:100 і 19:100, а на заключному етапі відгодівлі – 70:100, 70:100 і 20:100 [33, 55].

Інтенсифікація тваринництва неможлива без поліпшення білкового харчування тварин. Вирішенню цієї проблеми може сприяти одержання альтернативних джерел протеїну, так, наприклад, рослинна вуглеводно-білкова кормова добавка (РВБД) вироблена у результаті вермикультивування модифікованого соняшникового лущиння за допомогою дощового черв'яка *Eisenia fetida* (Savigny 1826).

Harwood [186] і Sabine [242] показали, що в досліджах по годівлі стартових свиней тварини, які одержували додатково кормовий білок дощового черв'яка, росли так само добре, як і тварини, вирощені на комерційних кормах. На кормах з доповненнями білка дощових черв'яків поросята росли краще, ніж на комерційних кормах. Більше того, уведення в раціон тварин білка дощових черв'яків приводило до більш ранньої тички у свиноматок, збільшення опірності тварин до захворювань і зниження інцидентності діарей [197].

6.2. Агроекологічні аспекти перетворення відходів сільськогосподарського виробництва на РВБД у процесі вермикультивування

За умов дефіциту повноцінних збалансованих кормів, біологічно активних добавок (вітамінів, ферментів, амінокислот) гостро стоїть питання пошуку нових видів кормів та кормових добавок. Одним з таких продуктів являється РВБД (рослинна вуглеводно-білкова добавка), яка може бути отри-

мана на основі глибокої біологічної переробки соняшникового лушпиння з допомогою вермикультури.

Результати динаміки вермі-індукованої еколого-біохімічної трансформації сільськогосподарських відходів (лушпиння соняшнику) у РВБД наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Динаміка вермі-індукованої еколого-біохімічної трансформації сільськогосподарських відходів (лушпиння соняшнику) у РВБД

Показники	Здрібнене лушпиння		Експозиція			
			2 місяця		4 місяця	
	зволожене	ферментоване	-	+	-	+
Вологість, %	71,5	73,0	79,4	78,4	83,0	81,8
Сухої речовини, %	28,5	27,0	20,6	21,6	17,0	18,2
Склад сухої речовини, %						
Протеїн	4,37	7,0	8,75	6,56	14,0	13,12
Лігнін	16,9	17,8	16,0	17,0	17,8	16,0
Полісахариди	66,64	63,41	64,0	64,5	58,8	56,3
Жир	0,1	0,13	0,15	0,13	0,27	0,29
Зола	8,97	8,66	8,10	6,80	9,04	9,29
Кальцій	5,60	4,80	6,0	6,0	1,12	1,08
Фосфор	0,10	0,11	0,13	0,12	0,29	0,30

Умовні позначення: Експозиція «-» – *E. fetida* відсутній; «+» – *E. fetida* присутній

Еколого-біохімічне дослідження динаміки трансформації лушпиння у РВБД свідчить про те, що зі збільшенням часу ферментації збільшується вологість маси, яка біотрансформується. Вірогідно, зі збільшенням ступеню мацерації маси внаслідок трансформації збільшується її гігроскопічність, що приводить до зростання вологості.

Черв'яки здатні давати приріст біомаси при вологості вище 50 %, нижче цієї позначки ріст припинявся, хоч черв'яки залишалися живими до 30 днів, при вологості нижче 40 % черв'яки не спроможні виживати і гинуть. Оптимальна вологість для утримання і розведення черв'яка *Eisenia foetida* на суб-

страті з диспергованим соняшниковим лущинням становить від 70 % до 80 % (Мітіна, 2008).

У процесі мікробіологічної ферментації спостерігається збільшення концентрації протеїну в сухій речовині на 60,2 % порівняно з контролем. Без дощових чер'яків збільшення протеїну відбувається ще більш суттєво (на 100,2 та 220,4 % через 2 та 4 місяці відповідно). За умов вермітрансформації ступінь накопичення протеїну дещо менша (50,1 та 200,2 % через 2 та 4 місяці відповідно).

Кількість лігніну суттєво не змінюється протягом експерименту. Кількість полісахаридів дещо зменшується після 4 місяців експозиції. Через 4 місяці експозиції встановлено значне збільшення вмісту жирів на 170,0 та 190,0 % без та з черв'яками. Також збільшується мінералізація маси протягом експерименту, яка стає найбільш відчутною через 4 місяці експозиції.

РВБД має поживну цінність – 0,48 кормових одиниць в кілограмі, при утриманні 17,8 % сирого протеїну в сухій речовині. Склад амінокислот, вітамінів і мінеральних речовин у вермікультурі та РВБД наведений у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Склад амінокислот, вітамінів і мінеральних речовин у вермікультурі та РВБД, в %

Показник	Вермікультура	РВБД
Лізин	5,28	1,76
Метіонін	1,12	0,37
Триптофан	0,38	0,12
Аспарагінова кислота	7,52	2,50
Треонин	3,34	1,11
Серін	3,42	1,14
Глютамінова кислота	9,31	3,3
Пролін	1,37	0,45

Показник	Вермикультура	РВБД
Глізін	3,66	1,22
Аланін	4,14	1,38
Цистін	0,65	0,21
Валін	3,63	1,21
Ізолейцин	3,38	1,12
Лейцин	5,49	1,83
Тірозин	2,77	0,92
Фенілаланин	3,02	1,01
Гістидін	1,63	0,61
Аргінін	4,47	1,49
Вітаміни В1, мг/кг	0,12	0,03
В2	0,22	0,04
РР	3,00	0,09
Кальцій	0,364	5,00
Магній	0,194	2,1
Фосфор	0,504	2,00
Залізо	0,61	1,9
Мідь	0,00172	0,4
Марганець	0,00154	0,3
Цинк	0,00563	0,2

У складі РВБД нараховується 18 амінокислот, у тому числі лізін, метіонін, триптофан, мікро та мікроелементи – магній, залізо, цинк та марганець, вітаміни В1,В2,РР. За вмістом амінокислот РВБД наближається до високобілкових кормів.

6.3. Трофічні характеристики вермикультури

Стан білкового обміну тварин більшою мірою залежить від недоліку або відсутності незамінних амінокислот. Клітини організму тварин не мо-

жуть синтезувати необхідні білки, якщо в складі їжі відсутня хоча б одна незамінна амінокислота.

Основний раціон підсвинків контрольної групи в науково-господарському досліді складався з 1 кг ячменя, 0,5 кг кукурудзи, 0,3 кг гороху, 0,2 кг пшениці, 0,2 кг соняшникові макухи, 0,4 кг люцернового сінного борошна. Співвідношення основних кормів у раціонах різних груп практично було однаковим, за винятком сінного борошна, що заміняли РВБД, як контрольний корм.

За комплексною поживністю раціони тварин контрольної та дослідної груп істотно не відрізнялися між собою. Одержані дані свідчать про те, що заміна сінного борошна на РВБД вплинула на інтенсивність приросту тварин (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Ефективність відгодівлі свиней і оплата корму (M±m)

Показник	Групи		
	1 контрольна*	2 дослідна**	3 дослідна***
Жива маса:			
на початку досліду, кг	41,8±1,46	41,15±1,19	41,6±0,45
наприкінці досліду, кг	104,5±0,45	110,4±1,52	113,9±0,70
Приріст живої маси на голову:			
абсолютний, кг	62,7	69,25	72,3
середньодобовий, г	468±20	517±26	540±25
в % до контрольної групи	–	110,4	115,5
Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси, к.ед.	5,60	4,93	4,76
в % до контролю	–	88,03	85,00

Умовні позначення: * – основний раціон за існуючими нормами; ** – ОР, із заміною 0,15 кг сінного борошна на 0,4 кг РВБД; *** – ОР, із заміною 0,20 кг сінного борошна на 0,6 кг РВБД

У контролі жива маса тварин на початку експерименту склала 41,8±1,46 кг. За період досліду абсолютний приріст склав 62,7 кг. Середньодобові прирости живої маси підсвинків по групах склали відповідно 468, 52,

517 і 540 г, або порівняно з контролем в дослідних групах приріст склав 110,4 і 115,5%. Витрати кормів на 1 кг приросту становили 5,60; 4,93 і 4,76 к.од.

Таким чином, додавання у раціон свіней РВБД, яка одержана внаслідок вермикультивування, зменшує витрати кормів на приріст одиниці живої маси на 12–15 %.

По завершенні досліду був зроблений контрольний забій свиней по 5 голів з кожної групи. Аналіз даних контрольного забою свідчить, що значної різниці в забійному виході, хімічному складі найдовшого м'язу спини між дослідженими групами та контролем не виявлено.

Проблема білка тваринного походження може бути вирішена за допомогою біотехнології за рахунок активізації внутрішніх резервів країни, одержуючи повноцінну кормову добавку й одночасно утилізуючи відходи сільського господарства.

Нами проведено вивчення застосування РВБД на різних статевих групах свиней з урахуванням наявності цілого комплексу біологічно-активних речовин.

6.4. Вермітрансформовані РВБД в раціонах підсисних свиноматок (дослід 1)

Для досліду було відібрано 18 свиноматок великої білої породи, які були розділені на 3 групи за принципом аналогів з урахуванням їх продуктивності, віку (табл. 6.4).

Підсисні свиноматки розташовувалися індивідуально по станкам в одному свинарнику, обслуговувалися одним оператором. До складу раціону свиноматок контрольної групи входило 2 кг подрібненого зерна кукурудзи, 1 кг ячменя та 1 кг гороху. З метою насичення клітковиною в раціон було вве-

дено 1 кг сінного люцернового борошна, а для насичення протеїном та амінокислотами 0,4 кг соняшникової макухи.

Таблиця 6.4

Схема № 1 Підсисні свиноматки (тривалість досліду – 45 днів)

Група	Кількість голів	Схема годівлі	Витрати РВБД на період досліду, кг
I контрольна	6	Основний раціон	–
II дослідна	6	ОР + 0,5 кг РВБД	135
III дослідна	6	ОР + 1,0 кг РВБД	270

Нестачу кальцію компенсували введенням годівної крейди, а фосфору - мононатрію фосфату. У склад раціону тварин другої дослідної групи було введено 0,5 кг РВБД замість 0,1 кг соняшникової макухи для балансу протеїну, а в раціон третьої дослідної групи було введено 1 кг РВБД, для чого вилучили 0,3 кг сінного борошна та 0,1 кг макухи. За період підсосу для свиноматок другої групи було витрачено на кожну свиноматку 20 кг РВБД, а в третій групі 40 кг РВБД.

Результати застосування РВБД в раціонах підсисних свиноматок представлені в таблиці 6.5.

Кількість поросят при народженні не відрізняється у різних варіантах експерименту та в контролі (тест Краскела-Уоліса $H(2, N=18) = 0,12, p = 0,94$), що свідчить про рівні початкові умови проведення експерименту. Вага поросят при постановці не залежала від їх кількості в одному гнізді ($r = -0,05, p = 0,87$), та не залежала від варіанту експерименту ($H(2, N=18) = 0,39, p = 0,82$).

Кількість поросят при від'ємі корелює з кількістю при народженні, хоч рівень вірогідності цієї кореляції не значний ($r = 0,30, p = 0,22$). Кількість поросят при від'ємі за умов експериментальної годівлі збільшилась на 16,2 % для варіанту досліду з 0,5 кг РВБД та на 19,9 % для варіанту з 1,0 кг РВБД. Це відмінності достовірні як чітко виражений тренд ($H(2, N=18) = 4,43, p =$

0,11). Маса гнізда при від'емі найбільше збільшується для варіанту досліду II (на 19,5 % порівняно з контролем) і дещо менше для варіанту досліду III (на 6,0 %) (відмінності статистично вірогідні за тестом Краскела-Улліса $H(2, N=18) = 6.05, p = 0.05$). Цей результат можна пояснити тим, що середня маса поросят збільшується для варіанту II на 3,53 %, але зменшується для варіанту III на 9,5 % ($H(2, N=18) = 7.86, p = 0,01$).

Таблиця 6.5.

Результати застосування вермітрансформованих РВБД
в раціонах підсисних свиноматок

Показник	I (Контроль, n=6)			II (Дослідна, n=6)			III (Дослідна, n=6)		
	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max
Кіл-ть при народженні, гол	9.33±0.56	7	11	9.17±0.31	8	10	9.50±0.72	8	12
Маса порося при постановці, кг	1.40±0.05	1	2	1.44±0.07	1	2	1.41±0.06	1	2
Маса поросят при постановці, кг	13.05±0.99	9	17	13.18±0.75	12	16	13.32±1.05	10	17
Кіл-ть при від'емі, гол	6.17±0.31	5	7	7.17±0.31	6	8	7.33±0.49	6	9
Маса гнізда при від'емі, кг	54.58±3.71	41	68	65.23±2.21	59	73	57.87±2.20	50	64
Маса порося при від'емі, кг	8.82±0.23	8	10	9.13±0.18	9	10	7.98±0.31	7	9

Дослідження залежності маси одного поросяти при від'емі від їх кількості у гнізді дозволило встановити, що у контролі збільшення маси одного поросяти позитивно корелює з чисельністю усього гнізда (рис. 6.1). За умови годування свиней вермітрансформованою дієтою спостерігається зворотня закономірність: зі збільшенням чисельності поросят у гнізді їх вага знижується.

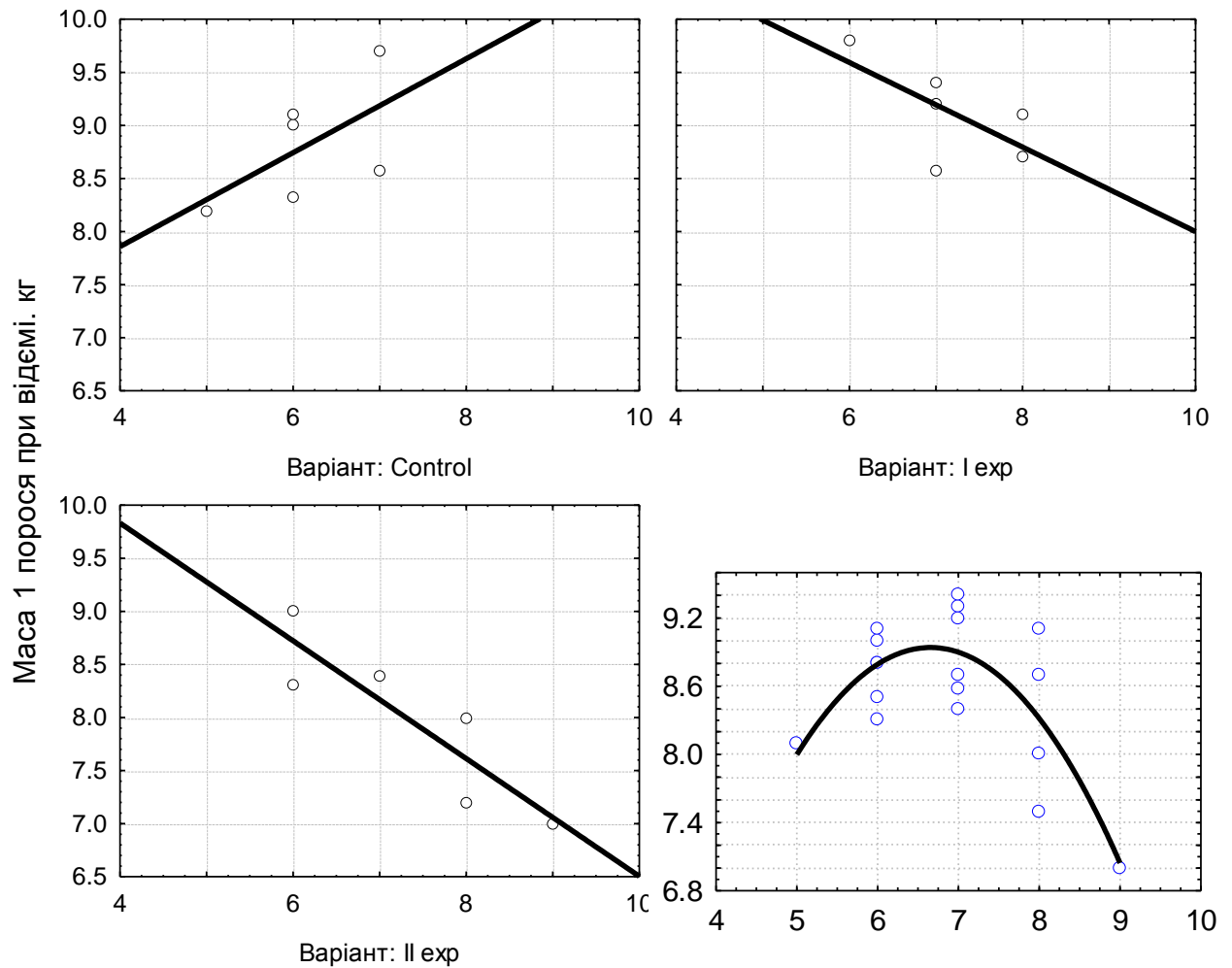


Рис. 6.1. Залежність маси одного поросяти при від'емі від їх кількості у гнізді (справа унизу – у цілому по всій вибірці)

При розгляді усіх варіантів разом залежність між масою одного поросяти та їх чисельністю у гнізді має нелінійний характер. Це свідчить про складний характер механізмів формування маси поросят. Ця складність, вірогідно, пов'язана з виникненням конкурентних взаємовідносин між поросятами у гнізді. Додавання у раціон підсисних свиноматок збагаченого білком в наслідок вермикюльтивування корму приводить до збільшення виживаємості поросят у гнізді. У контролі варіація чисельності гнізда та маси поросят можуть визначатися генетичними чинниками. Генетична неоднорідність може приводити до формування гнізд з більш життєстійкими поросятами, вірогідність смерті яких менша, а швидкість набору маси – вища. При цьому кормо-

ві умови не здатні забезпечити досягнення максимальних показників життєздатності.

В умовах застосування кормів, збагачених вермітрансформованими добавками, розкривається більшою мірою потенціал життєздатності тварин, що проявляє себе у більшій виживаємості тварин. Збільшення щільності тварин у гніздах спричиняє зростання конкурентних взаємовідносин. За таких умов при помірному рівні стимуляції свиноматок вермітрансформованою добавкою відбувається збільшення маси поросят, а при значному рівні навпаки – відбувається зменшення цього показника.

Загалом, маса гнізда збільшується за умов обох варіантів застосування вермітрансформованої добавки, але найбільший ефект встановлений для помірного рівня застосування добавки.

Комплексно механізми формування маси поросят досліджено за допомогою загальної лінійної моделі, яка дозволила пояснити 95 % варіабельності дослідженого показника (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Загальна лінійна модель залежності маси одного поросяти при від'ємі від їх кількості у гнізді, кількості при народженні та маси поросят при постановці експерименту ($R^2 = 0.95$)

Предиктор	SS	DF	MS	F	p-рівень
Константа	0.16	1	0.16	7.05	0.02
Кіл-ть при народженні, гол	0.14	1	0.14	6.28	0.03
Маса поросят при постановці, кг	0.02	1	0.02	0.97	0.35
Кіл-ть при від'ємі, гол (N)	0.16	1	0.16	7.28	0.02
N ²	0.29	1	0.29	13.00	0.00
Варіант експерименту	3.59	2	1.79	81.21	0.00
Помилка	0.24	11	0.02	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів; F – відношення Фішера

Поряд з іншими предикторами, у модель було введено предиктор N², який моделює нелінійний ефект чисельності поросят у гнізді. Встановлено,

що трофічний фактор визначає 80,8 % варіабельності ваги поросят. Також статистично вірогідними предикторами є чисельність та квадрат чисельності поросят у гнізді.

6.5. Вплив РВБД на продуктивність поросят-сисунів (Дослід 2)

Вплив РВБД на продуктивність поросят – сисунів було досліджено за схемою, яка наведена в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Схема досліду № 2 Поросята сисуні (тривалість досліду – 20 діб)

Група	Кількість гнізд	Кількість поросят	Схема годівлі
I контрольна	6	50-54	Основний раціон
II дослідна	6	50-54	ОР + 0,1-0,2кг РВБД
III дослідна	6	50-54	ОР + 0,1-0,3кг РВБД

Досліди проводилися на поросятах, починаючи з віку 21 день, коли процеси травлення починають повністю функціонувати. На досліді було відібрано поголів'я від 15 свиноматок великої білої породи, які були поділені на три групи за принципом аналогів, з обліком їх продуктивності, віку, живої маси та походження. Поросята з контрольної та дослідних груп отримували підкормку з кормо-суміші за схемою, прийнятою у господарстві, схема наведена в таблиці 6.8.

Склад суміші: ячмінь – 82,6 %, соняшниковий жом – 8%, трав'яне борошно – 3%, горохове борошно – 5%, сіль – 0,5%. В одному кілограмі зерно-суміші є в наявності 1,13 кормових одиниць та 109 г перетравного протеїну, 7,1 г лізіну, 2,9 г метіоніну, 2,0 г цистіну, 1,9 г триптофану. Раціон підсисних свиноматок усіх груп був однаковим та включав : 2 кг зерна кукурудзи, 1 кг ячменю, 1 кг гороху, 0,4 кг жмиху та 1 кг сінного люцернового борошна. В раціоні містилося 5,98 кормових одиниць, 645 г травного протеїну, 39,7 г лі-

зіну, 28,1 г метіоніну з цистіном, 26,1 г кальцію, 19,8 г фосфору та 50 мг каротину.

Таблиця 6.8.

Схема отримання поросятами кормосуміші

Вік (діб)	Кількість кормо-суміші, г
10 - 15	25
16 – 20	50
21 – 25	75
26 – 30	100
30 – 35	150
35 – 40	200
40 - 45	250

За період вирощування від 21-денного віку до періоду відлучення поросят, що було проведено у віці 45 днів, на одне порося було витрачено таку кількість РВБД, витрати наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9

Витрати кількості РВБД на одного порося

Вік (діб)	Друга група, грам	Третя група, грам
21	30	45
22	35	50
23	40	60
24	50	75
25	70	100
26	90	130
27–45	100	150
Усього	2315	3460

За період вирощування тварини другої групи отримали 2,315 кг РВБД на голову, а третьої групи – 3,460 кг РВБД на голову. Крім цього, на кожне порося було згодовано по 4 кг 250 г зерноsumіші.

Кількість поросят при народженні не відрізняється у різних варіантах експерименту та в контролі (тест Краскела-Уоліса $H(2, N=15) = 0.43, p = 0.81$), що свідчить про рівні початкові умови проведення експерименту (табл.

6.10). Вага поросят при постановці не залежала від їх кількості в одному гнізді ($r = -0,05$, $p = 0,87$), та не залежала від варіанту експерименту ($H(2, N=15) = 0,20$, $p = 0,91$).

Таблиця 6.10.

Результати застосування верміттрансформованих РВБД
в раціонах поросят-сисунів

Показник	I (Контроль, n=6)			II (Дослідна, n=6)			III (Дослідна, n=6)		
	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max
Кіл-ть при народженні, гол	8.40±0.40	8	10	8.40±0.40	8	10	8.40±0.40	8	10
Маса порося при постановці, кг	4.02±0.14	4	4	4.02±0.14	4	4	4.02±0.14	4	4
Маса поросят при постановці, кг	33.74±1.73	29	39	33.74±1.73	29	39	33.74±1.73	29	39
Кіл-ть при від'емі, гол	8.00±0.32	7	9	8.00±0.32	7	9	8.00±0.32	7	9
Маса гнізда при від'емі, кг	62.00±3.27	52	70	62.00±3.27	52	70	62.00±3.27	52	70
Маса порося при від'емі, кг	7.74±0.20	7	8	7.74±0.20	7	8	7.74±0.20	7	8

Кількість поросят при від'емі статистично вірогідно корелює з кількістю при народженні ($r = 0,75$, $p = 0,00$). Кількість поросят при від'емі статистично вірогідно не відрізняється між різними варіантами експерименту ($H(2, N=15) = 0,29$, $p = 0,86$). Маса гнізда при від'емі найбільше збільшується для варіанту досліду II (на 18,0 % порівняно з контролем) і дещо менше для варіанту досліду III (на 13,7 %) (відмінності статистично вірогідні за тестом Краסקела-Улліса $H(2, N=15) = 10,2$, $p = 0,01$). Цей результат можна пояснити

тим, що середня маса поросят збільшується для варіанту II на 16,3 %, та на 14,5 % – для варіанту III ($H(2, N=15) = 6.7, p = 0.03$).

Дослідження залежності маси гнізда при від'емі від кількості поросят у гнізді дозволило встановити, що у контролі маса гнізда позитивно корелює з чисельністю усього гнізда ($r = 0,89, p = 0,00$) (рис. 6.2). За умови годування свиней вермітрансформованою дією такої кореляції не спостерігається ($r = 0,09, p = 0,89$ та $r = 0,67, p = 0,20$ для варіантів II та III відповідно).

Між масою поросят та їх чисельністю у гнізді встановлений негативний кореляційний зв'язок, який має загальний характер, і не залежить від раціону. Так, кореляція чисельності та маси поросят у контролі становить $r = -0,92, p = 0,03$, для варіанту II кореляція складає $r = -0,95, p = 0,01$, для варіанту III – $r = -0,96, p = 0,00$ (рис. 1). Для усієї виборки загалом кореляція складає $r = -0,61, p = 0,01$.

Регресійна залежність для вибірки у цілому має вигляд: $y = 14.8 - 0.77 * x$; для контрольних умов залежить маси поросят від чисельності поросят у гнізді – $y = 12.5 - 0.60 * x$; для варіанту експерименту II – $y = 17.2 - 0.99 * x$, а для варіанту III – $y = 16.5 - 0.95 * x$. Негативний характер регресійної залежності є результатом конкурентних взаємовідносин між поросями у гнізді. Регресійна константа вказує на вірогідну масу поросят при відсутності конкуренції. Цей показник більшою мірою слід розглядати не як прогнозний рівень ваги реальних тварин, а як показник потенціалу росту в різних умовах. За цим показником найбільший потенціал властивий ростовим процесам поросят при годуванні їх у рамках експериментальної моделі II (константа дорівнює 17,2). Дещо менший цей показник для варіанту III (16,5), та найменший – для контрольних умов (12,5). Таким чином, годування поросят кормом з вермітрансформованими добавками збільшує їх потенціал росту.

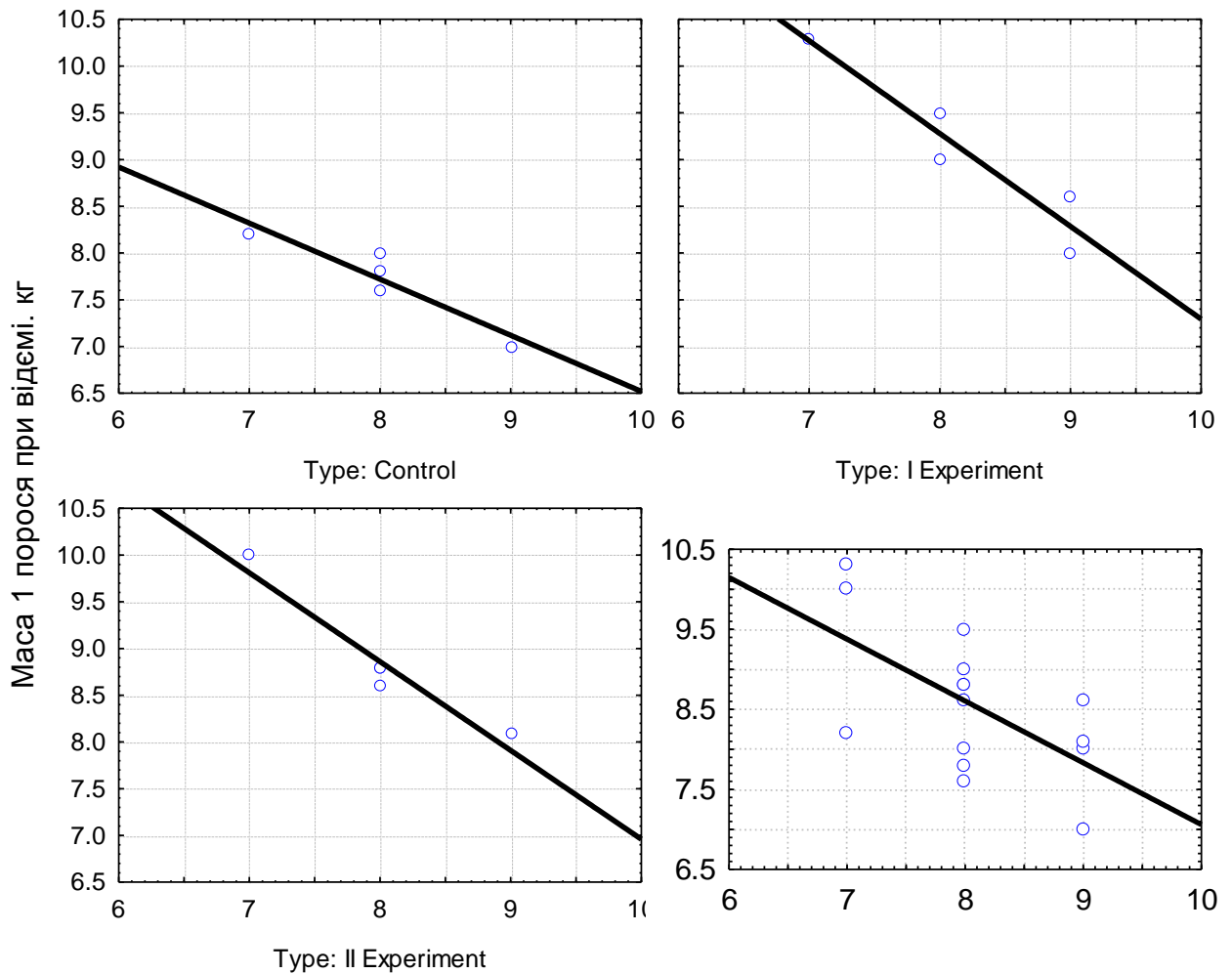


Рис. 6.2. Залежність маси одного поросяти при від'емі від їх кількості у гнізді (справа унизу – у цілому по всій вибірці)

Але збільшення потенціалу росту сприяє активізації конкурентних взаємовідносин між тваринами у гнізді. Конкурентні стосунки відображаються регресійним коефіцієнтом. Для регресійної моделі всієї виборки цей показник становить $-0,77$. В контрольних умовах конкуренція менша ($-0,60$), а в експериментальних – вища ($-0,99$ та $-0,95$ відповідно).

Комплексно механізми формування маси поросят досліджено за допомогою загальної лінійної моделі, яка дозволила пояснити 94 % варіабельності дослідженого показника (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Загальна лінійна модель залежності маси одного поросяти при від'емі від їх кількості у гнізді, кількості при народженні та маси поросят при постановці експерименту
($R^2 = 0.94$)

Предиктор	SS	DF	MS	F	p-рівень
Константа	0.40	1	0.40	9.10	0.02
Кіл-ть при народженні, гол	0.41	1	0.41	9.28	0.02
Маса порося при постановці, кг	0.11	1	0.11	2.39	0.16
Кіл-ть при від'емі, гол (N)	0.04	1	0.04	0.97	0.35
N ²	0.02	1	0.02	0.44	0.53
Варіант експерименту	5.18	2	2.59	58.49	0.00
Помилка	0.35	8	0.04	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів; F – відношення Фішера

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що експериментальний фактор є статистично вірогідним предиктором, який пояснює 93,1 % варіабельності досліджуваної ознаки (за результатами аналізу компонент варації з урахуванням континуальних коваріат). Також статистично вірогідним предиктором маси поросят є кількість поросят при народженні. Вірогідно, генетичне різноманіття поросят може пояснити цей статистичний результат.

Таким чином, годування поросят-сисунів кормом з додаванням вермітрансформованих добавок не впливає на чисельність тварин у гнізді при від'емі, але спричиняє суттєве зростання потенціалу росту. В свою чергу, зростання потенціалу росту ініціює активацію конкурентних взаємовідносин між тваринами у гнізді. Це дозволяє визначити у якості оптимального режиму кормління такий, який відповідає варіанту II в експерименті.

6.6. Вплив кормління РВБД свиноматок та поросят-сисунів (Дослід 3)

У попередніх експериментах був досліджений вплив кормління окремо свиноматок або поросят-сисунів на результативність їх вирощування. У цьому експерименті ми досліджуємо спільний вплив кормління як свиноматок, так і поросят-сисунів на результативність їх вирощування.

Методику досліду впливу РВБД на продуктивність свиноматок та поросят-сисунів представлено в таблиці 6.12.

Таблиця 6.12

Підсисні матки з поросятами у досліді №3 (тривалість досліду – 45 діб)

група	Кількість маток, голів	Кількість поросят, голів	Схема годівлі
I контрольна	6	53	Основний раціон збалансований за кількістю протеїну, нехарчовою рибою; підживлення поросят за схемою, прийнятою у господарстві
II дослідна	6	53	ОР, у склад якого введено 0,5 РВБД замість риби. Підживлення поросят за схемою +0,1 кг РВБД
III дослідна	6	53	ОР, у склад якого замість риби та частково сінного борошна введено 1,0 кг РВБД. Підживлення поросят за схемою + 0,15 кг РВБД на кожне поросся за добу

Для дослідів було відібрано 18 свиноматок великої білої породи, які були розділені на три групи за принципом аналогів з урахуванням їх продуктивності, живої маси та походження. Раціон підсисних маток за період досліду вмещував 6,0 – 5,99 кормових одиниць та 651 – 699 г травного протеїну на одну кормову одиницю. Раціони годівлі свиноматок наведені в таблиці 6.13.

Підсосні свиноматки утримувались індивідуально у станках в одному свинарнику та у одного оператора. З 7-денного віку поросята контрольної та дослідних груп отримували сухе підживлення у вигляді комбікорму.

Таблиця 6.13.

Раціони годівлі свиноматок у досліді №3

Компоненти	Одиниці виміру	Норма	Група		
			I контрольна	II дослідна	III дослідна
Кукурудза	кг	-	2,0	2,0	2,0
Ячмінь	кг	-	1,0	1,0	1,0
Горох	кг	-	1,0	1,0	1,0
Сінно-люцернове борошно	кг	-	0,7	0,8	0,5
Макуха соняшникова	кг	-	0,4	0,4	0,4
Риба нехарчова	кг	-	0,3	-	-
РВБД	кг	-	-	0,5	1,0
Сіль кухонна	г	-	26	26	26
Крейда	г	-	36	50	54
Мононатрійфосфат	г	-	62	54	-
<i>Склад раціону</i>					
Кормових одиниць		5,9	6,02	6,02	5,99
Обмінна енергія	МДж	65,4	59,6	61,6	62,2
Суша речовина	кг	4,54	4,47	4,30	4,56
Сирий протеїн	г	844	829	857	876
Перетравний протеїн	г	658	651	660	669
Лізін	г	36,3	39,0	35,4	41,2
Метіонін+цисті	г	21,8	27,1	29,0	29,9
Сира клітковина	г	318	429	507	634
Сіль кухонна	г	26	26	26	26
Кальцій	г	42,2	42,2	42,2	42,2
Фосфор	г	34,5	34,5	34,5	38,9
Залізо	мг	527	794	644	603
Мідь	мг	77	30,8	62,8	44
Цинк	мг	395	149	152	145
Марганець	мг	213	120	193	162
Кобальт	мг	7,7	1,14	0,95	0,93
Йод	мг	1,5	0,61	0,51	0,58
Каротин	мг	52,7	35	40	25
Вітаміни : D	МЕ	2,6	422	482	302
E	мг	186	248	260	218
B1	мг	12,3	23,3	24,1	21,4
B2	мг	32,0	22,1	23,4	17,9
B3	мг	104	55,9	56,0	51,4
B4	г	5,3	5,6	5,4	5,2
B5	мг	368	209	205	134,9

Свиноматкам дослідних груп давали згідно за схемою РВБД у дозуванні 0,5 та 1 кг на кожну голову на добу, вилучивши з раціону дослідних груп рибу та у третій групі 0,2 кг сінного борошна. Таке складне виключення пов'язане з тим, що РВБД не має аналогів за кількістю протеїну та клітковини одночасно. Тому, щоб, по-перше, зберегти незмінним рівень загального та протеїнового живлення, та, по-друге, не порушити суттєво рівень клітковини в раціоні, було проведено таку маніпуляцію. Слід відзначити, що рівень клітковини у раціоні перевищував норму від 134 до 200%, проте для свиноматок це допустимо. Поросята отримували підживлення з РВБД, з поступовим підвищенням дозування (аналогічно схемі у досліді 2) (табл. 6.14).

Таблиця 6.14.

Результати застосування вермітрансформованих РВБД
в раціонах свиноматок та поросят-сисунів

Показник	I (Контроль, n=6)			II (Дослідна, n=6)			III (Дослідна, n=6)		
	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max	Середнє± ст. помилка	Min	Max
Кіл-ть при народженні, гол	8.33±0.61	7	11	8.50±0.56	6	10	9.33±0.61	7	11
Маса порося при постановці, кг	2.24±0.08	2	2	2.25±0.06	2	3	2.10±0.07	2	2
Маса поросят при постановці, кг	18.47±0.69	16	21	18.91±0.84	15	21	19.41±0.68	17	21
Кіл-ть при від'ємі, гол	6.67±0.21	6	7	7.50±0.34	6	8	7.67±0.21	7	8
Маса гнізда при від'ємі, кг	50.96±1.84	46	56	61.89±3.02	51	68	62.77±2.30	53	69
Маса порося при від'ємі, кг	7.66±0.24	7	8	8.26±0.23	7	9	8.18±0.18	8	9

Кількість поросят при народженні не відрізняється у різних варіантах експерименту та в контролі (тест Краскела-Уоліса $H(2, N=18) = 1.79, p = 0.41$), що свідчить про рівні початкові умови проведення експерименту. Вага поросят при постановці залежала від їх кількості в одному гнізді ($r = -0.99, p = 0.00$), та не залежала від варіанту експерименту ($H(2, N=18) = 2.56, p = 0.28$).

Кількість поросят при від'емі статистично вірогідно корелює з кількістю при народженні ($r = 0.51, p = 0.03$). Кількість поросят при від'емі статистично вірогідно відрізняється між різними варіантами експерименту ($H(2, N=18) = 6.53, p = 0.04$). За умов варіанту експерименту II збільшення кількості поросят при від'емі відбувається на 12,5 % порівняно з контролем, а за умов експерименту III – на 15,0 %.

Маса гнізда при від'емі найбільше збільшується для варіанту дослідження III (на 23,2 % порівняно з контролем) і дещо менше – для варіанту дослідження II (на 21,5 %) (відмінності статистично вірогідні за тестом Краскела-Уолліса $H(2, N=18) = 6.43, p = 0.04$). Цей результат більшою мірою можна пояснити варіюванням кількості поросят у гнізді, ніж мінливістю їх середньої ваги, так як середня маса поросят збільшується для варіанту II тільки на 7,9 %, та тільки на 6,9 % – для варіанту III ($H(2, N=18) = 5.51, p = 0.06$).

Дослідження залежності маси гнізда при від'емі від кількості поросят у гнізді дозволило встановити відсутність статистично вірогідного зв'язку цих показників ($r = 0.16, p = 0.53$). Такий зв'язок установлений лише у рамках більш складної загальної лінійної моделі (табл. 6.15).

Комплексно механізми формування маси поросят досліджено за допомогою загальної лінійної моделі, яка дозволила пояснити 89 % варіабельності дослідженого показника. Аналіз одержаних даних свідчить про те, що експериментальний фактор є статистично вірогідним предиктором, який пояснює 70,2 % варіабельності досліджуваної ознаки (за результатами аналізу компо-

мент варації з урахуванням континуальних коваріат). Також статистично вірогідним предиктором маси поросят є кількість поросят при від'ємі.

Таблиця 6.15

Загальна лінійна модель залежності маси одного поросяти при від'ємі від їх кількості у гнізді, кількості при народженні та маси поросят при постановці експерименту

$$(R^2 = 0.89)$$

Предиктор	SS	DF	MS	F	p-рівень
Константа	0.11	1	0.11	3.20	0.10
Кіл-ть при народженні, гол	0.11	1	0.11	3.27	0.10
Маса порося при постановці, кг	0.00	1	0.00	0.02	0.90
Кіл-ть при від'ємі, гол (N)	0.38	1	0.38	10.98	0.01
N ²	0.03	1	0.03	0.91	0.36
Варіант експерименту	0.67	2	0.34	9.74	0.00
Помилка	0.38	11	0.03	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів; F – відношення Фішера

Таким чином, годування свиноматок та поросят-сисунів кормом з додаванням вермітрансформованих добавок найбільше впливає на чисельність тварин у гнізді при від'ємі, та спричиняє незначне зростання потенціалу росту. Не було встановлено у якості відповіді на зростання потенціалу росту активації конкурентних взаємовідносин між тваринами у гнізді. Це дозволяє визначити у якості оптимального режиму кормління такий, який відповідає варіанту III в експерименті.

6.7. Системний підхід для аналізу одержаних результатів

Проведені експерименти дозволи окремо дослідити вплив живлення тварин вермітрансформованими добавками на поросят при живленні підсисних свиноматок, поросят, та свиноматок і поросят разом. Єдиний план про-

ведення експерименту дозволяє провести інтеграцію одержаних результатів у рамках єдиного експерименту.

Нами було інтегровано відомості, одержані внаслідок трьох експериментів (експерименти I–III) (Додаток 5). Кожний з них мав власний контрольний варіант, який можна поширити на увесь інтегрований план експерименту. Відмінності між експериментами полягали у застосуванні або незастосуванні добавок у раціоні маток або поросят. У варіанті експерименту I експериментальний вплив стосується тільки маток, тому поросся можна позначити як «Control» для всіх варіантів. Експериментальні впливи для маток позначені як «I Experiment» та «II Experiment». У варіанті експерименту II впливу зазнають поросята, тому матки завжди показані як «Control», а експериментальний вплив на поросят – як «I Experiment» та «II Experiment», але ці змінні вже містяться у іншій колонці. У варіанті експерименту III є контроль, а також експериментальні змінні, які маркують вплив як на маток, і на поросят.

Інтегровані таким чином дані були обчислені за допомогою загальної лінійної моделі. Було досліджено закономірності варіювання двох факторів, які визначають масу гнізда поросят: їх чисельність та середню вагу.

Загальна лінійна модель здатна пояснити 72 % варіабельності чисельності поросят у гнізді (табл. 6.16).

Одержані дані свідчать про те, що кількість поросят при від'емі статистично вірогідно залежить від їх початкової кількості, що також підтверджується результатами регресійного аналізу ($r = 0,40$, $p = 0,00$). Також на кількість поросят наприкінці експерименту впливає їх середня вага на початку ($r = 0,37$, $p = 0,00$). Годування маток та поросят статистично вірогідно впливає на кількість поросят наприкінці експерименту.

Таблиця 6.16

Загальна лінійна модель залежності чисельності поросят при від'ємі від їх кількості та маси при народженні та годуванні маток та поросят раціоном з верміттрансформованими добавками
($R^2 = 0.72$)

Предиктор	SS	DF	MS	F	p-рівень
Константа	1.23	1	1.23	3.89	0.05
Кіл-ть при народженні, гол	17.98	1	17.98	57.07	0.00
Маса порося при постановці, кг	15.83	1	15.83	50.26	0.00
Матки	7.84	2	3.92	12.44	0.00
Порося	1.97	2	0.98	3.12	0.05
Матки*Порося	2.06	4	0.52	1.64	0.18
Помилка	16.38	52	0.32	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів; F – відношення Фішера

Аналіз компонент варіації кількості поросят у гнізді дозволив встановити, що такі фактори, як годування маток, годування поросят та взаємодія цих факторів, з урахуванням таких континуальних коваріат, як кількість поросят при народженні та їх маса, пояснюють 61,9 % варіації дослідженої ознаки (рис. 6.3).

Найсуттєвішим фактором, який впливає на кількість поросят, є годування верміттрансформованим раціоном маток. Цей фактор пояснює 53,0 % варіації кількості поросят.

Годування поросят верміттрансформованою дієтою значно менше впливає на їх кількість у гнізді та пояснює лише 4,8 % варіювання цієї ознаки. Взаємозв'язок факторів додавання у раціон як маток, так і поросят верміттрансформованої компоненти пояснює 4,0 % варіювання кількості поросят.

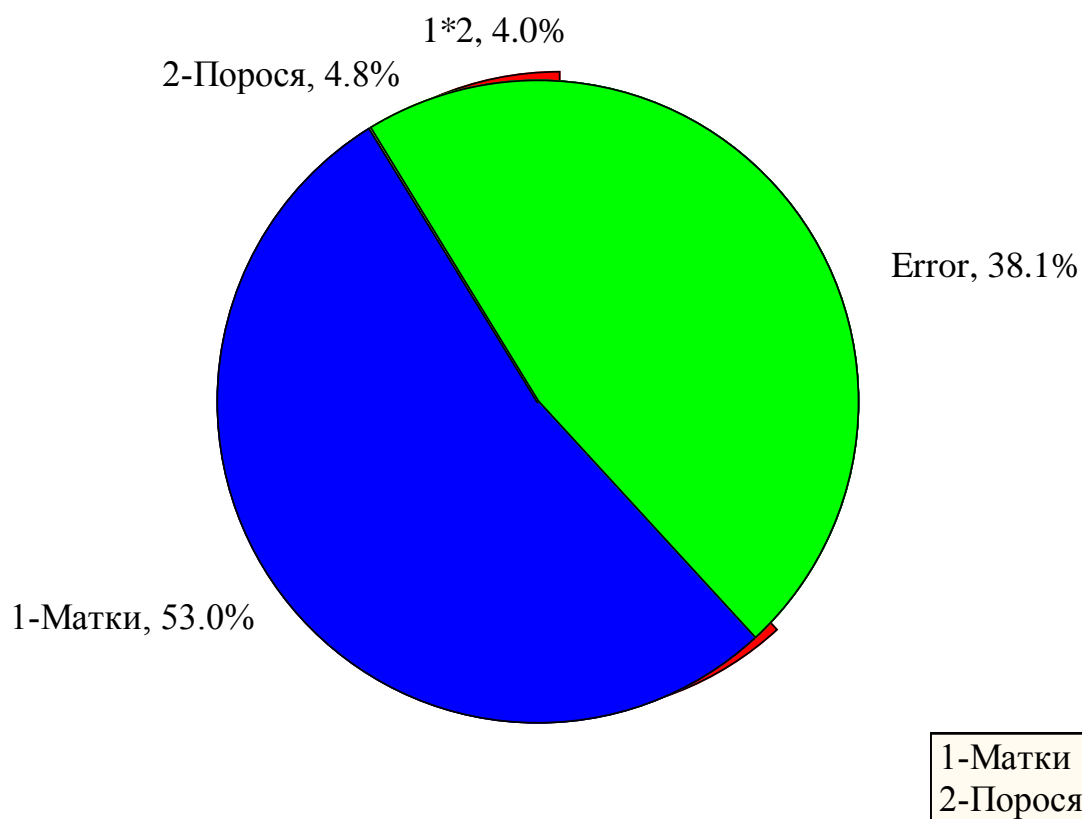


Рис. 6.3. Компоненти варіації кількості поросят у гнізді наприкінці експерименту з урахуванням континуальних змінних (кількість та маса поросят при народженні)

Умовні позначення: 1-Матки – додавання у раціон маток вермітрансформованих добавок;
2-Поросята – додавання у раціон поросят вермітрансформованих добавок

Характер впливу факторів додавання у раціон вермітрансформованої компоненти показаний на рисунку 6.4.

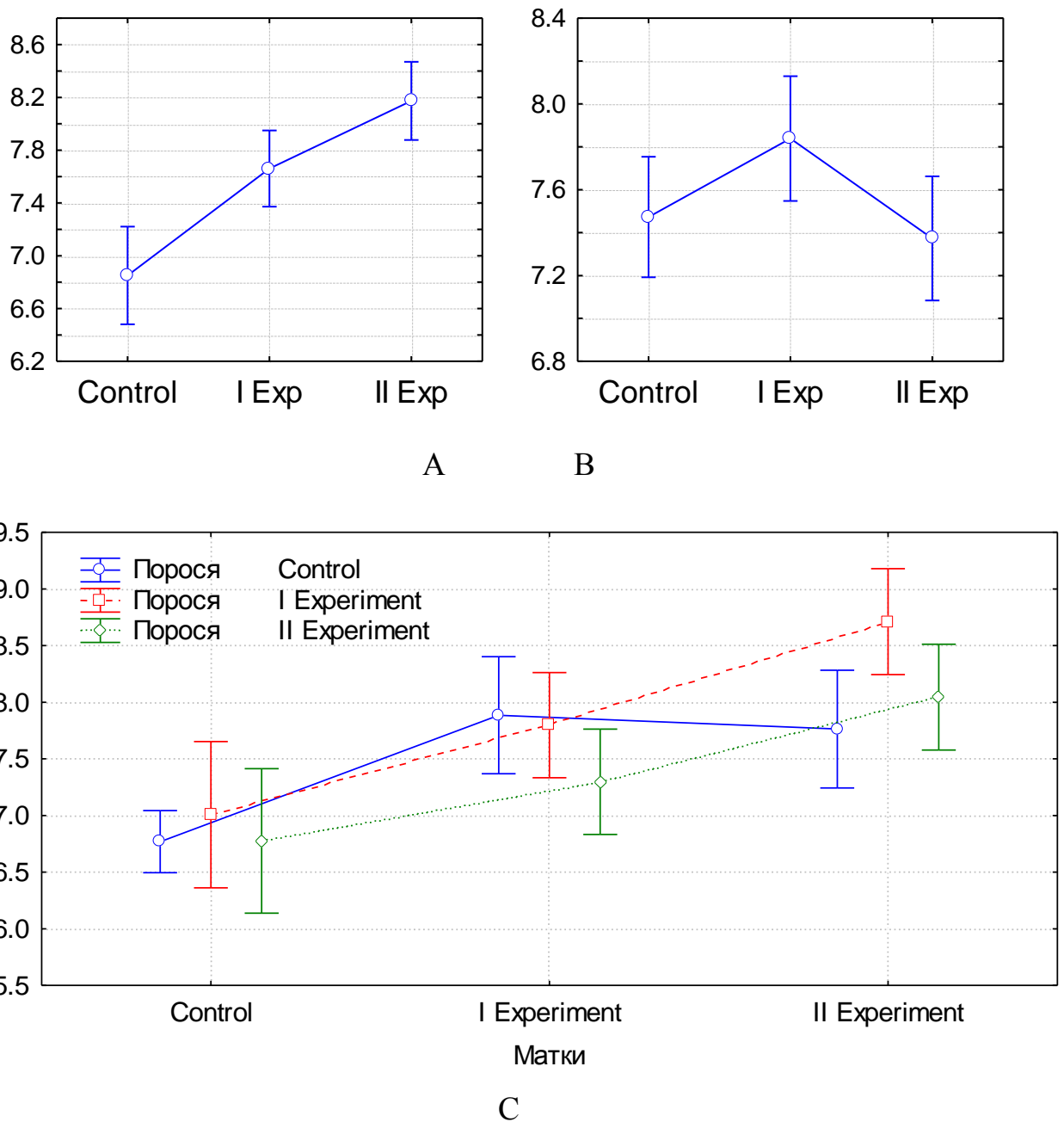


Рис. 6.4. Вплив годування маток та поросят вермітрансформованою дієтою на кількість поросят у гнізді при від'ємі (з урахуванням коваріат кількості та маси поросят при народженні)

Умовні позначення: А – добавка у раціоні маток; В – добавка у раціоні поросят; С – взаємний зв'язок добавки в раціоні маток та поросят

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що годування маток призводить до збільшення вірогідності доживання поросят до періоду віднімання.

Цей зв'язок має монотонний характер: у межах дослідженого діапазону додавання вермітрансформованої компоненти у раціон збільшення вмісту цієї компоненти приводить до збільшення кількості поросят у гнізді.

Годування поросят має більш складний ефект. Помірна доза добавки приводить до збільшення кількості поросят у гнізді, а більш висока доза має зворотній ефект. Найбільший позитивний ефект на кількість поросят у гнізді може бути одержаний при помірному годуванні поросят та найбільшій нормі додавання у раціон маток вермітрансформованої компоненти.

Важливим маркером ефекту годування є біомаса поросят. Поряд з дослідженими факторами, на біомасу може впливати кількість поросят у гнізді (N). Ми можемо припустити не тільки лінійний вплив, але й нелінійний, який відобразимо додаванням у модель члену N^2 .

Загальна лінійна модель дозволила описати 75 % варіабельності маси поросят при від'ємі (табл. 6.17).

Таблиця 6.17

Загальна лінійна модель залежності середньої маси поросят при від'ємі від їх кількості та маси при народженні, кількості при від'ємі та годуванні маток та поросят раціоном з вермітрансформованими добавками

$$(R^2 = 0.75)$$

Предиктор	SS	DF	MS	F	p-рівень
Константа	50.22	1	50.22	678.51	0.00
Кіл-ть при народженні, гол	0.62	1	0.62	8.44	0.01
Маса порося при постановці, кг	0.02	1	0.02	0.34	0.56
Кіл-ть при від'ємі (N), гол	0.00	1	0.00	0.05	0.82
N^2	0.93	1	0.93	12.58	0.00
Матки	1.10	2	0.55	7.40	0.00
Порося	0.50	2	0.25	3.39	0.04
Матки*Порося	5.70	4	1.42	19.24	0.00
Помилка	3.70	50	0.07	–	–

Умовні позначення: SS – сума квадратів; DF – ступінь волі; MS – середня сума квадратів;

F – відношення Фішера

Кількість поросят при народженні є статистично вірогідним предиктором маси поросят при від'ємі. Цей зв'язок має зворотній характер: при більшій кількості поросят у гнізді вони досягають меншої ваги ($r = -0,49$, $p = 0,00$) (рис. 6.5, А). Слід відзначити, що лінійна компонента кількості поросят при від'ємі не є статистично вірогідним предиктором маси поросят у рамках загальної лінійної моделі. Парне порівняння біомаси поросят та їх кількості при від'ємі дає залежність, яку можна описати моделлю другого порядку (рис. 6.5, В):

$$\text{Маса 1 поросля при від'ємі (кг)} = -0,16 + 2,61 * x - 0,19 * x^2.$$

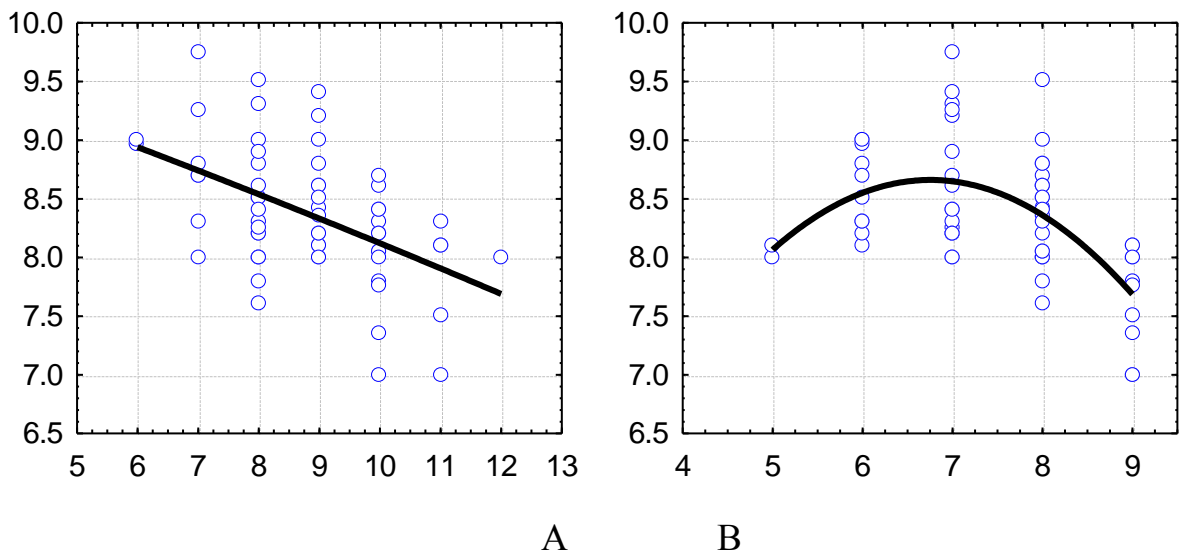


Рис. 6.5. Залежність біомаси поросят при від'ємі від їх кількості при народженні (А) та при від'ємі (В)

Одержані результати свідчать про те, що найбільша біомаса поросят спостерігається з їх кількістю по 7 у гнізді.

Аналіз компонент варіювання маси поросят показав, що досліджені предиктори здатні пояснити 53,7 % варіювання цієї ознаки. Вплив фактору годування маток вермітрансформованою добавкою найбільший (47,8 %), а вплив годування поросят дещо менший (5,9 %) (рис. 6.6).

Статистично вірогідним предиктором поряд з факторами годування маток та поросят є також фактор їх взаємодії.

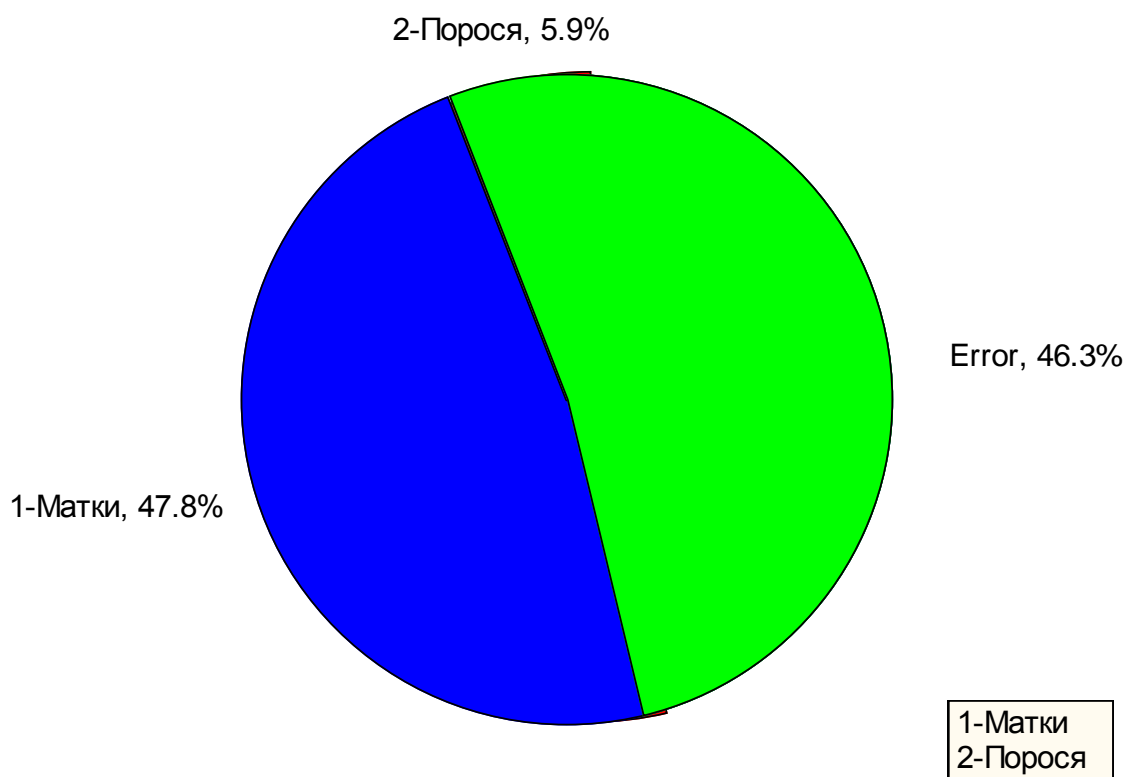


Рис. 6.6. Компоненти варіації маси поросят у гнізді наприкінці експерименту з урахуванням континуальних змінних (кількість та маса поросят при народженні, кількість та квадрат кількості поросят при від'ємі)

Умовні позначення: 1-Матки – додавання у раціон маток вермітрансформованих добавок; 2-Поросята – додавання у раціон поросят вермітрансформованих добавок

Характер впливу факторів додавання у раціон маток та поросят вермітрансформованої компоненти наведений на рисунку 6.7.

У помірній дозі добавка у раціон маток не спричиняє статистично вірогідних змін у масі поросят. Найбільший рівень добавки у раціоні призводить до зменшення маси поросят. Цей ефект можна пояснити через механізм стимулювання виживання поросят при годуванні маток вермідобавкою, що веде до збільшення рівня конкуренції між поросятами у гнізді, внаслідок чого їх маса зростає з меншою інтенсивністю.

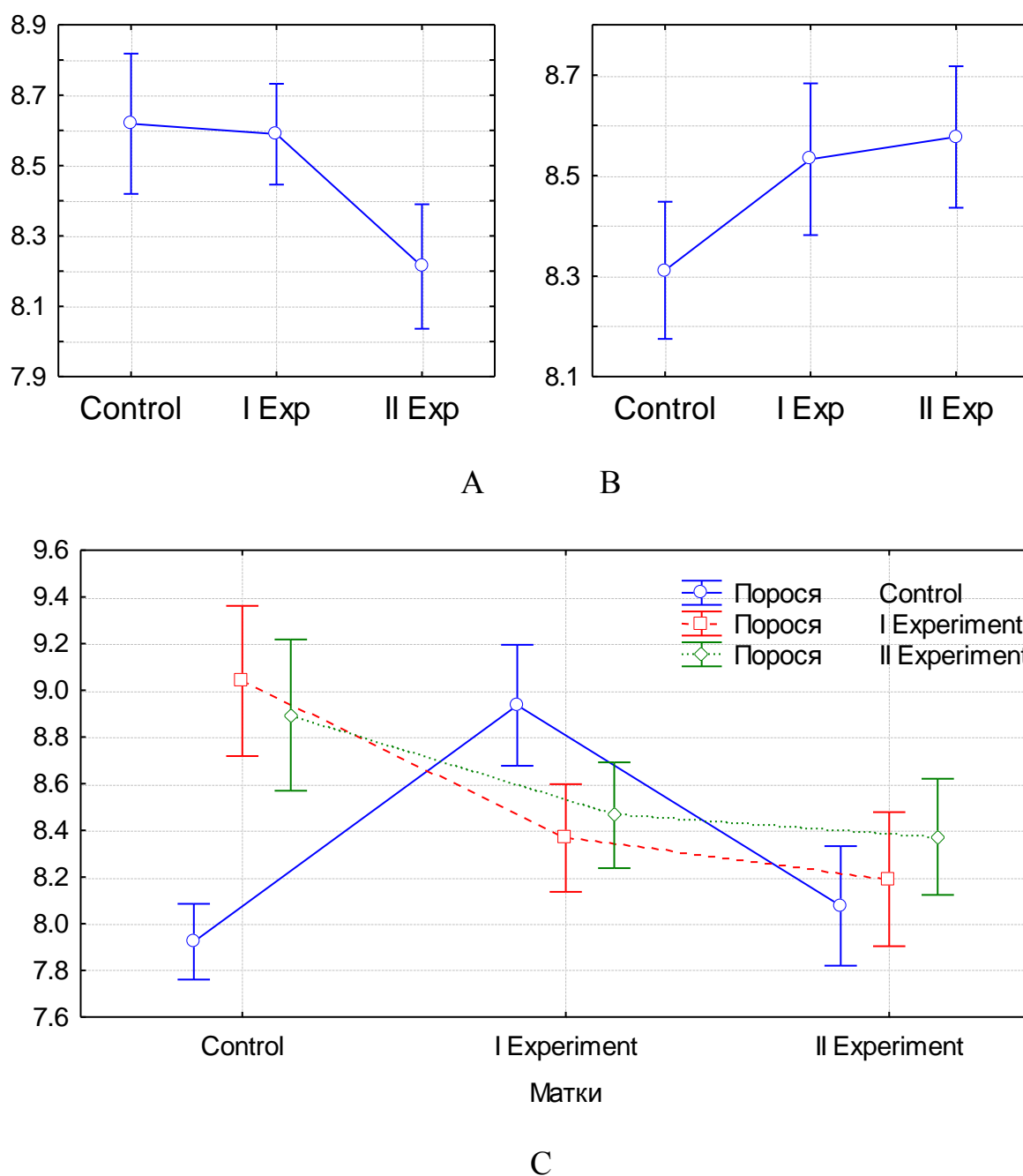


Рис. 6.7. Вплив годування маток та поросят вермітрансформованою дієтою на середню масу поросят при від'ємі (з урахуванням коваріат кількості та маси поросят при народженні та кількості і квадрату кількості поросят у гнізді при від'ємі)

Умовні позначення: А – добавка у раціоні маток; В – добавка у раціоні поросят; С – взаємний зв'язок добавки в раціоні маток та поросят

Годування поросят раціоном з додаванням вермітрансформованої компоненти приводить до збільшення маси поросят. При чому збільшення монотонно залежить від кількості добавки.

Аналіз спільного впливу факторів додавання у раціон маток та поросят вермітрансформованої компоненти свідчить про те, що найбільша маса поросят спостерігається при їх помірному годуванні добавкою та відсутності добавки в раціоні маток. У свою чергу, відсутність у раціоні поросят вермідобавки на фоні її застосування на помірному рівні для маток дає майже такий же ефект, як і при застосування для поросят при відсутності у раціоні маток. Спільне застосування добавки як для поросят, так і для маток призводить до незначного підвищення маси поросят. Для повного урахування ефекту добавки слід приймати до уваги її вплив на показники виживання поросят.

Висновки по розділу

1. Ліквідація дефіциту білкової сировини в концентрованих кормах в галузях тваринництва може бути досягнута завдяки трансформації відходів сільськогосподарського виробництва застосування технології вермикультивування *Eisenia fetida*. Проблема білка тваринного походження може бути вирішена за допомогою біотехнології за рахунок активізації внутрішніх резервів країни, одержуючи повноцінну кормову добавку та одночасно утилізуючи відходи сільського господарства. Рослинна вуглеводно-білкова добавка, яка отримана на основі вермикультивування, може бути застосована при виробництві органічної свинини.

2. Ефективність рослинної вуглеводно-білкової добавки, одержаної внаслідок вермітрансформації відходів сільськогосподарського виробництва (лушпиння соняшнику), обумовлена накопиченням у біомасі протеїнів, жиру та незамінних амінокислот, які є лімітуючим фактором у нарощуванні потенціалу тваринницького виробництва. Додавання у раціон свіней РВБД, яка одержана

ржана внаслідок вермикультивування, зменшує витрати кормів на приріст одиниці живої маси на 12–15 %.

3. Додавання у раціон підсисних свиноматок вермітрансформованої компоненти приводить до збільшення виживаємості поросят у гнізді. У свою чергу, залежність між масою одного поросяти та їх чисельністю у гнізді має нелінійний характер, що свідчить про складний характер механізмів динаміки маси поросят. Ця складність пов'язана з виникненням конкурентних взаємовідносин між поросятами при збільшенні їх кількості у гнізді.

4. Годування поросят-сисунів кормом з вермітрансформованими добавками збільшує їх потенціал росту. Годування свиноматок та поросят-сисунів кормом з додаванням вермітрансформованих добавок найбільше впливає на чисельність тварин у гнізді при від'ємі, та спричиняє незначне зростання потенціалу росту. Це не було встановлено у якості відповіді на зростання потенціалу росту, що полягають активації конкурентних взаємовідносин між тваринами у гнізді.

5. Найбільший позитивний ефект на кількість поросят у гнізді може бути одержаний при помірному годуванні поросят та найбільшій нормі додавання у раціон маток вермітрансформованої компоненти. У помірній дозі добавка у раціон маток не спричиняє статистично вірогідних змін у масі поросят. Найбільший рівень добавки у раціоні призводить до зменшення маси поросят. Цей ефект можна пояснити через механізм стимулювання виживання поросят при годуванні маток вермідобавкою, що веде до збільшення рівня конкуренції між поросятами у гнізді внаслідок чого їх маса зростає з меншою інтенсивністю.

ВИСНОВКИ

1. Угруповання дощових черв'яків (Lumbricidae) степових зональних, лісових та урбоєкосистем степового Придніпров'я представлені 16 видами. Гігротоп, трофотоп і ценотичні особливості біогеоценозів здатні пояснити 72,4 % варіювання чисельності угруповань дощових черв'яків і 73,7 % їх α -різноманіття. Чисельність угруповань дощових черв'яків досягає максимальних значень при сполученні умов вологості від гігромезофільних до гігрофільних і умов трофності едафотопу від D_c (липові діброви) до D_n (бересто-ясеневі та в'язо-ясеневі діброви та ольси). Максимальне різноманіття угруповань дощових черв'яків характерно для сполучення мезогігрофільних умов гігротопу та режиму трофності D_c , що відповідає типу лісу липо-ясенева діброва з яглицею.

2. Ценоморфічна структура біогеоценозу є статистично достовірним предиктором як чисельності, так і α -різноманіття угруповань дощових черв'яків. Найменшою чисельністю та різноманіттям характеризуються болотний моноценоз, лучно-степовий амфіценоз і степовий моноценоз. Помірні значення чисельності та різноманіття характерні для лучно-лісового амфіценозу, лісового псевдомоноценозу з елементами остепніння та лісово-степового амфіценозу, високі – для лісового моноценозу. У подібних умовах вологості та трофності едафотопу в лісовому моноценозі чисельність і різноманіття угруповань дощових черв'яків буде вище, ніж в інших типах біогеоценозів.

3. Серед дощових черв'яків степового Придніпров'я виділені екологічні групи по відношенню до вологості – гігоморфи та по відношенню до трофності едафотопу – трофоценоморфи. Гігоморфи дощових черв'яків представлені ксерофілами (2 види), мезофілами (9 видів), гігрофілами (4 види), ультрагігрофілами (1 вид). Трофоценоморфи представлені оліготрофо-

ценоморфами (1 вид), олігомезотрофоценоморфами (4 види), мезотрофоценоморфами (9 видів), мегатрофоценоморфами (2 види).

4. Дощові черв'яки можуть виступати як індикатори режиму вологості, трофності та ценотичних особливостей едафотопу. Індикаторами гігрофільних та ультрагігрофільних умов є *E. tetraedra* і *L. rubellus*; ксеромезо- або мезоксерофільних умов – *O. lacteum* і *A. trapezoides*. Індикатори режиму трофності едафотопу залежать від ценотичної обстановки. У межах болотних моноценозів, лісових моноценозів та лучно-лісових амфіценозів індикаторами мегатрофних умов є *E. tetraedra*, *O. lacteum* і *E. nordenskioldi*, а оліготрофних – *L. terrestris* і *D. octaedra*. У межах болотного моноценозу, лучно-степового амфіценозу, лучно-лісового амфіценозу і лісо-степового амфіценозу індикаторами мегатрофних стадій є *D. auriculatus*, *D. mariupolienis*, *H. tuberculatus* і *E. nordenskioldi*, оліготрофних – *L. terrestris*, *D. veneta*, *E. tetraedra*, *D. r. tenuis*.

5. Матриця екологічних та морфо-екологічних особливостей дощових черв'яків володіє інформацією, здатною пояснити організацію та функціональну структуру угруповань дощових черв'яків. Умови вологості та трофності едафотопу лісових біогеоценозів та урбоекосистем є визначальними факторами, які впливають на організацію угруповань дощових черв'яків, що відбивається у еколого-морфологічних особливостях люмбрицид. Зв'язок умов вологості та трофності едафотопу з організацією угруповань дощових черв'яків, що також знаходить своє відображення у морфо-екологічних особливостях окремих видів дощових черв'яків, є підтвердженням існування екоморф дощових черв'яків – гігроморф та трофоценоморф.

6. Дефіцит білкової сировини в концентрованих кормах в галузях тваринництва може бути ліквідований завдяки технології вермітрансформації відходів сільськогосподарського виробництва. Рослинна вуглеводно-білкова добавка, яка отримана на основі вермикультивування за участю *Eisenia fetida*,

може бути застосована при виробництві органічної свинини. Її ефективність обумовлена накопиченням у біомасі протеїнів, жиру та незамінних амінокислот, які є лімітуючим фактором у нарощуванні потенціалу тваринницького виробництва. Додавання у раціон свиней РВБД, яка одержана внаслідок вермикультивування, зменшує витрати кормів на приріст одиниці живої маси на 12–15 %.

7. Додавання у раціон підсисних свиноматок вермітрансформованої компоненти приводить до збільшення виживаємості поросят у гнізді. Годування поросят-сисунів кормом з вермітрансформованими добавками збільшує їх потенціал росту. Годування свиноматок та поросят-сисунів кормом з додаванням вермітрансформованих добавок найбільше впливає на чисельність тварин у гнізді при від'ємі, та спричиняє помірне зростання потенціалу росту. Найбільший позитивний ефект на кількість поросят у гнізді може бути одержаний при помірному годуванні поросят та найбільшій нормі додавання у раціон маток вермітрансформованої компоненти.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Підприємствам лісового господарства України, природному заповіднику «Дніпровсько-Орільський», національним природним паркам, створення яких планується у регіоні, при моніторингу біологічного різноманіття та оцінці стійкості та функціонального стану лісових біогеоценозів, особливу увагу приділяти угрупованням дощових черв'яків. У якості інформативних показників, які віддзеркалюють стан угруповань люмбрицидів, використовувати такі показники, як загальна чисельність (у екз./м²), показники α -, β - та γ -різноманіття угруповань, співвідношення ценоморф, гігоморф та трофоценоморф. Для біоіндикації режимів трофності та вологості лісових біогеоценозів (як природних, так і штучних) застосовувати індикаторні плеяди дощових черв'яків з урахуванням варіювання індикаційних властивостей люмбрицидів для індикації едафотопу в залежності від ценотичних особливостей біотопу.

Підприємствам сільського господарства для ліквідації дефіциту білка та незамінних амінокислот та в процесі виробництва органічної свинини застосовувати вермітрансформовані добавки. Вермітрансформації підлягають відходи сільськогосподарського виробництва у вигляді лушпиння соняшнику. Для досягнення найбільшого економічного ефекту рекомендується до основного раціону підсисних свиноматок додавати 1 кг вермітрансформованої рослинної вуглеводно-білкової добавки на добу. До раціону поросят-сисунів додавати від 30 гр. на 21 добу зі збільшенням кожної доби до 100 гр. на 27–45 добу такої добавки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акимов М. П. Очередные задачи зооэкологического изучения искусственных лесов степной зоны Украины / М. П. Акимов // Сб. р-т биол. ф-та Днепропетр. госун-та. – Д.: 1960. – С. 251–257.
2. Акимов М. П. Сравнительный биоценотический анализ животного населения порожистой части Днепра и Днепровского водохранилища в первые годы его существования / М. П. Акимов, А. И. Берестов // Сборник работ биолог. ф-та. Науч. зап. – 1948. – Т. XXXII. – С. 161–176.
3. Акимов М. П. Биоморфический метод изучения биоценозов / М. П. Акимов / М. П. Акимов // Бюллетень московского о-ва исп. природы. – Т. LIX (3).– 1954. – С. 27–36.
4. Акимов М. П. Биоценотическая рабочая схема жизненных форм – биоморф / М. П. Акимов // Науч. зап. Днепропетр. госун-та. Днепропетровск. – 1948. – С. 61–64.
5. Алеев Ю. Г. Экоморфология / Ю. Г. Алеев // К.: Наук. думка. – 1986. – С. 424.
6. Александров Ю.А. Основы производства безопасной и экологически чистой животноводческой продукции: Учебное пособие / Ю.А. Александров. – Йошкар-Ола, 2008. – 277 с.
7. Александров С.Н. Технология производства кормов / С.Н. Александров. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2003. – 235 с.
8. Андрусевич К. В. Экоморфическая организация сообществ мезопедобионтов как основа зоологической диагностики антропогенных почв / К. В. Андрусевич, А. В. Жуков, О. Н. Кунах // Вестник Харьковского национального университета. – 2014. –Вып. 22. – С. 86–97.

9. Атлавините О. П. Численность, биомасса дождевых червей в дубравах, смешанных лесах и влияние их на разложение опада и самоочищение почвы от химических веществ // Проб. почв. зоологии. – Ашхабад. – 1984. – Кн. 1. – С. 19.
10. Бабич Я.В. Изучение иононов как стимуляторов развития *Blakeslea trispora* / Я.В. Бабич, І.М.Зубарева, О.І.Лебедева, Н. Б. Митина, Д. Б. Шаталин // VI Міжнар. наук.-техн. конфер. студ., аспір. та молод.вчених (Дніпропетровськ, 24–26 квітня 2013 р.). – Дніпропетровськ, 2013. – С. 24.
11. Барсов В. А. Сезонные, годовые и вызванные антропогенными факторами изменения структуры популяций почвенных и наземных беспозвоночных животных в некоторых биогеоценозах центрального степного Приднепровья / В. А. Барсов, А. Ф. Пилипенко, А. В. Жуков, Ю. Л. Кульбачко, Т. И. Кисенко // Вестн. Днепропетр. ун-та. Днепропетровск. ДГУ. – 1996. – Вып. 2. – С. 24–30.
12. Бекаревич Н. Е. Почвы Днепропетровской области / Н. Е. Бекаревич, Левчишина Н. И., Сонько М. П. // Почвы Днепропетровской области и пути их рационального использования. – Днепропетровск. – 1966. – С. 5–11.
13. Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. гос. ун-та, 1999. – 346 С.
14. Белова Н. А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Д.: Изд-во Днепропетр. гос. ун-та, 1997. – 264 с.
15. Бельгард А. Л. Об амфиценозах / А. Л. Бельгард // Науч. записки Днепропетровского госун-та. – Днепропетровск, 1948. – Т. 30. – С. 87–89.
16. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард // Киев.: Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
17. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард // М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 С.

18. Булахов В. Л., Пахомов О. Є. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (Mammalia). – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2006. – 356 с.
19. Василев А. И., Пенев Л. Д., Головач С. И., Квавадзе Е. Ш. Видовой состав и классификация группировок дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) дубрав Русской равнины // Зоол. Журн. – 1994. Т. 73, вып. 2. – С. 23-37.
20. Величко Т.О. Оптимізація поживних середовищ для культивування *Pleurotus ostreatus* / Т.О. Величко, І.М., Зубарева, Н.Б. Митина, О.І. Ткаля, Д.Б. Шаталин // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. – 2011. – Вип. 40, том 2. – С. 165–167.
21. Воробейчик Е. Л. Население дождевых червей (Lumbricidae) лесов среднего Урала в условиях загрязнения выбросами медеплавильных комбинатов / Е. Л. Воробейчик // Экология, 1998. – №2. – С. 102–108.
22. Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России / Т. С. Всеволодова-Перель. – М.: Наука, 1997. – 102 с.
23. Высоцкий Г. Н. О гидроклиматическом значении лесов для России // Избр. соч. – М.: АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 125–150.
24. Гармаш С. М. Технологія одержання кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 03.00.20 "біотехнологія" / С. М. Гармаш – Одеса, 2008. – 20 с.
25. Гиляров М. С. Закономерности приспособления членистоногих к жизни на суше / М. С. Гиляров. – М.: Наука, 1970. – 275 с.
26. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров // М.: Наука, 1965. – 276 с.

27. Гиляров М. С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых / М. С. Гиляров. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 279 с.
28. Голобородько К. К. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Булавовусі лускокрилі (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) / К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2007. – 304 с.
29. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 315 с.
30. Городний Н.М. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве / Н.М. Городний, И.А. Мельник, М.Ф. Повхан. Киев: Урожай, 1990. – С. 170.
31. Грицан Ю. І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: Вид-во ДНУ, 2000. – 300 с.
32. Добровольский Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Издательство: МГУ. – 2012. – 413 с.
33. Жариков Г.А. Биопереработка сельскохозяйственных и промышленных органических отходов вермикомпостированием / Г.А. Жариков // Агро XXI, 1999. №7. - С.22.
34. Жирков И. А. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса / И. А. Жирков. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 453 с.
35. Жуков А. В. Дождевые черви как компонент биогеоценоза и их роль в зооиндикации // Грунтознавство. Київ–Дніпропетровськ. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 44–57.
36. Жуков А. В. Экоморфические спектры комплексов дождевых червей в зоологической диагностике почв / А. В. Жуков, В. В. Жукова // Вестн. Днеп-

- ропетр. гос. ун-та. – Д. – 1997. – Сер. биол. и экология. – Вып. 3. – С. 216–221.
37. Жуков А. В. Гигротоп и трофотоп биогеоценозов степного Приднєпровья как детерминанты β -разнообразия сообществ дождевых червей (Lumbricidae) / А. В. Жуков, Д. Б. Шаталин // Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. – 2016. – № 6 (2), – С. 129–157.
38. Жуков А. В. Фракционирование пространственной вариации сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) в почве сельскохозяйственного поля в условиях степной зоны Украины / А. В. Жуков, А. Д. Штирц, Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2013. – № 1 (13). – 87–105.
39. Жуков А. В. Экологическое разнообразие и организация животного населения байрака Яцев Яр / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 2. – С. 51–59.
40. Жуков А. В. Экологическое разнообразие и таксономическая организация сообществ животных / А. В. Жуков // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. – 2005. – № 3/2. – С. 96–104.
41. Жуков А. В. Информационный анализ взаимосвязей элементов экологических систем: микростациональное распределение дождевого червя *Aporrectodea rosea* в пойме р. Самара / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко // Пит. степ. лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д. – 2004. – Вип. 8 (33). – С. 161–174.
42. Жуков А. В. Биоиндикационные характеристики дождевых червей для установления степени загрязнения почвы отходами химического производства / А. В. Жуков, А. Ф. Пилипенко, О. А. Киреева // Вопр. биоиндикации и охраны природы. – Запорожье. – 1997. – С. 162–166.

43. Жуков А. В. Продукция и разнообразие комплексов почвенной мезофауны Присамарья / А. В. Жуков // Вопр. степ. лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск. – 1996. – С.142-149.
44. Жуков А. В. Временная динамика биохимических показателей дождевого червя *Lumbricus rubellus* в условиях загрязнения почвы кадмием // Вестн. Днепропетр. ун-та. – Сер. биол. и экол. – Вып. 1. – Днепропетровск. – 1993. – С. 57–58.
45. Жуков А. В. Гигротоп и трофотоп биогеоценозов степного Приднпровья как детерминанты β -разнообразия сообществ дождевых червей (*Lumbricidae*) / А. В. Жуков, Д. Б. Шаталин // Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. – 2016. – № 6 (2), – С. 129–157.
46. Жуков О. В. Екологічна ніша дощових черв'яків (*Lumbricidae*) у просторі гігротопу і трофотопу біогеоценозів степового Придніпров'я / О. В. Жуков, Д. Б. Шаталін // Біоресурси і природокористування. – 2016. – Т. 8, № 3–4. – С. 53–67.
47. Жуков О. В. Екоморфи Бельгарда–Акімова та екологічні матриці / О. В. Жуков // Екологія та ноосферологія, 2010. – Т. 21, № 3–4. – С. 109–111.
48. Жуков О. В. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (*Lumbricidae*): моногр. / О. В. Жуков, О. Є. Пахомов, О. М. Кунах // Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. – 371 с.
49. Жуков О. В. Просторове варіювання екоморфічної структури ґрунтової мезофауни лісопаркового насадження (на прикладі парку в межах м. Дніпропетровська) / О. В. Жуков, О. М. Кунах, Ю. О. Балюк // Вісник Львівського національного університету. Серія Біологічна. – 2014. – Вип. 65. – С. 224–237.
50. Жуков О. В. Екоморфічний аналіз консорцій ґрунтових тварин / О. В. Жуков // Д.: Вид-во «Свідлер А. Л.». – 2009. – 239 с.

51. Жуков О. В. Еколого-фауністичний огляд дощових черв'яків східної України // Вісн. Запорізького держ. ун-ту. – 2004. – № 2. – Фізико-математичні науки. Біологічні науки. – С. 145–154.
52. Жуков О. В. Еколого-морфологічні особливості дощових черв'яків степового Придніпров'я / О. В. Жуков, Д. Б. Шаталін // Вісник Дніпропетровського державного аграрно–економічного університету. – 2016. – №3 (41). – С. 14–22.
53. Жуков О. В. Значення еколого-морфологічних особливостей дощових черв'яків (Lumbricidae) степового Придніпров'я та впливу факторів середовища в організації угруповань природних, аграрних та урбанізованих екосистем / О. В. Жуков, Д. Б. Шаталін // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2016. – №4. – С. 6–19.
54. Жуков О.В. Трофоценоморфи ґрунтових тварин та їх діагностичне значення для встановлення трофотопів / О. В. Жуков // Вісник Донецького університету. – Серія А. Природничі науки. – 2007. – С. 277–291.
55. Жуленко В.Н. Ветеринарна токсикологія / В.Н. Жуленко, М.И. Рабинович, Г.А. Таланов. М.: Колос. – 2011. – 392 с.
56. Зубарева І.М. Дослідження мікрофлори модифікованого соняшникового лушпиння як субстрату для процесу вермикультивування / І.М. Зубарева, Н.Б. Мітіна, Д.Б. Шаталін, Ю.В.Коношук // Наукові дослідження . Теорія та експеримент. 28–30 травня 2012 р. м. Полтава – Т. 5–С.14–16.
57. Іванців В. В. Продукування яйцевих коконів люмбрицидами і енхітреїдами (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae, Enchytraeidae) західних областей України // Вісн. Львів. ун-ту. – 2003. – Сер. Біологічна. – Вип. 34. – С. 165–172.
58. Іванців В. В. Структурно-функціональна організація комплексів ґрунтових олігохет західного регіону України. – В. В. Іванців. – Луцьк. – 2007. – 400 с.

59. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинин. 3-е изд. перераб. и доп. - Справочник. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
60. Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных / Д. Н. Кашкаров // Л.: Учпедгиз., 1945. – 383 с.
61. Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных / Д. Н. Кашкаров // М. Л.: Медгиз., 1938. – 602 с.
62. Кашкаров Д. Н. Среда и общество (основы синэкологии) / Д. Н. Кашкаров // М.: Медгиз., 1933. – 244 с.
63. Кириченко Е.С. Изучение липазной активности *Blakeslea trispora* – продуцента бета-каротина VI / Е.С.Кириченко, И.М.Зубарева, О.И.Лебедева, Н. Б. Митина, Д. Б. Шаталин // Міжнар. наук.-техн. конфер. студ., аспір. та молод.вчених (Дніпропетровськ, 24–26 квітня 2013 р.). – Дніпропетровськ, 2013. – С. 26.
64. Кобець А. С. Агроекологічні перспективи розвитку природного агро-виробництва / А. С. Кобець, М. М. Харитонов, Ю. І. Грицан, О. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – №4 (38). – С. 6–10.
65. Криволицкий Д. А. Жизненные формы и биологическое разнообразие животных / Д. А. Криволицкий // Бюл. Московского о-ва испытателей природы. Отд. Биол. – 1999. – Т. 104. Вып. 5. – С. 61–67.
66. Кудряшева И. В. О показателях массы тела у дождевых червей (*Oligochaeta, Lumbricidae*) и возможности использования в почвенно-зоологических исследованиях // Зоолог. журн. – 1988. – Т. 68, №9. – С. 1294–1303.
67. Кудряшева И. В., Мешкова Н. М. Изменения массы тела дождевых червей (*Oligochaeta, Lumbricidae*) при смене температурного режима // Экология. – 1992. – № 2. – С. 85–88.

68. Кулик А.П. Переработка районированных растительных отходов Украины с целью получения препаратов кормового, ветеринарного, медицинского назначения и биологически активных веществ (регуляторов роста) / А.П. Кулик, С.Н. Гармаш, Д.Б. Шаталин, Н.Б. Полищук // Хранение и переработка зерна. – 1999. – №1. – С.8–10.
69. Кулик А.П. Влияние РВБД на продуктивность подсосных свиноматок / А.П. Кулик, С.Н. Гармаш, Д.Б. Шаталин, Т.П. Чернышова, С.Ю. Булейко // Международная научно-техническая конференция «Биотех – 95». – Днепропетровск, 1995. – С.21–22.
70. Кулик А.П. Получение экологически чистого стимулятора роста растений – биогумата / А.П. Кулик, С.Н. Гармаш, Д.Б. Шаталин, Н.Б. Полищук // V Международный конгресс «Биоконверсия органических отходов» . – Ивано-Франковск, 1999. – С.10–14.
71. Кунах О. М. Морфологія дощових черв'яків (Lumbricidae) / О. М. Кунах, О. В. Жуков, О. Є. Пахомов – Д.: ФОП Дрига Т. В., 2010. – 52 с.
72. Кунах О. Н. Пространственное варьирование экоморфической структуры почвенной мезофауны урбазема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2013. – Том 26 (65), № 3. – С. 107-126.
73. Кунах О. Н. Экоморфическая и пространственная организация мезопедобионтов лесопаркового насаждения в черте г. Днепропетровска / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Проблемы экології та охорони природи техногенного регіону. – 2013. – № 1 (13). – 106–121.
74. Кунах О. Н. Экоморфическая проекция пространственной организации сообщества почвенной мезофауны / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Вестник Харьковского национального университета. – 2013. – Вып. 18 (№1079). – С. 118–131.

75. Кунах О. Н. Экоморфическая организация сообществ пауков степной зоны Украины / О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Грунтознавство. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 101–119.
76. Кунах О. Н. Экологическая структура животного населения байрака Яцев Яр / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 2. – С. 74–85.
77. Масюк Н. Т. Введение в сельскохозяйственную экологию: Учеб. пособие / Н. Т. Масюк // Днепрпетр. с.-х. ин-т. – Днепропетровск. – 1989. – 192 с.
78. Миркин Б. М. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломец. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
79. Митина Н. Б. Результаты исследований применения РВБД в рационах кормления свиней / Н. Б. Митина, Д. Б. Шаталин, Н. О. Вакулюк, Г. Г. Рунова, И. П. Кушнир // Хімія і сучасні технології: тези допов. V Міжнар. наук.-техн. конфер. студ., аспір. та молод. вчених (Дніпропетровськ, 20–22 квітня 2011 р.). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 515.
80. Мітіна Н.Б. Одержання кормової добавки РВБД–М при переробці природних полімерів рослинного походження за допомогою вермикультури / Н.Б. Мітіна, Д.Б. Шаталін, О.П. Кулик, Г.Г. Рунова, Г.І. Науменко, М.І. Ванжа, В.О. Косенко // Наука і освіта 2004 : VII наук.–практ. конф., 10–25 лют. 2004 р.: тез. допов. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 17.
81. Мітіна Н. Б. Технологія одержання кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 03.00.20 "біотехнологія" / Мітіна Наталія Борисівна – Одеса, 2008. – 20 с.
82. Мітіна Н.Б. Використання біомаси *E. foetida* у раціонах поросят раннього від'єму / Н.Б. Мітіна, Д.Б.Шаталін, І.Є.Гостіщева, А.А.Булейко, С.Ю.Булейко // Хімія і сучасні технології: тези допов. V Міжнар. наук.-техн.

- конфер. студ., аспір. та молод. вчених (Дніпропетровськ, 20–22 квітня 2011 р.). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 494
83. Мітіна Н.Б. Результати досліджень застосування РВБД в раціонах підсисних свиноматок/ Н.Б. Мітіна, Д.Б. Шаталін // Розвиток наукових досліджень: тези допов. ІХ Міжнар. наук.-техн. конфер. (Полтава, 15 травня 2013 р.). – Полтава. – С. 125.
84. Мітіна Н.Б. Застосування РВБД – ЕМ в раціонах поросят раннього від'єму / Н. Б. Мітіна, Д. Б.Шаталін, Т.О.Величко, І.М.Зубарева, О.І.Ткаля // VI Міжнар. наук.-техн. конф. студ., аспір. та молодих вчених (Дніпропетровськ, 24–26 квітня 2013 р.). Дніпропетровськ, 2013. – С. 22.
85. Пасічний Г. В. Фізична та економічна географія Дніпропетровської області / Г. В. Пасічний, Л. М. Булава, А. С. Горб та ін. – Д.: ДДУ, 1992. – 188 с.
86. Пахомов А. Е. Пространственная организация экологической ниши почвенной мезофауны урбозема / А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2013. 21(1). – С. 51–57.
87. Пенев Л. Д., Василев А. И., Головач С. И., Квавадзе Э. Ш. Зависимость показателей разнообразия дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) дубрав Русской равнины от факторов среды // Зоолог. журн.. – 1994. – Т. 73. Вып. 7–8. – С. 14–21.
88. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР / Т. С. Перель. – М.: Наука, 1979. – 272 с.
89. Перель Т. С. Географические особенности размножения дождевых червей сем. *Lumbricidae* (*Oligochaeta*). // Журн. общ. биол. – 1982. – Т. 43, № 5. – С. 649–658.
90. Перель Т. С. Жизненные формы *Lumbricidae* // Журн. общ. биол. – 1975 –Т. 36, № 2. – С. 189–202.

91. Перель Т. С. Особенности строения половой системы Lumbricidae, связанные с различиями в способе осеменения // Зоолог. журн. – 1980. – Т. 59. Вып. 4. – С. 507–531.
92. Перель Т. С., Соколов Д. Ф. Количественная оценка участия дождевых червей *Lumbricus terrestris* Linne (Lumbricidae, Oligocheta) в переработке лесного опада. // Зоолог. журн. – 1964. – Т. 43, № 11. – С. 1618–1625.
93. Петриченко В.Ф. Актуальні проблеми кормовиробництва в Україні / В.Ф. Петриченко // Агроном. – 2012. – № 3. – С. 196–198.
94. Пилипенко А. Ф., Смирнов Ю. Б. Некоторые вопросы морфо-экологической характеристики дождевых червей в лесных биогеоценозах Приднепровья // Вопр. степ. лесоведения и научные основы рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1985. – С. 130–137.
95. Пилипенко А. Ф., Смирнов Ю. Б. Роль дождевых червей в биогенной миграции микроэлементов в лесных биогеоценозах Присамарья // Охрана и рациональное использование лесов степной зоны. – Д., 1987. – С. 98–103.
96. Пилипенко А. Ф., Цветкова Н. Н. К содержанию микроэлементов в тканях дождевых червей // Проб. почв. зоологии. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 184–185.
97. Попов В. В. Эколого-фаунистический обзор дождевых червей родов *Nicodrilus*, *Lumbricus* и *Eisenia* (Oligochaeta, Lumbricidae) Харьковской области // Изв. Харьк. энтомол. об-ва. – 1998. – Т. 6. – Вып. 1. – С. 120–124.
98. Проконова Т. В. Исследования сезонной динамики численности дождевых червей (Lumbricidae, Oligochaeta) в различных природных экосистемах // Тр. Сев.-Кавк. гос. техн. ун-та. – Ставрополь, 2005. – С. 186–194.
99. Реброва А.О. Особливості біоконверсії органічних відходів вермикультурою / А.О. Реброва, Н.Б. Митина, Д.Б. Шаталин, І.М. Зубарева, Т.О. Величко, О.О. Іжболдіна // VI Міжнар. наук.-техн. конф. студ., аспір. та

молодих вчених (Дніпропетровськ, 24–26 квітня 2013 р.). – Дніпропетровськ, 2013. – С. 33.

100. Скін О. С. Активність ферментації субстратів за різного кількісного співвідношення компосту з опалого листя та гною врх у процесі вермикультивування *Eisenia foetida* / О. С. Скін, В. І. Буцяк, Н. П. Печар // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2011. – Т. 13, № 4(50), Ч. 2. – С. 209–212.

101. Соболев С. С. Геоморфологические четвертичные залежи и грунтовые воды р. Самары Днепровской / С. С. Соболев // Четвертичный период. – ВУАН. – 1939. – Вып. 7.

102. Спосіб виготовлення кормової добавки із лушпиння соняшника: патент на винахід. № 37128. А23К1/14 / К.О. Мельников, А.В. Ольшанський, Д.Й. Солоха, Д.Б. Шаталін; власник Дніпропетровський державний аграрний університет – № 2000031677; заявл. 24.03.2000 р.; опубл. 16.04.2001р. Бюл.№3.

103. Спосіб одержання біомаси *Esenia foetida* з використанням препаратів стрептоміцетного походження / патент України № 112346 МПК А23К 10/16 / Вінніков А.І., Жерносекова І.В., Шаталін Д.Б.; власник ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА Бюл.№23 Опубл.12.12.2016

104. Спосіб одержання кормової добавки для сільськогосподарські тварин: патент України № **64362** [A23K 1/16](#) / А.П. Кулик, Н.Б. Митіна, Д.Б. Шаталін, Н.К. Пузанова; власник «Український державний хіміко–технологічний університет» – № 2003054561 Заявл. 20.05. 2003р.; опубл. [16.02.2004](#) г Бюл. №2.

105. Спосіб одержання кормової добавки для сільськогосподарські тварин / патент України № 90300 U МПК А23К1/16 / І.М.Зубарева, Н.Б. Митина, Д.Б. Шаталін; власник ДВНЗ «Український державний хіміко–технологічний уні-

верситет» – № и 201312490; заявл. 24.10. 2013 р. Оpubл. 26.05.2014р.

Бюл. № 10

106. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука. – 1980. – 243 с.

107. Стриганова, Б.Р. Использование дождевых червей в промышленных вермикультурах / Б.Р. Стриганова, А.Ж. Барне // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. – М.: КМК, 2005. – С. 446-454.

108. Сукачев В. Н. Основы понятия лесной биогеоценологии / В. Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. – Сб. науч. тр. – М., 1964. – С. 5–50.

109. Тиунов А. В. Метабиоз в почвенной системе: влияние дождевых червей на структуру и функционирование почвенной биоты: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 / Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. – М., 2007. – 44 с.

110. Травлеев Л. П. Материалы к номенклатуре и классификации лесных почв подзоны настоящих степей / Л. П.Травлеев // Вопр. степ. лесоведения. – Д., 1972. – Вып. 3. – С.16–22.

111. Травлеев Л. П. Водно-физические свойства и водный режим почвогрунтов пристенных лесных биогеоценозов Присамарья / Л. П.Травлеев // Биогеоценологические особенности лесов Присамарья и их охраны. – Д.: ДГУ, 1981. – С. 82–103.

112. Травлеев Л. П. К постановке лесо-гидрологических исследований Присамарья / Л. П.Травлеев // Вопр. лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 16–22.

113. Травлеев Л. П. Материалы к изучению режима грунтовых вод Присамарья / Л. П.Травлеев // Вопр. лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – С. 51–62.

114. Хански И. Ускользящий мир: Экологические последствия утраты местообитаний / И. Хански. М.: Т.в. научных изданий КМК, 2010. – 340 с.

115. Царик Й. В. Деякі міркування щодо сучасних підходів до вивчення та збереження біотичного різноманіття / Й. В. Царик // *Studia Biologica*. – 2013. – Том 7, No1. – С. 227–234.
116. Цветкова Н. Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины / Н. Н. Цветкова. – Д.: ДГУ, 1992. – 238 с.
117. Шаталин Б.Д. Результаты исследований РВБД в рационах свиней / Д.Б. Шаталин, А.П. Кулик, Т.П. Чернышова // *Ветеринарні та зоотехнічні проблеми у Придніпровському регіоні. Матеріали науково-практичної конференції. м. Дніпропетровськ, 1996.* – С. 28–29.
118. Шаталин Д. Б. Экологические аспекты применения биомассы *Eisenia fetida* (Savigny 1826) при выращивании подсвинков / Д. Б. Шаталин // *Вісник Дніпропетровського державного аграрно–економічного університету.* – 2016. – №4 (42). – С. 11–15.
119. Шаталин Д.Б. Растительно-углеводная белковая добавка на основе модифицированной подсолнечниковой лузги / А.П. Кулик, С.Н. Гармаш, Д.Б. Шаталин, Т.П. Чернышова, *Международная научно-техническая конференция «Биотех – 95».* – Днепропетровск, 1995. – С.25–26.
120. Шаталин Д.Б. Использование РВБД в рационах поросят раннего отъёма / Д.Б. Шаталин, Н.Б. Митина // *Wschodnie partnerstwo – 2013: materiały IX Międzynar. nauk.–prakt. konf., Przemysł, 07–15 wrześ. 2013 r. – Przemysł : Nauka i studia, 2013. – Т. 27 : Chemia i chemiczne technologie. Weterynaria– S. 68–70.*
121. Шаталин Д.Б. Альтернативные источники протеина в кормлении сельскохозяйственных животных / Д.Б. Шаталин, Н.Б. Митина // *Тези доп. Zpravy vedecke Ideje– 2013: materiały IX Mizynar. vedecko.–prakt. konf., 27.10.2013–05.11.2013 r. Praha Publishing House «Education and Science» s.r.o. Dil 21. Zemedelstvi Zverolekarstvi S 105–107.*

122. Шаталин Д.Б. Результати досліджень РВБД в раціонах підсисних свиноматок // Predni vedecke novinky – 2013: materialy IX Mizynar. vedecko.–prakt. konf., 27.08.2013–05.09.2013 r. Praha Publishing House «Education and Science» s.r.o. Dil 7. Lekarstvi Biologicke vedy Zverolekarstvi S 65–68.
123. Шаталин Д.Б. Вермикультивирование и его особенности / Д.Б. Шаталин, Н.Б. Митина // Научният потенциал на света 2013. Материали за IX Международна научна практична конф. 17–25 септември 2013г. Т 17 Екология География и геология. Селско стопанство; Ветеринарна наука. София «Бял ГРАД–БГ» ООД 2013г. С –90–93.
124. Шаталин Д.Б. Экологическая технология биоконверсии отходов с помощью вермикультивирования и использование продуктов переработки в производстве экологически чистой свинины / Д.Б. Шаталин // Найновите постижения на европейската наука– 2014. Материали за X Международна научна практична конф. 17–25 юни 2014 г. Т 18 Биологии Екология Здание и архитектура. София «Бял ГРАД–БГ» ООД 2014г. С – 48–51.
125. Шаталин Д.Б. Продукт вермикультивирования при производстве экологически чистой свинины / Д.Б. Шаталин // Dny vedy– 2014: materialy X Mizynar. vedecko.–prakt. konf., 27.03.2014–05.04.2014 r. Praha Publishing House «Education and Science» s.r.o. Dil 28 Ekologie Zemepis a geologie S 3–8.
126. Шаталин Д.Б. Економічна доцільність виробництва кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування / Д.Б. Шаталин //Матеріали Міжвузівської науково-практичної конф. «Сучасні тенденції та перспективи розвитку фінансової системи України в умовах глобалізації». Дніпропетровськ 2014р.С. 425–431.
127. Шаталин Д.Б. Решение проблем экологии с помощью вермикультивирования / Д.Б. Шаталин, А.И. Винников // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Сучасні проблеми агроєкології». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С– 18.

128. Шаталін Д.Б. Восстановление почв с помощью продуктов вермикультивирования / Д.Б. Шаталін, И.В. Жерносекова // Матеріали міжнародної науково–практичної Інтернет–конференції «Сучасні проблеми агроєкології». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С –23.
129. Шаталін Д.Б. Использование препаратов стрептомицетного происхождения в вермикультивировании / Д.Б. Шаталін, И.В. Жерносекова, И.М. Зубарева // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Розвиток аграрної науки у ХХІ сторіччі». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2016.с–63.
130. Шаталін Д.Б. Микробиологическое изменение состава субстрата в процессе переработки вермикультурой *Esenia foetida* / Д.Б. Шаталін, И.В. Жерносекова, Е.А. Грицаенко // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Розвиток аграрної науки у ХХІ сторіччі». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2016. – С. 65.
131. Шаталін Д.Б. Вермикультивирование с использованием препаратов стрептомицетного происхождения / Д.Б. Шаталін, А.И. Винников, И.В. Жерносекова, Е.А. Грицаенко, В.П. Ткаченко // Сборник материалов XI Международной конференции студентов и молодых учёных «Наука и образование–2016» Астана 2016 г. С. 810–813.
132. Шаталін Д.Б. Рослинна вуглеводно-білкова добавка в раціонах свиней / Д.Б. Шаталін // Придніпровський науковий вісник. – 1998. – №113. – С. 50–55.
133. Шаталін Д.Б. Ефективність використання кормового препарату мікробного каротину в раціонах свиней/ Б.Д. Шаталін, О.С. Федоров, А.І. Никитчук // Придніпровський науковий вісник – 1998. – №113. – С. 79–82.
134. Шаталін Д.Б. Методичні особливості вивчення енергетичного обміну у біоплівкоутворюючих штамів епідермального стафілококу / Шаталін Д.Б.,

- О.С. Воронкова, Т.В. Скляр, О.В. Крисенко, А.І. Вінніков // Ukr. Biochem.J., XI Укр-й біохім. конгрес, Київ (6–10 жовтня) 2014. – С. 206.
135. Шаталін Д.Б. Використання рослинної вуглеводно-білкової добавки в годівлі сільськогосподарських тварин / Д.Б. Шаталін // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку; Міжнародна науково-практична конференція 22–23 жовтня 2015 р. м. Дніпропетровськ. С– 24.
136. Шаталін Д.Б. Використання препаратів стрептоміцетного походження в вермикультивуванні / Д.Б. Шаталін, А.І. Вінніков, І.В. Жерносекова, Е.О. Грицаенко, І.М. Зубарева // Матеріали міжнародної наукової конференції «Молодь і поступ біології». Львів 19–21 квітня 2016. – С. 225.
137. Штирц А. Д. Пространственная организация сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) в почве сельскохозяйственного поля в условиях степной зоны Украины [Текст] / А. Д. Штирц, Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Изв. Харьк. энтомол. о-ва. – 2013. — Т. XXI, вып. 1. – С. 49–60.
138. Ammer S. Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands / S. Ammer, K. Weber, C. Abs, C. Ammer, J. Prietzel // Appl. Soil Ecol. – 2006. – Vol. 33. – P. 10–21.
139. Andersen C., Laursen I. Distribution of heavy metals in *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa* and *A. rosea* measured by atomic absorption and X-ray fluorescence spectrometry // Ibid. – 1982. – Bd. 24. – S. 347–356.
140. Andersen C., Laursen J. Distribution of heavy metals in *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa* and *A. rosea* measured by atomic absorption and x-ray fluorescence spectrometry // Pedobiologia. – 1982. – Vol. 24. – P. 347–356.
141. Anderson J. M. Inter- and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats // Oecologia. – 1978. – Vol. 32. - P. 341-348.

142. Anderson J. M. Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes // *Biology and Fertility of Soils*. – 1988. – Vol. 6. – P. 216–227.
143. Anderson M. J. Navigating the multiple meanings of β -diversity: a roadmap for the practicing ecologist / M. J. Anderson // *Ecology Letters*. – 2011. – Vol. 14. – P. 19–28.
144. Angermeier P. L. Local vs regional influences on local diversity in stream fish community of Virginia / P. L. Angermeier, M. R. Winston // *Ecology*. – 1998. – Vol. 79. – P. 911–927.
145. Austen D. J. Importance of the guild concept to fisheries research and management / D. J. Austen, P. B. Bayley, B. W. Menzel // *Fisheries*. – 1994. – Vol. 19. – P. 12-20.
146. Bayoumi B. M. Significance of the microhabitat on the distribution of oribatid mites in a hornbeam–oak mixed forest// *Opuscula Zoologica Budapest*. – 1978. – Vol. 15. – P. 51–59.
147. Beare M. H. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling / M. H. Beare, D. C. Coleman, D. A. Crossley, P. F. Hendrix, E. Odum // *Plant and Soil*. – 1995. – Vol. 170. – P. 5–22.
148. Bengtsson G., Nordström S., Rundgren S. Population density and tissue metal concentration of Lumbricids in forest soils near a brass mill // *Environ. pollut.* – (Ser.A). – 1983. – Vol. 30. – P. 87 –108.
149. Berghout A. G., Wenzel E., Büld J., Netter K. J. Isolation, partial purification, and characterization of the cytochrome P-450–dependent monooxygenase system from the midgut of the earthworm *Lumbricus terrestris* // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1991. – Vol. 100(3). – P. 389–396.
150. Bernhardt-Romermann M. On the identification of the most suitable traits for plant functional trait analyses / M. Bernhardt-Romermann, C. Romermann,

- R. Nuske, A. Parth, S. Klotz, W. Schmidt, J. Stadler // *Oikos*. – 2008. – Vol. 117. – P. 1533–1541.
151. Beylich A. Annelid coenoses of wetlands representing different decomposer communities / A. Beylich, U. Graefe // Broll G., Merbach W., Pfeiffer E.–M. (eds) *Wetlands in Central Europe Soil organisms, soil ecological processes and trace gas emissions*. – Berlin: Springer, 2002. – P. 1–10.
152. Binet F. ; Trehen P. Experimental microcosm study of the role of *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta: Lumbricidae) on nitrogen dynamics in cultivated soils // *Soil Biology and Biochemistry* - 1992. -Vol.24, No 12, - P.1501-1506. In the special issue ISEE 4. Proceedings of the "4th International Symposium on Earthworm Ecology," June 11-15, 1990, Avignon, France / edited by A. Kretzschmar
153. Blakemore R.J. Agronomic potential of earthworms in brigalowsoils of south-east Queensland / R.J. Blakemore // *Soil Biol. Biochem.* – 1997. – Vol. 29. – P. 603–608.
154. Bohlen P. J. Earthworm effects on N dynamics and soil respiration in microcosms receiving organic and inorganic nutrients / P. J. Bohlen, C. A. Edwards // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1995. – Vol. 27, 3. – P. 341–348.
155. Bouche Â, A. Earthworm species and ecotoxicological studies. // Greig–Smith, P.W., Becker, H., Edwards, P.J., Heimbach, F. (Eds.), *Ecotoxicology of earthworms*. – Andover, UK: Intercept, 1992. – P. 20–35.
156. Bouche M. B. Action de la faune sur les etats de la matiere organique dans les ecosystemes. // Kilbertus, G., Reisinger, O., Mourey, A., Cancela da Fonseca, J.A. (Eds.), *Humification et Biodegradation*. – Pierron, Sarreguemines, 1975. – P. 157–168.
157. Bouche M. B. Relations entre les structures spatiales et fonctionnelles des ecosyste mes illustre es par lero le pe dobiologique desvers de terre // Pesson, P. (Ed.), *La vie dans le sols*. – Villars, Paris, France: Gauthier, 1971. – P. 187–209.

158. Bouche M. B. Strategies lombriciennes // Lohm, U., Persson, T. (Eds.), Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecological Bulletins. – Stockholm, Sweden, 1977. – P. 122–132.
159. Brind'Amour A. Multiscale spatial distribution of a littoral fish community in relation to environmental variables / A. Brind'Amour, D. Boisclair, P. Legendre, D. Borcard // Limnology and Oceanography. – Vol. 50, No. 2. – 2005. – P. 465–479.
160. Brind'Amour A. Relationships between species feeding traits and environmental conditions in fish communities: A three-matrix approach / A. Brind'Amour, D. Boisclair, S. Dray and P. Legendre // Ecological Applications. – 2011. – Vol. 21 (2). – P. 363–377.
161. Briones M. J. I. Autecological study of some earthworm species (Oligochaeta) by means of ecological profiles / M. J. I. Briones, R. Mascato, S. Mato // Pedobiologia. – 1995. – Vol. 39. – P. 97–106.
162. Brown G.G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? / G.G. Brown // Plant Soil. – 1995. – Vol. 170 (1). – P. 209–231.
163. Butenschoen O. Carbon and nitrogen mobilisation by earthworms of different functional groups as affected by soil sand content / O. Butenschoen, S. Marhan, R. Lange, S. Scheu // Pedobiologia. – 2009. – Vol. 52. – P. 263–272.
164. Chessel D. Mesures symétriques d'amplitude d'habitat et de diversité intra-échantillon dans un tableau espèces-relevés: cas d'un gradient simple / D. Chessel, J.D. Lebreton R. Prodon // Compte rendu hebdomadaire des séances de l'Académie des sciences. Paris, D III. – 1982. – V. 295. – P. 83–88.
165. Christian, E., A. Zicsi Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae) // Die Bodenkultur – 1999. – № 50. – S. 121 – 131.
166. Csuzdi Cs. Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta; Lumbricidae) / Cs. Csuzdi, A. Zicsi. – Hungarian Natural history Museum Budapest. – 2003. – P. 271.

167. Daniel O., Anderson J. M. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister // *Soil Biology and Biochemistry*. - 1992. - Vol. 24, 5. - P.465-470.
168. Daniel O., Jager P., Cuendet G., Bieri M. Sampling of *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae) // *Pedobiologia*. – 1992. – Vol. 36. – P. 213–220.
169. Dash M. C., Satpathy B., Behera N., Dei C. Gut load and turnover of soil, plant and fungal material by *Drawida calebi*, a tropical earthworm // *Rev. Ecol. Biology Soil*. – 1984. – Vol. 21. – P. 387–393.
170. De'ath G. The multinomial diversity model: Linking shannon diversity to multiple predictors / G. De'ath // *Ecology*. – 2012. – Vol. 323. – P. 116–119.
171. Devliegher W., Verstraete W. *Lumbricus terrestris* in a soil core experiment: nutrient-enrichment processes (NEP) and gut-associated processes (GAP) and their effect on microbial biomass and microbial activity // *Soil Biology and Biochemistry*. - 1995. - Vol.27, No 12. - P. 1573-1580.
172. Doledéc S. Niche separation in community analysis: a new method / S. Doledéc, D. Chessel, C. Gimaret-Carpentier // *Ecology*. – 2000. – Vol. 81. – P. 2914–2927.
173. Doube B. M. Life in a complex community: functional interactions between earthworms, organic matter, microorganisms and plants / B.M. Doube, G.C. Brown // Edwards, C.A. (Ed.), *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, FL. – 1998. – P. 179–212.
174. Doube B. M. The response of *Aporrectodea rosea* and *Aporrectodea trapezoides* (Oligochaeta: Lumbricidae) to moisture gradients in three soil types in the laboratory / B. M. Doube, C. Styan // *Biology and Fertility of Soils*. – 1996. – Vol. 23, Issue 2. – P. 166–172.
175. Dray S. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbours matrices (PCNM) / S. Dray, P. Legendre, P. Peres-Neto // *Ecological Modelling*. – 2006. – Vol. 196. – P. 483–493.

176. Dray S. Testing the species traits-environment relationships: the fourth-corner problem revisited / S. Dray, P. Legendre // *Ecology*. – 2008. – Vol. 89. – P. 3400–3412.
177. Dray S. Matching data sets from two different spatial samples / S. Dray, N. Pettorelli, D. Chessel // *J. Veg. Sci.* – 2002. – Vol. 13. – P. 867–874.
178. Dray S. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists / S. Dray, A.B. Dufour // *Journal of Statistical Software*. – 2007. – Vol. 22(4). – P. 1-20.
179. Dunger W. Tiere im Boden / W. Dunger. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt. – 1964. – S. 164.
180. Fournier B. Patterns of earthworm communities and species traits in relation to the perturbation gradient of a restored floodplain / B. Fournier, E. Samaritani, J. Shrestha, E.A.D. Mitchell, R-C. Le Bayon // *Applied Soil Ecology*. – 2012. – Vol. 59. – P. 87–95. doi: 10.1016/j.apsoil.2012.03.015.
181. Friederichs K. Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der land- und forswirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie / K. Friederichs // Berlin: Parey, 1930. – Bd. 1. – 417 S.; Bd. 2 – 463 S.
182. Gams H. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Bergiffsklarung und Methodik der Biocoenologie / H. Gams // *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zurich.*, – 1918. – № 63. – S. 293–493
183. Goerres J. H., Savin M. C., Amador J. A. Dynamics of carbon and nitrogen mineralization, microbial biomass, and nematode abundance within and outside the burrow walls of anecic earthworms (*Lumbricus terrestris*) // *Soil Science*. – 1997. – Vol. 162, № 9. – P. 666–671.
184. Hamilton, W. E., Sillman, D. Y. Influence of earthworm middens on the distribution of soil microarthropods // *Biology and Fertility of Soils*. - 1989. – Vol. 8. - P. 279-284.

185. Hanski I. Metapopulation dynamics / I. Hanski // *Nature*. – 1998. – Vol. 396. – P. 41-49
186. Harwood M. Recovery of protein from poultry waste by earthworm / M. Harwood // *Proc. Austr. Poultry Stockfeed Conf. Sydney, 1976*. – P. 138-143.
187. Healy B. Distribution of terrestrial Enchytraeidae in Ireland / B. Healy // *Pedobiologia*. – 1980. – Vol. 20. – P. 159–175.
188. Hernandez P. Horizontal distribution of an earthworm community at El Molar, Madrid (Spain)/ P. Hernandez, M. Gutierrez, M. Ramajo, D. Trigo, D.J. D. Cosin // *Pedobiologia*, 2003, no. 47(5–6), pp. 568–573.
189. Hill M. O. Principal component analysis of taxonomic data with multistate discrete characters / M. O. Hill, A. J. E. Smith // *Taxon*. – 1976. – Vol. 25. – P. 249–255.
190. Hill M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences / M. O. Hill // *Ecology*. – 1973. – P. 427–431.
191. Hill M.O. Correspondence analysis: a neglected multivariate Method / M.O. Hill // *J. Roy. Stat. Soc.* – 1974. – Ser. C. Vol. 23. – P. 340–354.
192. Hill M.O. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination / M.O. Hill // *J. Ecol.* – 1973. – Vol. 61. – P. 237–249.
193. Holmstrup M., Simonsen V. Genetic and physiological differences between two morphs of the lumbricid earthworm *Dendrodrilus rubidus* (Savigny, 1826) // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1996. – Vol. 28, № 8. – P. 1105–1107.
194. Hubbell S. P. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography* / S. P. Hubbell. – Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001. – 540 p.
195. Ireland M. P., Richards K. S. The occurrence and localisation of heavy metals and glycogen in the earthworms *Lumbricus rubellus* and *Dendrobaena rubida* from a heavy metal site // *Histochemistry*. – 1977. – Vol. 4, 51(2–3). – P. 153–66.
196. Jerez R., B. E. ; Ball, P. R. ; Tillman, R. W Laboratory assessment of nutrient release from a pasture soil receiving grass or clover residues, in the presence

- or absence of *Lumbricus rubellus* or *Eisenia fetida* // *Soil-Biol- Biochem.* - 1992. - Vol.24, No 12. – P .1529-1534.
197. Jin-you X. An observation on the results of using earthworms as a supplementary food for suckling pigs / X. Jin-you, H. Xi-cong, L. Wen-xi // *South China Normal College.* – 1982. № 1. – P. 1-8.
198. Jones C. G, Lawton J. H., Shachak M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers // *Ecology.* – 1997. – Vol.78, No 7. – P. 1946–1957.
199. Jones C.G. Ecosystem engineering by organisms: why semantics matters / C.G. Jones, J.H. Lawton, M. Shachak // *Trends Ecol. Evol.* – 1997. – Vol. 12. – P. 275.
200. Jost L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components / L. Jost // *Ecology.* – 2007. – Vol. 88. – P. 2427–2439.
201. Koutika L.S. Soil organic matter distribution as influenced by enchytraeid and earthworm activity / L.S. Koutika, W.A.M. Didden, J.C.Y. Marinissen // *Biol. Fertil. Soils.* – 2001. – Vol. 33. – 294–300.
202. Lapied E. Influence of texture and amendments on soil properties and earthworm communities / E. Lapied, J. Nahmani, G.X. Rousseau // *Appl. Soil Ecol.* – 2009. – Vol. 43. – P. 241–249.
203. Lavelle Ch. Burrowing activity of *Aporrectodea rosea* / Ch. Lavelle // *Pedobiologia.* – 1998. – Vol. 42, № 2. – P. 97–101.
204. Lavelle P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function / P. Lavelle // *Advances in Ecological Research.* – 1997. – Vol. 27. Academic Press Ltd, London. – P. 93–132.
205. Lavelle P. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers / P. Lavelle, D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, P. Ineson, O.W. Heal, S. Dhillion // *Eur. J. Soil Biol.* – 1997. – Vol. 33. – P. 159–193.

206. Lavelle P. Earthworm activities and the soil system / P. Lavelle // *Biology and Fertility of Soils*. – 1988. – Vol. 6. – P. 237–251.
207. Lee K. E. Earthworms: their ecology and relationships with soil and Land use / K. E. Lee – London: Acad. Press, 1985. – 411 p.
208. Lee K.E. The earthworm fauna of New Zealand / K.E. Lee // *N.Z. Dept. Scient. Ind. Res.*, Wellington. – 1959. – Vol. 130. – P. 1-486.
209. Lindquist B. Investigation of the significance of some Scandinavian earthworms in decomposition of leaf litter and the structure of mullsoil / B. Lindquist // *Svensk. Skogs. U. Foren. Tidskr.* – 1941. – Vol. 6. – P. 179–242.
210. Loksa I. Mikrohabitate und ihre Bedeutung für die Verteilung der Collembolengermeinschaften in einem Hainbuchen-Eichenbestand // *Opuscula Zoologica Budapest*. – 1978. – Vol. 15. – P. 93–117.
211. Loranger G. Impact of earthworms on the diversity of microarthropods in a vertisol (Martinique) / G. Loranger, J. F. Ponge, E. Blanchart, P. Lavelle // *Biology and Fertility of Soils*. - 1998. – Vol. 27. - P. 21-26.
212. McRill M. The ingestion of weed seed by earthworms / M. McRill, G. R. Sagar // *Proceedings of the 12th. British Weed Control Conference, Brighton, UK. Vol II.* – 1973. – P. 519-524.
213. Malecki, M. R., E. F. Neuhauser, R. C. Loehr The effect of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) // *Pedobiologia*. – 1982. – Vol. 24. – P. 129–137.
214. Maraun M. Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae): microhabitats for micro- and mesofauna in forest soil / M. Maraun, J. Alpehi, M. Bonkowski, R. Buryń, S. Migge, M. Peter, M. Schaefer, S. Scheu // *Pedobiologia*. – 1999. – Vol. 43. No. 3. – P. 276–287.
215. Maraun M. Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae): microhabitats for micro- and mesofauna in forest soil / M. Maraun, J. Alpehi,

- M. Bonkowski, R. Buryń, S. Migge, M. Peters, M. Schaefer, S. Scheu // *Pedobiologia*. – 1999. – Vol. 43. – P. 276–287.
216. Marinissen J. C., Bok J. Earthworm-amended soil structure: its influence on *Collembola* population in grassland // *Pedobiologia*. – 1988. – Vol. 32. – P. 243–252.
217. Marino F., Morgan A. J. The time–course of metal (Ca, Cd, Cu, Pb, Zn) accumulation from a contaminated soil by three populations of the earthworm, *Lumbricus rubellus* // *Applied Soil Ecology*. – 1999. – Vol. 12. – P. 169–177.
218. Marinussen M. P., Van der Zee S. E., de Haan F. A. Cu accumulation in *Lumbricus rubellus* under laboratory conditions compared with accumulation under field conditions // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 1997. – Vol. 36(1). – P. 17–26.
219. McGill B. J. Rebuilding community ecology from functional traits / B. J. McGill, B. J. Enquist, E. Weiher, M. Westoby // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2006. – Vol. 21. – P. 178–184.
220. McGill B.J. Rebuilding community ecology from functional traits / B.J. McGill, B.J. Enquist, E. Weiher, M. Westoby // *Trends Ecol. Evol.* – 2006. – Vol. 21. – P. 178–185.
221. Mele P. M., Carter M. R. Species abundance of earthworm in arable and pasture soils in south–eastern Australia // *Applied Soil Ecology*. – 1999. – Vol. 12. – P. 129–137.
222. Meysman F.J.R. Bioturbation: a fresh look at Darwin’s last idea / F.J.R. Meysman, J.J. Middelburg, C.H.R. Heip // *Trends Ecol. Evol.* – 2006. – Vol. 21. – P. 688–695.
223. Migge-Kleian S. Earthworm communities in relation to tree diversity in a deciduous forest / S. Migge-Kleian, S. Cesarz, N.Fahrenholz, C. Platner, M. Schaefer // *European journal of soil biology*. – 2007. – Vol. 43. – P. 61–67.
224. Minden V. Plant-trait environment relationships in salt marshes: deviations from predictions by ecological concepts / V. Minden, S. Andratschke, J. Spalke, H.

- Timmermann, M. Kleyer // *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. – 2012. – Vol. 14. – P. 183–192.
225. Morgan A. J., Morris B. The accumulation and intracellular compartmentation of cadmium, lead, zinc and calcium in two earthworm species (*Dendrobaena rubida* and *Lumbricus rubellus*) living in highly contaminated soil // *Histochemistry*. – 1982. – Vol. 75(2). – P. 269–85.
226. Mouillot D. Alternatives to taxonomic-based approaches to assess changes in transitional water communities / D. Mouillot, S. Spatharis, S. Reizopoulou, T. Laugier, L. Sabetta, A. Basset, T. Do Chi // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 2006. – Vol. 16. – P. 469–482.
227. Mršić N. Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans I-II. – Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Zazred za Naravoslovne Vede Opera. 31. Ljubljana. – 1991. – 757 p.
228. Mesron T. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct / Mesron T., Yoset E., Ben-Ghedalia D. M.J. // *Agr. And Food Chem.* – 2001 – 49 - № 5 – P. 2322 – 2326.
229. Nordström S. Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden / S. Nordström, S. Rundgren // *Pedobiologia*. – 1974. – Vol. 14.– P. 1–27.
230. Olden J. D. A comparison of statistical approaches for modelling fish species distributions / J. D. Olden, D. A. Jackson // *Freshwater Biology*. – 2002. – Vol. 47. – P. 1976–1995.
231. Palmer M. W. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis/ M. W. Palmer // *Ecology*. – 1993. – Vol. 74. – P. 2215–30.
232. Paoletti M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators / M. G. Paoletti // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. – 1999. – Vol. 74. – P. 137–155.

233. Pearce T. G. Gut contents of some Lumbricid earthworms // *Pedobiologia* – 1978. – Bd. 18, H. 2. – S. 153–157.
234. Pearce T. G. The calcium relations of selected Lumbricidae // *J. Anim. Ecol.* – 1972. – Vol. 41. – P. 167–188.
235. Pitkaenen J., Nuutinen V. Distribution and abundance of burrows formed by *Lumbricus terrestris* L. and *Aporrectodea caliginosa* Sav. in the soil profile // *Soil Biology and Biochemistry.* – 1997. – Vol. 29, № 3–4. – P. 463–467.
236. Quillin K. J. Ontogenetic scaling of hydrostatic skeletons: geometric, static stress and dynamic stress scaling of the earthworm *Lumbricus terrestris* // *J. Exp. Biol.* – 1998. – Vol. 201. – P. 1871–1883.
237. Quillin K. J. Ontogenetic scaling of peristaltic crawling in the earthworm *Lumbricus terrestris* // *J. Exp. Biol.* – 1999. – Vol. 202. – P. 661–674.
238. Quillin K. J. Ontogenetic scaling oh the borrowing forces in the earthworm *Lumbricus terrestris* // *J. Exp. Biol.* – 2000. – Vol. 203. – P. 2757–2770.
239. Rombke J. The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts / J. Rombke, S.Janscha, W. Didden // *Ecotoxicology and Environmental Safety.* – 2005– Vol. 62 – P. 249–265.
240. Roots B.I. The water relations of earthworms II. Resistance to desiccation and immersion, and behaviour when submerged and when allowed a choice of environment / B.I. Roots // *J Exp Biol.* – 1956. – Vol. 33. – P. 29–44.
241. Rozen A., Mazur L. Influence of different levels of traffic pollution on haemoglobin content in the earthworm *Lumbricus terrestris* // *Soil Biology and Biochemistry.* – 1997. – Vol. 29, № 3–4. – P. 709–711.
242. Sabine J. The nutritive value of earthworm meal / J. Sabine // *Proceedings of Conference on Utilization of Soil Organisms in Sludge Management, Syracuse, N.Y.* / ed. by R. Kalamazoo. MI. 1978. C. 122-130.

243. Salmon S., Ponge J. –F. Distribution of *Heteromurus nitidus* (Hexapoda, Collembola) according to soil acidity: interaction with earthworm and predator pressure) // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1999. – Vol. 3. – P. 1161–1170.
244. Salomé C. Earthworm communities in alluvial forests: Influence of altitude, vegetation stages and soil parameters / C. Salomé, C. Guenat, G. Bullinger-Weber, J.-M. Gobat, R.-C. Le Bayon // *Pedobiologia*. – 2011. – 54 (Suppl.). – P. 89–98.
245. Santoul F. Spatial patterns of the biological traits of freshwater fish communities in south-west France / F. Santoul, J. Cayrou, S. Mastorillo, R. Cereghino // *Journal of Fish Biology*. – 2005. – Vol. 66. – P.301-314.
246. Scheu S. The role of substrate feeding earthworms (Lumbricidae) for bioturbation in a beechwood soil // *Oecologia*. – 1987. – Vol. 72. – P. 192–196.
247. Schrader S. Earthworm casting: stabilisation or destabilisation of soil structure / S. Schrader, H. Zhang // *Soil Biol. Biochem.* – 1997. – Vol. 29. – P. 469–475.
248. Shaw C., Puwluk S. The development of soil structure by *Octolasion tyrtaeum*, *Aporrectodea turgida* and *Lumbricus terrestris* in parent materials belonging to different textural classes // *Pedobiologia*. – 1986. – Bd. 29, № 5. – S. 327 – 339.
249. Sheehan C. The effects of earthworm functional group diversity on nitrogen dynamics in soils / C. Sheehan, L. Kirwan, J. Connoll, T. Bolger // *Soil Biol. Biochem.* – 2006. – Vol. 38. – P. 2629–2636.
250. Sheppard, S., Evenden, W. G., and Cornwell, T. C. Depuration and uptake kinetics of I, Cs, Mn, Zn, and Cd by the earthworm (*Lumbricus terrestris*) in radio-tracer–spiked litter // *Environ. Toxicol. Chem.* – 1997. – Vol. 16. – P. 2106–2112.
251. Shipitalo M.J. Interaction of earthworm burrows and cracks in a clayey, sub-surface-drained, soil / M.J. Shipitalo, V. Nuutinen, K.R. Butt // *Appl. Soil Ecol.* – 2004. – Vol. 26. – P. 209–217.

252. Shipitalo M.J. Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity / M.J. Shipitalo, R.C. Le Bayon // Edwards, C.A. (Ed.), *Earthworm Ecology*, 2nd ed. CRC Press LLC. – 2004. – P. 183–200.
253. Spurgeon D. J., Hopkin S. P. Tolerance to Zinc in Populations of the Earthworm *Lumbricus rubellus* from Uncontaminated and Metal–Contaminated Ecosystems. // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* – 1999. – Vol. 37, № 3. – P. 332–337.
254. Ter Braak C. J. F. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis / C. J. F. Ter Braak // *Ecology*. – 1986. – Vol. 67. – P. 1167–1179.
255. Thorpe I. S., Prosser J. I., Glover L. A., Killham K. The role of the earthworm *Lumbricus terrestris* in the transport of bacterial inocula through soil // *Biology and Fertility of Soils*. – 1996. – Vol. 23, Is. 2 – P. 132–139.
256. Thuiller W. Relating plant traits and species distributions along bioclimatic gradients for *Leucadendron* taxa / W. Thuiller, S. Lavorel, G. Midgley, S. Lavergne, T. Rebelo // *Ecology*. – 2004. – Vol. 85. – P. 1688–1699.
257. Tiunov A. V., Scheu S. Microbial respiration, biomass, biovolume and nutrient status in burrow walls of *Lumbricus terrestris* L. (Lumbricidae) // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1999. – № 33. – P. 2039–2048.
258. Tonn W. M. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes / W. M. Tonn, J. J. Magnuson, M. Rask, J. Toivonen // *The American Naturalist*. – 1990. – Vol. 136. – P. 345–375.
259. Tuomisto H. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity / H. Tuomisto // *Ecography*. – 2010. – Vol. 33. – P. 2–22.
260. Tuomisto H. Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Yes, if we choose to use it / H. Tuomisto // *Oecologia*. – 2011. – Vol. 167. – P. 903–911.

261. Wilcke D. E. Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden / D. E. Wilcke // Zeitsch. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere. – 1953. – Vol. 41. – S. 372 – 385.
262. Wright J.P. Patch dynamics in a landscape modified by ecosystem engineers / J.P. Wright, W.S.C. Gurney, C.G. Jones // Oikos. – 2004. – Vol. 105. – P. 336–348.
263. Zhang Q. L., Hendrix P. F. Earthworm (*Lumbricus rubellus* and *Aporrectodea caliginosa*) effects on carbon flux in soil // Soil Science Society of America Journal. – 1995. – № 59. – P. 816–823.
264. Ziegler F. Formation of water-stable aggregates through the action of earthworms: implications from laboratory experiments / F. Ziegler, W. Zech // Pedobiologia. – 1992. – Vol. 36. – P. 91–96.
265. Zobel M. The relative role of species pools in determining plant species richness: alternative explanation of species coexistence? / M. Zobel // Trends in Ecology and Evolution. – 1997. – Vol. 12. – P. 266–269.

Додаток 1

Біогеоценотична характеристика пробних площ за О.Л. Бельгардом (1950)

Ділянка профілю	Тип БГЦ	Тип ґрунту	№	Гігротоп		Трофотоп		Ценоморфи				
				Шифр	Код	Шифр	Код	St	Sil	Pr	Pal	
Арена р. Самара	Березовий ольс із сирим крупно-трав'ям	Болотно-луговий лісовий	8	Hg(4)	6	C	3	1	4	4	4	
			9	Hg(4)	6	C	3	1	4	3	4	
	В'язо-осокорник з розхідником	Лісовий	192	Ms(2)	3	C	3	1	4	0	0	
	Дубняк з купичником і конвалією	Дерново-боровий су-піщаний		1	Ms(2)	3	B	2	0	4	2	0
				2	Ms(2)	3	B	2	0	4	1	0
				3	Ms(2)	3	B	2	0	4	2	0
				4	Ms(2)	3	B	2	0	4	1	0
				5	Ms(2)	3	B	2	0	4	1	0
	Піщаний степ	Дерново-степовий піщаний		12	MsKs(1)	1	AB	1	3	0	2	0
				13	MsKs(1)	1	AB	1	3	0	2	0
				14	MsKs(1)	1	AB	1	3	0	2	0
				15	MsKs(1)	1	AB	1	3	0	2	0
				16	MsKs(1)	1	AB	1	3	0	2	0
	Сосно-дубняк з молінією і яглицею	Лучно-лісовий		10	MsHg(3)	5	C	3	0	4	4	0
				11	MsHg(3)	5	C	3	0	4	4	0
	Сосно-дубняк зі свіжим різнотрав'ям	Дерново-боровий су-піщаний		6	Ms(2)	3	C	3	0	4	2	0
				7	Ms(2)	3	C	3	1	4	2	0
	Сосняк із сухуватим різнотрав'ям	Дерново-боровий піщаний		17	MsKs(1)	1	AB	1	1	2	2	0
				18	MsKs(1)	1	AB	1	1	2	2	0
				19	MsKs(1)	1	AB	1	1	2	2	0
				20	MsKs(1)	1	AB	1	1	2	2	0
21				MsKs(1)	1	AB	1	1	2	2	0	
Байрак Глибокий	Бересто-пакленова діброва	Чорнозем лісовий	22	KsMs(1-2)	2	Dn	6	3	3	1	0	
			23	Ms(2)	3	Dn	6	2	3	2	0	
	Бересто-чорнокленовий дубняк з грястицею	Чорнозем лісовий		39	KsMs(1-2)	2	E	7	2	3	0	0
				40	KsMs(1-2)	2	E	7	3	4	0	1
	Бересто-ясенєва діброва з фіалкою опушеною	Чорнозем лісовий		24	KsMs(1-2)	2	Dn	6	2	4	2	0
				25	Ms(2)	3	Dn	6	2	4	2	0
				26	HgMs(2-3)	4	Dn	6	0	3	2	0
				45	MsKs(1)	1	Dn	6	4	1	1	0
	Бересто-ясенєва діброва із широколистяним	Чорнозем лучно-лісовий		46	MsKs(1)	1	Dn	6	4	1	1	0
				33	HgMs(2-3)	4	Dn	6	0	4	3	0
	Липова діброва із зірчником	Чорнозем лісовий		34	HgMs(2-3)	4	Dn	6	0	4	4	1
				41	Ms(2)	3	Dac	5	0	4	2	0
	Липо-ясенєва діброва із широколистяним	Чорнозем лісовий		42	Ms(2)	3	Dac	5	0	4	2	0
				27	HgMs(2-3)	4	Dac	5	1	4	3	0
				28	HgMs(2-3)	4	Dac	5	0	4	2	0
				29	HgMs(2-3)	4	Dac	5	0	4	1	0
				35	HgMs(2-3)	4	Dn	6	1	4	3	0

Продовження додатка 1

Ділянка профілю	Тип БГЦ	Тип ґрунту	№	Гігротоп		Трофотоп		Ценоморфи						
				Шифр	Код	Шифр	Код	St	Sil	Pr	Pal			
			36	HgMs(2-3)	4	Dn	6	1	4	3	0			
			43	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0			
			44	Ms(2)	3	Dac	5	0	4	2	0			
			30	MsHg(3)	5	Dac	5	0	4	3	0			
			31	MsHg(3)	5	Dac	5	1	4	4	0			
			32	MsHg(3)	5	Dac	5	1	4	3	0			
			37	HgMs(2-3)	4	Dn	6	0	4	3	1			
			38	HgMs(2-3)	4	Dn	6	0	4	4	1			
			Байрак Яцев яр	Липо-ясенєва діброва із ширококотрав'ям	Чорнозем лучно-лісовий	50	MsHg(3)	5	Dac	5	0	4	4	0
						51	MsHg(3)	5	Dac	5	0	4	4	1
Степова цілинка	Чорнозем звичайний	47		Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0			
		49		Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0			
Дніпропетровськ	Тальвег балки Тунельна	Болотно-луговий лісовий	74	HgMs(2-3)	4	Dac	5	1	4	1	3			
			Парк Гагаріна	Чорнозем лісовий	54	Ms(2)	3	Dac	5	1	3	0	0	
	55	Ms(2)			3	Dn	6	2	3	0	0			
	56	Ms(2)			3	Dac	5	1	3	0	0			
	57	HgMs(2-3)			4	E	7	1	1	3	0			
	58	Ms(2)			3	Dn	6	2	3	1	0			
	59	Ms(2)			3	Dn	6	1	4	0	0			
	60	KsMs(1-2)			2	Dc	4	1	3	0	0			
	61	KsMs(1-2)			2	Dn	6	4	3	0	1			
	62	KsMs(1-2)			2	Dac	5	2	3	1	0			
	63	KsMs(1-2)			2	Dn	6	3	2	0	0			
	64	KsMs(1-2)			2	Dc	4	2	2	1	0			
	65	KsMs(1-2)			2	Dc	4	1	3	1	0			
	66	Ms(2)			3	Dac	5	1	3	0	0			
	67	Ms(2)			3	Dn	6	2	4	0	0			
	68	Ms(2)			3	Dac	5	1	3	0	0			
	69	Ms(2)			3	Dn	6	2	3	1	0			
	70	Ms(2)			3	Dac	5	1	3	0	0			
	71	HgMs(2-3)			4	E	7	1	3	2	1			
	72	Ms(2)	3	Dac	5	2	4	0	0					
73	Ms(2)	3	Dac	5	2	4	0	0						
		Чорнозем лучно-лісовий	53	HgMs(2-3)	4	Dac	5	0	4	2	0			
			52	HgMs(2-3)	4	Dn	6	1	4	2	1			
Короткозаплавні БГЦ (р. Самара)	Бересто-ясенєва діброва із кропивою	Заплавний лучно-лісовий	75	MsHg(3)	5	Dn	6	0	4	4	1			
			76	MsHg(3)	5	Dn	6	0	4	4	1			
	Липова діброва діброва із ширококотрав'ям	Заплавний лісовий ґрунт	94	HgMs(2-3)	4	Dc	4	0	4	2	0			
			95	HgMs(2-3)	4	Dc	4	1	4	2	0			
			96	HgMs(2-3)	4	Dc	4	1	4	2	0			
			79	HgMs(2-3)	4	Dc	4	0	4	1	0			
	80	HgMs(2-3)	4	Dc	4	0	4	0	0					
Липова діброва з	Заплавний	97	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	2	0				

Продовження додатка 1

Ділянка профілю	Тип БГЦ	Тип ґрунту	№	Гігротоп		Трофотоп		Ценоморфи			
				Шифр	Код	Шифр	Код	St	Sil	Pr	Pal
Ділянка профілю	зірчаткой	лісовий ґрунт	98	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	0	0
			99	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	0	0
	Липова діброва зі яглицею	Заплавний лісовий ґрунт	100	MsHg(3)	5	Dc	4	0	4	1	0
			101	MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	1	0
	Липо-ясенєва діброва із ширококотрав'ям	Заплавний лучно-лісовий	81	HgMs(2-3)	4	Dac	5	0	4	2	0
			82	HgMs(2-3)	4	Dac	5	1	4	2	1
	Липо-ясенєва діброва із зірчаником	Заплавний лучно-лісовий	83	Ms(2)	3	Dac	5	0	4	2	0
			84	Ms(2)	3	Dac	5	0	4	2	1
			85	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0
			86	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0
	Липо-ясенєва діброва із зірчаником	Заплавний лучно-лісовий	77	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0
			78	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0
	Ольс із болотним крупнотрав'ям	Заплавний болотно-лісовий	87	UHg(5)	7	Dn	6	0	4	4	4
			88	UHg(5)	7	Dn	6	0	4	4	4
			89	UHg(5)	7	Dn	6	0	4	3	4
			90	UHg(5)	7	Dn	6	1	4	4	4
	Ольс із сирим крупнотрав'ям	Заплавний болотно-лісовий	91	Hg(4)	6	Dn	6	0	4	4	2
			92	Hg(4)	6	Dn	6	0	4	3	3
			93	Hg(4)	6	Dn	6	0	4	3	4
	Урочище Круглик	Липо-ясенєва діброва із зірчаником	Солодь	102	MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	3
103				MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	4	0
104				MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	3	0
105				MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	3	0
106				MsHg(3)	5	Dc	4	1	4	4	0
Орджонікідзе	Травостій	Червоно-бурі глини	196	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
	Травостій	Лесоподібні суглинки	127	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
			128	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
			197	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
			198	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
	Травостій	Педозем	130	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
			199	Ks(0)	0	Г	2	4	1	2	0
			200	Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0
	Травостій	Сіро-зелені глини	132	Ks(0)	0	Г	2	4	1	2	0
133			Ks(0)	0	Г	2	4	1	2	0	
202			Ks(0)	0	Г	2	4	1	1	0	
Плакор, ПП 201	Акацієве насадження	Чорнозем лісовий	141	MsKs(1)	1	F	8	4	1	0	0
			142	MsKs(1)	1	F	8	4	1	0	0
			143	MsKs(1)	1	F	8	4	1	0	0
			144	MsKs(1)	1	F	8	4	1	0	0
			145	MsKs(1)	1	F	8	4	1	0	0
	Степова цілинка	Чорнозем звичайний	135	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
			136	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
			137	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
			138	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
			139	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
140	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0			

Продовження додатка 1

Ділянка профілю	Тип БГЦ	Тип ґрунту	№	Гігротоп		Трофотоп		Ценоморфи			
				Шифр	Код	Шифр	Код	St	Sil	Pr	Pal
			134	Ks(0)	0	F	8	4	0	0	0
Заплава р. Проточ	Болото	Заплавний, болотна	205	UHg(5)	7	B	2	1	1	2	4
	Луг	Заплавний, лучний	195	Ms(2)	3	B	2	1	1	4	1
Правий берег р. Самара	Бересто–пакленова діброва з грястицею	Чорнозем лісовий	153	KsMs(1–2)	2	Dac	5	2	4	1	0
			154	KsMs(1–2)	2	Dac	5	2	3	1	0
	Бересто–чорнокленовий дубняк з грястицею	Чорнозем лісовий	166	Ms(2)	3	E	7	3	3	1	0
			167	KsMs(1–2)	2	E	7	3	4	0	0
			168	KsMs(1–2)	2	E	7	4	3	0	0
			169	KsMs(1–2)	2	E	7	3	3	0	0
	Бересто–ясеневая діброва з грястицею збірною	Чорнозем лісовий	155	KsMs(1–2)	2	Dn	6	3	3	1	0
	Бересто–ясеневая діброва з тонконогом лісовим	Чорнозем лісовий	156	Ms(2)	3	Dn	6	2	3	1	0
			157	Ms(2)	3	Dn	6	2	3	1	0
	Бересто–ясеневая діброва з фіалкою шершавою	Чорнозем лісовий	158	MsKs(1)	1	Dn	6	3	3	0	0
	Липова діброва із зірчником	Чорнозем лісовий	159	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	2	0
			160	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	2	0
	Липо–ясеневая діброва с широкотрав'ям	Чорнозем лучно-лісовий	146	HgMs(2–3)	4	Dac	5	1	4	3	0
			147	HgMs(2–3)	4	Dac	5	1	4	3	0
			148	HgMs(2–3)	4	Dac	5	1	4	3	0
	Липо–ясеневая діброва із широкотрав'ям	Чорнозем лісовий	161	HgMs(2–3)	4	Dac	5	1	4	2	0
	Липо–ясеневая діброва зі зірчаткою	Чорнозем лісовий	162	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	2	0
			163	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	1	0
			164	Ms(2)	3	Dac	5	1	4	1	0
	Липо–ясеневая діброва з яглицею	Чорнозем лучно-лісовий	149	MsHg(3)	5	Dac	5	0	4	4	0
150			MsHg(3)	5	Dac	5	0	4	4	0	
Осичняки	Чорнозем лісовий	170	KsMs(1–2)	2	Dn	6	3	4	0	0	
		171	KsMs(1–2)	2	Dn	6	3	4	0	0	
Паклено–ясеневая діброва с широкотрав'ям	Чорнозем лучно-лісовий	151	HgMs(2–3)	4	Dn	6	2	3	4	0	
		152	HgMs(2–3)	4	Dn	6	2	4	2	0	
Паклено–ясеневая діброва зі яглицею	Чорнозем лісовий	165	MsHg(3)	5	Dn	6	1	4	2	1	
Тривало-заплавні біогеоценози	Вербняк з болотним крупнотрав'ям	Амовіальний лучно-лісовий ґрунт	175	Hg(4)	6	Dn	6	1	4	3	2
			176	Hg(4)	6	Dn	6	1	4	4	2
			177	UHg(5)	7	Dn	6	0	4	3	3
			178	UHg(5)	7	Dn	6	0	4	3	3
	В'язо–осокорник з розхідником	Амовіальний лісовий ґрунт	193	Ms(2)	3	C	3	1	4	2	1
	В'язо–осокорник з ожиною	Амовіальний лісовий ґрунт	179	MsHg(3)	5	C	3	1	4	1	0
			180	MsHg(3)	5	C	3	1	4	1	0

Продовження додатка 1

Ділянка профілю	Тип БГЦ	Тип ґрунту	№	Гігротоп		Трофотоп		Ценоморфи			
				Шифр	Код	Шифр	Код	St	Sil	Pr	Pal
	Луг	Амовіальний лучний	187	MsHg(3)	5	С	3	0	4	4	0
			181	Ms(2)	3	Dc	4	1	4	2	0
			182	MsHg(3)	5	С	3	1	4	3	0
	Осокірник з бромусом безостим	Заплавний лісовий ґрунт	183	Ms(2)	3	В	2	1	4	1	0
			184	Ms(2)	3	В	2	1	4	1	0
	Осокірник з ранньою осокою	Заплавний лісовий ґрунт	185	HgMs(2-3)	4	В	2	0	4	1	0
			186	HgMs(2-3)	4	В	2	0	4	1	0
	Шелюжник з алювіальним різнотрав'ям	Заплавний лісовий ґрунт	172	HgMs(2-3)	4	Dc	4	1	4	3	2
			173	HgMs(2-3)	4	Dc	4	2	3	2	2
174			HgMs(2-3)	4	Dc	4	2	4	3	2	
АФ «Степова»	Сільськогосподарське поле	Чорнозем звичайний	188	MsKs(1)	1	Е	7	4	0	0	0
Схил б. Кам'янистої	Степова целинка	Чорнозем звичайний	189	KsMs(1-2)	2	Dac	5	4	1	2	0
			190	MsKs(1)	1	Dac	5	4	1	1	0
			191	Ks(0)	0	Dn	6	4	1	0	0
			203	KsMs(1-2)	2	Dac	5	4	1	2	0
Балка Орлова	Дубняк	Лісовий ґрунт	206	Ms(2)	3	В	2	2	4	2	0

Умовні позначення: ценоморфи показані бальними оцінками: 0 – відсутня; 1 – зустрічається епізодично; 2 – малий рівень представленості; 3 – середній рівень представленості; 4 – високий рівень представленості

Додаток 2

Кореляція морфо-екологічних властивостей дощових черв'яків та екологічних факторів

Властивості	H	T	H ²	T ²	H·T	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		
						-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
<i>Вага геному</i>																				
С-значення	-0.04	-0.02	-0.07	-0.03	-0.05	0.04	-0.47	-0.05	0.10	0.02	-0.43	-0.05	0.09	0.02	-0.25	0.00	0.11	0.00	0.03	
<i>Топоморфи</i>																				
Ep	-	-0.17	-0.04	-0.16	-0.02	-0.18	0.04	-0.45	0.02	-0.04	-0.01	0.18	0.00	0.00	-0.02	0.32	-0.01	0.16	-0.02	0.33
	+	0.28	0.07	0.28	0.04	0.30	-0.07	0.77	-0.03	0.06	0.01	-0.31	0.00	0.01	0.04	-0.55	0.01	-0.27	0.03	-0.56
End	-	0.21	0.06	0.22	0.05	0.20	-0.05	0.54	-0.02	0.05	0.02	-0.38	-0.01	0.02	0.03	-0.51	0.01	-0.29	0.01	-0.19
	+	-0.20	-0.05	-0.21	-0.04	-0.19	0.05	-0.52	0.02	-0.04	-0.02	0.36	0.01	-0.02	-0.03	0.48	-0.01	0.28	-0.01	0.18
An	-	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	-0.01	0.00	0.05	0.00	0.05	0.01	-0.13
	+	0.00	0.02	0.03	0.07	-0.10	0.01	-0.15	0.00	-0.01	0.03	-0.60	-0.03	0.06	0.02	-0.37	0.01	-0.35	-0.06	0.96
<i>Морфологічні особливості</i>																				
Epilo	-	0.75	-0.12	0.81	-0.14	0.57	-0.19	2.07	0.07	-0.13	-0.01	0.25	0.08	-0.13	0.00	0.02	0.04	-1.00	0.06	-0.95
	+	-0.06	0.01	-0.06	0.01	-0.05	0.02	-0.16	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08
Tanyl	-	-0.06	0.01	-0.06	0.01	-0.05	0.02	-0.16	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08
	+	0.75	-0.12	0.81	-0.14	0.57	-0.19	2.07	0.07	-0.13	-0.01	0.25	0.08	-0.13	0.00	0.02	0.04	-1.00	0.06	-0.95
Flat	-	-0.02	0.05	-0.03	0.04	0.01	0.02	-0.21	-0.01	0.02	0.01	-0.21	-0.03	0.05	0.01	-0.08	-0.01	0.19	0.00	0.03
	+	0.04	-0.08	0.05	-0.07	-0.01	-0.03	0.34	0.01	-0.02	-0.02	0.34	0.05	-0.08	-0.01	0.14	0.01	-0.31	0.00	-0.04
Setae	-	0.01	-0.04	0.02	-0.04	0.01	-0.01	0.16	0.03	-0.06	-0.01	0.27	0.00	-0.01	-0.01	0.13	0.00	0.02	0.01	-0.21
	+	-0.02	0.06	-0.03	0.06	-0.02	0.02	-0.24	-0.04	0.08	0.02	-0.42	-0.01	0.01	0.01	-0.20	0.00	-0.03	-0.02	0.31
Довжина тіла (L)	-0.11	0.00	-0.10	0.02	-0.13	0.02	-0.25	0.02	-0.03	0.00	0.03	0.01	-0.01	-0.01	0.15	0.00	0.03	-0.03	0.41	
Діаметр тіла (W)	-0.01	0.04	0.00	0.05	-0.02	0.00	0.04	0.01	-0.02	0.00	-0.06	0.01	-0.01	0.00	-0.02	0.00	-0.07	-0.02	0.24	
logW/logL	0.15	0.05	0.15	0.04	0.15	-0.05	0.48	-0.01	0.01	0.01	-0.14	0.00	-0.01	0.02	-0.24	0.01	-0.19	0.02	-0.25	
Seg_min	-0.14	-0.02	-0.13	0.00	-0.16	0.03	-0.29	0.03	-0.06	-0.01	0.25	0.02	-0.03	-0.02	0.31	0.00	0.04	-0.03	0.41	

Властивості	H	T	H ²	T ²	H·T	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		
						-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
Seg_max	-0.13	-0.02	-0.12	0.00	-0.16	0.02	-0.25	0.03	-0.05	-0.01	0.19	0.02	-0.03	-0.02	0.26	0.00	0.04	-0.03	0.45	
Seg_Length	-0.19	-0.02	-0.2	-0.01	-0.19	0.05	-0.54	0.01	-0.03	-0.01	0.23	0	0.01	-0.03	0.4	-0.01	0.26	-0.01	0.15	
Dorsal_pore	-0.03	-0.08	-0.04	-0.09	-0.06	0.00	-0.03	-0.01	0.01	-0.01	0.20	0.02	-0.03	-0.02	0.27	0.00	0.01	0.02	-0.31	
Clit_loc	0.02	-0.07	-0.02	-0.09	-0.04	0.02	-0.24	-0.03	0.06	0.01	-0.11	-0.03	0.05	-0.01	0.14	-0.01	0.12	0.03	-0.46	
Clit_size	-0.22	-0.04	-0.22	-0.02	-0.21	0.06	-0.60	0.00	-0.01	-0.01	0.24	-0.02	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.03	0.50	
Gland	-	0.06	0.08	0.04	0.06	0.10	-0.01	0.07	-0.04	0.07	0.01	-0.31	-0.01	0.01	0.01	-0.10	0.00	0.04	0.02	-0.31
	+	-0.06	-0.08	-0.04	-0.06	-0.10	0.01	-0.07	0.04	-0.07	-0.01	0.31	0.01	-0.01	-0.01	0.10	0.00	-0.04	-0.02	0.31
<i>Забарвлення</i>																				
Буре	-	-0.04	0.05	-0.05	0.05	-0.03	0.03	-0.29	-0.01	0.02	0.01	-0.16	-0.02	0.03	0.00	-0.06	0.00	0.11	-0.01	0.22
	+	0.08	-0.10	0.10	-0.11	0.06	-0.06	0.61	0.02	-0.04	-0.02	0.35	0.04	-0.07	-0.01	0.12	0.01	-0.23	0.03	-0.46
Відсутнє	-	0.11	-0.02	0.11	-0.03	0.09	-0.04	0.39	-0.02	0.04	0.00	-0.02	0.01	-0.02	0.02	-0.24	0.01	-0.25	0.02	-0.24
	+	-0.26	0.05	-0.26	0.07	-0.20	0.08	-0.87	0.04	-0.08	0.00	0.05	-0.02	0.04	-0.03	0.54	-0.02	0.56	-0.03	0.54
Червоно-коричневе	-	-0.08	-0.03	-0.08	-0.02	-0.07	0.01	-0.11	0.03	-0.06	-0.01	0.20	0.01	-0.02	-0.02	0.32	-0.01	0.16	0.00	0.03
	+	0.14	0.04	0.13	0.04	0.12	-0.02	0.20	-0.05	0.10	0.02	-0.34	-0.02	0.03	0.04	-0.56	0.01	-0.27	0.00	-0.05

Умовні позначення: Ep – епігейні; End – ендогейні; An – норники; Epilo – простомімум епілобічний; Tanyl – простомімум танілобічний; Flat – Сплющений каудальний кінець тіла (+) або не сплющений (-); Setae – Щетинки зближені попарно (+), або не зближені (-); Seg_min – мінімальна кількість сегментів; Seg_max – максимальна кількість сегментів; Seg_Length – довжина сегментів; Dorsal_pore – розташування 181ро між сегментних пор; Clit_loc – початок клітелюма; Clit_size – довжина клітелюма; Gland – чоловічий статевий отвір оточений здуттям, яке виходить за краї сегменту (+), або не виходить за краї сегменту (-)

Додаток 3

Раціони годування свиноматок контрольної групи

КОМПОНЕНТИ	Одиниці виміру	кукурудза	ячмінь	горох	Жмих со- няшника	Сінне лю- цернове борошно	разом
Корма	кг	2,0	1	1	0,4	1,0	
Кормових одиниць		2,66	1,18	1,17	0,43	0,54	5,98
Обмінна енергія	МДж	27,34	10,32	13,09	4,90	8,76	60,41
Суша речовина	г	1750	861	854	360	877	4702
Сирий протеїн	г	206	113	218	160	129	826
Перетравний протеїн	г	146	85	192	129	93	645
Лізін	г	6,6	4,1	13,6	6,4	9,0	39,7
Метіонін+цистін	г	8,2	3,6	5,2	5,6	5,5	28,1
Сира клітковина	г	76	49	54	52	283	514
Сіль кухонна	г	-	-	-	-	-	-
Кальцій	г	1,8	2,0	2,0	2,3	18	26,1
Фосфор	г	4,8	3,8	4,3	5,2	1,7	19,8
Залізо	мг	180	167	69	86	165	667
Мідь	мг	8,8	6,4	9,0	13,2	5,8	43,2
Цинк	мг	36,4	29,4	35,8	29,1	25,6	156,3
Марганець	мг	20,0	20,2	37,3	14,1	135	226,6
Кобальт	мг	0,30	0,08	0,43	0,2	0,05	30,88
Йод	мг	0,04	0,2	0,1	0,14	0,04	0,52
Каротин	мг	-	-	-	-	50	50
Вітаміни: Д	тис.	-	-	-	2,0	600	602
Е	мг	78	30	34	4,4	143	289,4
В ₁	мг	6,6	2,7	4,6	3,0	9,1	26,0
В ₂	мг	3,8	1,5	1,7	1,6	18,6	27,2
В ₃	мг	12,0	7,0	19,0	5,6	15,5	59,1
В ₄	мг	1592	975	1472	800	700	5540
В ₅	мг	42	24	23	88	35,8	212,8
В ₆	мг	16	3,1	4,0	-	-	23,1

Раціон годівлі свиноматок 2 дослідної групи

компоненти	Одиниці виміру	кукурудза	ячмінь	горох	Жмич со- няшника	Січне лю- цернове борошно	РВБД	разом
Корма	кг	2,0	1	1	0,3	1,0	0,5	
Кормових одиниць		2,66	1,18	1,17	0,32	0,54	0,14	6,01
Обмінна енергія	МДж	23,34	10,32	13,09	3,13	8,76	3,0	61,64
Суша речовина	г	1750	861	854	270	877	150	4762
Сирий протеїн	г	206	113	218	121	129	57	844
Перетравний протеїн	г	146	85	192	97	93	192	651
Лізін	г	6,6	4,1	13,6	4,9	9,0	3,5	42,7
Метіонін+цистін	г	8,2	3,6	5,2	4,2	5,5	1,96	20,6
Сира клітковина	г	76	49	54	38	283	130	630
Сіль кухонна	г	-	-	-	-	-	-	-
Кальцій	г	1,8	2,0	2,0	1,8	18	2,5	28,1
Фосфор	г	4,8	3,8	4,3	3,85	1,8	10	28,4
Залізо	мг	180	167	69	64	165	9,5	654
Мідь	мг	8,8	6,4	9,0	10,5	5,8	2,0	42,5
Цинк	мг	36,4	29,4	35,8	21,8	25,6	1,0	150,8
Марганець	мг	20,0	20,2	37,3	10,5	135	1,5	224,5
Кобальт	мг	0,30	0,08	0,43	0,15	0,05	-	1,01
Йод	мг	0,04	0,2	0,1	0,10	0,04	-	0,48
Каротин	мг	-	-	-	-	50	-	50
Вітаміни: Д	тис.	-	-	-	-	600	1,5	601,5
Е	мг	78	30	34	3,3	143	1	288
В1	мг	6,6	2,7	4,6	2,2	9,1	-	25,2
В2	мг	3,8	1,5	1,7	1,2	18,6	-	26,8
В3	мг	12,0	7,0	19,0	5,2	15,5	-	58,7
В4	мг	1592	976	1472	600	700	-	5340
В5	мг	42	24	23	66	35,8	-	190,8

Раціон годівлі свиноматок 3 дослідної групи

КОМПОНЕНТИ	Одиниці виміру	кукурудза	ячмінь	горох	Жмих со- няшника	Сінне лю- цернове борошно	РВБД	разом
Корма	кг	2,0	1	1	0,3	0,7	1,0	
Кормових одиниць		2,66	1,18	1,17	0,32	0,38	0,28	5,99
Обмінна енергія	МДж	23,34	10,32	13,09	3,13	6,13	3,40	59,41
Суша речовина	г	1750	861	254	270	614	3,00	4649
Сирий протеїн	г	200	113	218	121	90,3	114,8	863
Перетравний протеїн	г	146	85	192	97	93	192	651
Лізін	г	6,6	4,1	13,6	4,9	9,0	3,5	42,7
Метіонін+цистін	г	8,2	3,6	5,2	4,2	5,5	1,96	20,6
Сира клітковина	г	76	49	54	38	283	130	630
Сіль кухонна	г	-	-	-	-	-	-	-
Кальцій	г	1,8	2,0	2,0	1,8	18	2,5	28,1
Фосфор	г	4,8	3,8	4,3	3,85	1,8	10	28,4
Залізо	мг	180	167	69	64	165	9,5	654
Мідь	мг	8,8	6,4	9,0	10,5	5,8	2,0	42,5
Цинк	мг	36,4	29,4	35,8	21,8	25,6	1,0	150,8
Марганець	мг	20,0	20,2	37,3	10,5	135	1,5	224,5
Кобальт	мг	0,30	0,08	0,43	0,15	0,05	-	1,01
Йод	мг	0,04	0,2	0,1	0,10	0,04	-	0,48
Каротин	мг	-	-	-	-	50	-	50
Вітаміни: Д	тис.	-	-	-	-	600	1,5	601,5
Е	мг	78	30	34	3,3	143	1	288
В1	мг	6,6	2,7	4,6	2,2	9,1	-	25,2
В2	мг	3,8	1,5	1,7	1,2	18,6	-	26,8
В3	мг	12,0	7,0	19,0	5,2	15,5	-	58,7
В4	мг	1592	976	1472	600	700	-	5340
В5	мг	42	24	23	66	35,8	-	190,8

Додаток 4

План інтегрального експерименту по дослідженню впливу вермітрансформованих доб
авок на ростові показники поросят

Експе- ри- ме- нт	Матки	Поросята	Type	Кіл-ть при народже- нні, гол	Маса поро- ся при постановці, кг	Маса поро- сят при постановці, кг	Кіл-ть при від'ємі, гол (N)	Маса гнізда при від'ємі, кг	Маса порося при від'ємі, кг
I	Control	Control	Control	11	1.50	16.50	6	48.60	8.10
I	Control	Control	Control	9	1.60	14.40	7	60.90	8.70
I	Control	Control	Control	10	1.37	13.70	6	54.60	8.20
I	Control	Control	Control	7	1.34	9.40	5	59.99	8.57
I	Control	Control	Control	9	1.30	11.70	5	40.50	8.10
I	Control	Control	Control	10	1.26	12.60	6	52.80	8.30
I	I Experiment	Control	I exp	10	1.62	16.20	8	72.80	9.10
I	I Experiment	Control	I exp	9	1.62	14.60	6	52.80	8.80
I	I Experiment	Control	I exp	10	1.29	12.90	8	69.60	8.70
I	I Experiment	Control	I exp	8	1.50	12.00	7	65.10	9.30
I	I Experiment	Control	I exp	9	1.31	11.80	7	64.40	9.20
I	I Experiment	Control	I exp	9	1.29	11.60	7	65.80	9.40
I	II Experiment	Control	II exp	11	1.55	17.00	9	63.00	7.00
I	II Experiment	Control	II exp	8	1.60	12.80	6	49.80	8.30
I	II Experiment	Control	II exp	10	1.43	14.30	7	58.80	8.40
I	II Experiment	Control	II exp	12	1.23	14.80	8	64.00	8.00
I	II Experiment	Control	II exp	8	1.34	10.70	6	51.00	8.50
I	II Experiment	Control	II exp	8	1.29	10.30	7	60.00	8.20
II	Control	Control	Control	8	3.63	29.00	8	64.00	8.00
II	Control	Control	Control	10	3.90	39.00	9	63.00	7.00

Експеримент	Матки	Поросята	Type	Кіл-ть при народженні, гол	Маса порося при постановці, кг	Маса поросят при постановці, кг	Кіл-ть при від'емі, гол (N)	Маса гнізда при від'емі, кг	Маса порося при від'емі, кг
II	Control	Control	Control	8	4.44	35.50	8	60.80	7.60
II	Control	Control	Control	8	4.25	34.00	8	62.40	7.80
II	Control	Control	Control	8	3.90	31.20	7	57.40	8.20
II	Control	I Experiment	I Experiment	8	4.56	36.50	8	72.00	9.00
II	Control	I Experiment	I Experiment	10	3.90	39.00	9	72.00	8.00
II	Control	I Experiment	I Experiment	8	4.00	32.00	9	77.40	8.60
II	Control	I Experiment	I Experiment	8	3.75	30.00	8	76.00	9.50
II	Control	I Experiment	I Experiment	7	4.07	28.50	7	72.10	9.75
II	Control	II Experiment	II Experiment	9	3.56	32.00	8	70.40	8.80
II	Control	II Experiment	II Experiment	9	3.83	34.50	9	72.90	8.10
II	Control	II Experiment	II Experiment	8	4.06	32.50	8	70.40	8.80
II	Control	II Experiment	II Experiment	7	4.50	31.50	7	70.00	9.25
II	Control	II Experiment	II Experiment	9	4.00	36.00	8	68.80	8.60
III	Control	Control	Control	8	2.30	18.40	7	56.00	8.00
III	Control	Control	Control	7	2.40	16.80	6	48.00	8.00
III	Control	Control	Control	7	2.35	16.45	6	47.40	7.90
III	Control	Control	Control	8	2.35	18.80	7	54.95	7.85
III	Control	Control	Control	9	2.15	19.35	7	53.90	7.70
III	Control	Control	Control	11	1.91	21.01	7	54.60	7.80
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	9	2.20	19.80	8	64.00	8.00
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	6	2.50	15.00	6	53.82	8.97
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	10	2.10	21.00	7	51.31	8.20
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	8	2.35	18.80	8	68.00	8.50
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	9	2.15	19.35	8	67.43	8.43

Експеримент	Матки	Поросята	Туре	Кіл-ть при народженні, гол	Маса порося при постановці, кг	Маса поросят при постановці, кг	Кіл-ть при від'емі, гол (N)	Маса гнізда при від'емі, кг	Маса порося при від'емі, кг
III	I Experiment	I Experiment	I Experiment	9	2.17	19.53	8	66.80	8.35
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	10	2.07	20.72	8	65.60	8.20
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	8	2.27	18.13	8	68.80	8.60
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	10	2.00	20.00	8	64.40	8.05
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	7	2.38	16.65	7	60.90	8.70
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	10	2.01	20.07	8	64.40	8.05
III	II Experiment	II Experiment	II Experiment	11	1.90	20.90	9	52.50	8.10
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	9	2.20	19.80	7	57.40	8.20
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	6	2.50	15.00	6	54.00	9.00
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	10	2.10	21.00	7	54.60	7.80
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	8	2.35	18.80	7	62.30	8.90
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	9	2.15	19.35	7	68.80	8.60
III	I Experiment	II Experiment	III Experiment	9	2.17	19.53	8	68.00	8.50
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	10	2.07	20.72	9	72.90	7.35
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	8	2.27	18.13	8	67.20	8.40
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	10	2.00	20.00	9	70.20	7.75
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	7	2.38	16.65	8	58.10	8.30
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	10	2.01	20.07	9	62.40	8.00
III	II Experiment	I Experiment	IV Experiment	11	1.90	20.90	9	67.50	7.50