

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет тваринництва та водних біоресурсів  
УДК: 639.3.041.2:639.512

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Декан факультету тваринництва та водних біоресурсів Завідувач кафедри аквакультури  
Руслан КОНОНЕНКО Віталій БЕХ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р. «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.  
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему:

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ  
РОСЛИНОЇДНИХ РИБ В АКВАКУЛЬТУРІ»  
Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
(код і назва)

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна  
Гарант освітньої програми  
к.б.н., доцент Наталія РУДИК-ЛЕУСЬКА

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи  
д.с.н., професор Надія ВОВК  
Виконав Олександр ВАЛЕНКО

КИЇВ – 2023  
НУБІП УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аквакультури

В. Бех

2023 року

ЗАВДАННЯ

до виконання випускної магістерської роботи

Валенку Олександровичу

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
(шифр і назва)

Тема роботи: «Технологічні особливості відтворення рослиноїдних риб в аквакультурі»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 14.11.2022 р. № 1698 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: « 15 » жовтня 2023 року

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: розрахунки та літературні джерела.

Перелік питань, які потрібно розробити:

Дати характеристику гідрохімічному та гідробіологічному стану водного режиму ставів, визначити технологічні параметри вирощування рибопосадкового матеріалу риб, визначити ефективність технології його вирощування. Провести аналіз технології вирощування товарної риби.

Дата видачі завдання « 5 » лютого 2023 року

Керівник роботи

доц., д.с.г.н.

Надія ВОВК

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Олександр ВАЛЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

Реферат	4
Вступ	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Характеристика технологічних особливостей при вирощуванні товарної риби	7
1.2. Рибоводно-біологічна характеристика білого та строкатого товстолобиків, білого амура	18
1.3. Висновок з огляду літератури	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	23
2.1. Місце та об'єкт досліджень	23
2.2. Методика виконання роботи	24
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ В АКВАКУЛЬТУРІ	27
3.1. Біотехніка вирощування рослиноїдних риб	27
3.2. Інтенсифікаційні заходи в рибному господарстві	42
3.3. Економічна ефективність технології вирощування товарної риби	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	55
ВИСНОВКИ	59
ПРОПОЗИЦІЇ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	61

## РЕФЕРАТ

# НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Технологічні особливості відтворення рослинних риб в аквакультурі» містить 64 сторінок друкованого тексту. Робота складається з 10 таблиць. Список літератури містить 40 джерел.

# НУБІП України

**Актуальність:** В останні десятиріччя в більшості країн світу аквакультура стала пріоритетним напрямком рибного господарства. Існуюча в світі тенденція збільшення частки вирощуваної рибопродукції по відношенню до продукції,

отриманої за рахунок океанічного промислу, безсумнівно є характерною і для нашої країни, яка має для цього необхідний потенціал [16, 30].

# НУБІП України

**Метою дипломного проєкту магістера є:** удосконалити технологію вирощування рибосадкового матеріалу та товарної риби рослинних риб у полікультурі

# НУБІП України

**Методи дослідження** – загальноприйняті біологічні методи.

**Завдання роботи:** дати характеристику гідрохімічному та гідробіологічному стану водного режиму ставів, визначити технологічні параметри вирощування рибосадкового матеріалу риб, визначити ефективність технології його вирощування. Провести аналіз технології вирощування товарної риби.

# НУБІП України

**Об'єкт досліджень** – товарна риба білого та строкатого товстопобика, білого амуру на вирощуванні

# НУБІП України

**Предмет дослідження** фактори, що впливають на вирощування та рибопродуктивність товарної риби коропа та рослинних риб: гідрохімічний стан води, природна кормова база, рибницько-біологічні показники вирощування товарної риби – густина посадки, середня маса, вихід з вирощування, рибопродуктивність, затрати корму; економічна ефективність вирощування риби, собівартість, прибуток.

# НУБІП України

В результаті виконання дипломної роботи був проведений аналіз вирощування товарної риби рослинної риби у полікультурі

# НУБІП УКРАЇНИ

*Ключові слова:* строкатий товстолобик, білий товстолобик, білий амур, дволітки, рибопосадковий матеріал.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

**ВСТУП**

# НУБІП України

На Україні споруджено понад 27 тис. ставів і малих водоймищ. Їх сумарний об'єм – близько 7 км<sup>3</sup>, а площа водного дзеркала близько 300 тис. га, у тому числі ставків – близько 200 тис. га. Переважна більшість сільськогосподарських

# НУБІП України

водойм України є невеликими ставками з водною поверхнею менше 1000 га.

# НУБІП України

Дослідженнями, проведеними Інститутом рибного господарства, встановлено, що вирощування товарної риби в різних регіонах України за

# НУБІП України

оптимального видового і кількісного співвідношення корокових риб в полікультурі з урахуванням їх трофічних рівнів, спрямованого формування екосистеми ставу та раціональної годівлі коропа штучно виготовленими кормами можливе отримання рибопродукції 2200-3500 кг/га і вище, причому за рахунок коропа – 1500-2500 кг/га, рослиноїдних – 600-1200 кг/га.

# НУБІП України

Основними інтенсифікаційними заходами в ставах у період вирощування товарної риби є їх удобрення та повноцінна годівля риби. В залежності від зони вирощування дана технологія дає можливість отримувати 1200-1400 кг/га рибопродукції коропа масою 400-500 г та 2500-4500 кг/га – рослиноїдних масою

450-1200 г.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

# НУБІП України

### 1.1. Характеристика технологічних особливостей при вирощуванні товарної риби

Водне середовище (гідросфера) займає 70,8% поверхні Земної кулі. Обсяг гідросфери становить  $\approx 1,38$  млрд. км<sup>3</sup> (1/780 об'єму планети -  $1375 \cdot 10^6$  маси Землі. З них 98% припадає на моря та океани і лише 0,46% на прісні водоймища (озера, річки, болота), решта – на підземні води, лід та сніг арктичних та антарктичних областей.

Вода має більшу чи меншу мінералізацію вище 5‰ – розсіл, від 0,1 до 5‰ – мінеральна, менша – прісна. Кількість солей, виражена у грамах на 1 кг води (або ‰), означає, яка вода: 0,01-0,5 ‰, або 0,5‰ - прісна, 0,5-16 - солонувата, 16-47 - солоня, більше 47 – надсолоня.

У кожному кубічному кілометрі морської води розчинено 36 мільйонів тонн твердих речовин. Середній хімічний склад розчинених у морській воді речовин: Cl – 55,07%, Na – 30,62%, Mg - 3,68%, S - 2,73%, Ca - 1,18%, K - 1,10%, Br - 0,19%, C - 0,08%, Sr - 0,02%, B – 0,01%.

75% прісних вод на Землі знаходиться у вигляді льоду, значну її частину становлять підземні води і лише 1% доступний для живих організмів.

Переважна частина води Землі зосереджена у Світовому Океані. Середня глибина Світового океану становить 3,96 км. Якщо гіпотетично розподілити всю воду планети на поверхні кулі з площею, що дорівнює земній, то ми отримаємо шар води потужністю 2,6 км.

Товщина шару прісної води при цьому становила б 50 м. З них 49,5 м – вода, зосереджена. Полярних льодах і льодовиках, і лише 0,5 м - вода, що знаходиться в озерах і водосховищах, тобто доступна для використання людством.

# НУБІП України

Вода – найзвичніша для нас хімічна сполука. Ми п'ємо воду, готуємо їжу на воді, вмивасьмоь водою, стираємо у воді, плаваємо у воді. На 2/3 ми складаємось з води, і не можемо без неї жити. Життя, як відомо, розвинулось у воді і немислиме без води. Вода часто завдає нам неприємностей: відсутність її – посухи, надлишок – повені та потопи.

Вода входить до складу мінералів, міститься у клітинах рослин тварин, впливає на формування клімату, що бере участь у кругообігу речовин у природі, сприяє відкладенню осадових порід та утворення ґрунту, є джерелом отримання дешевої електроенергії: її використовують у промисловості, сільському господарстві та для побутових потреб.

Незважаючи на уявну достатню кількість води, на планеті, прісної води, необхідної для життя людині та багатьом іншим організмам, її катастрофічно не вистачає. За забруднення гідросфери відбувається, перш за все, в результаті скидання в річки, озера та моря промислових, сільськогосподарських та побутових стічних вод.

Прісні води – не лише незамінний п'яний ресурс. Зрошувані ними землі дають близько 40% загальносвітового врожаю; ГЕС виробляється приблизно 20% всієї електроенергії; споживаної людьми риби 12% становлять річкові та озерні.

Гідросфера служить планетарним акумулятором неорганічної та органічної речовини, яка приноситься в океан річками, атмосферними потоками, а також утворюється самими водоймами. Вода як місце існування має ряд специфічних властивостей, таких, як велика щільність, сильні перепади тиску, відносно малий вміст кисню, сильне поглинання сонячних променів та ін. Водойми та окремі їх ділянки різняться, крім того, солоним режимом, швидкістю горизонтальних переміщень (теч), змістом зважених частинок. Для життя придонних організмів мають значення властивості ґрунту, режим розкладання органічних залишків тощо.



Більшість головним чином, в озерах та водосховищах. Фактично, заростання водойм є нормальний процес розвитку. У міру заповнення озерної улоговини наносами (осадове накопичення), принесеними ззовні і формуються в самому озері, створюються умови для росту рослин спочатку в прибережній зоні, а потім і по всьому озеру. У процесі заростання озера рослинність зазвичай розташовується від берегів до центру озера концентричними зонами з характерними представниками їх у кожній зоні. Це результат різного ступеня освітленості прибережної зони, неоднорідності ґрунту, зміни хімічних і термічних умов. У процесі сукцесії, таким чином, озера

заболочуються. Озера перетворюються на болота не лише шляхом заростання, а й шляхом наростання збуна, або сплавини, що складається з живих та відмерлих рослин. Основну масу сплавини становить сфагновий мох, що спирається на кореневища та пагони інших рослин.

Сплавина росте завтовшки і від берега до центру водойми. Рослинні залишки сплавини осідають на дно і заповнюють улоговину. Розвиток сплавини спостерігається зазвичай в озерах зі слабкою мінералізацією і біля глибоких берегів з невеликим прибоєм.

Надмірне заростання водоймища водною рослинністю призводить до заболочування та втрати його рибогосподарського значення. У таких випадках необхідно щорічно викошувати рослинність і видаляти її з водойми механічними (очеретяними силами, викорчовуванням підводними снарядами (бороною тощо), протягуванням по дну на тросі, або за допомогою хімічних засобів. На ряді діючих теплових електростанцій вважають за краще боротися із заростанням біологічним методом (розведення рослиноїдних риби).

Боротьба із заростанням водойм проводиться при надлишку жорсткої і м'якої рослинності. Вважають, що водну рослинність слід видаляти в променах, коли вона займає понад 20-30% площі ставка. Розріджена рослинність навіть

корисна, оскільки на ній розвивається багато кормових організмів, і вона бере участь у самоочищенні водойм.

Більш складні методи контролю

(ультразвуковий, радіографічний, магнітних частинок) вимагають ретельної зачистки поверхні або небезпечні для здоров'я персоналу.

На думку фахівців, загальна площа занурених у море штучних субстратів становить близько 200 тис. км<sup>2</sup>, тобто, не менше 20% від площі поверхні верхніх відділів

шельфу. Це смуга шириною 10 м, що в довжину перевищує узбережжя Японського моря з островами. Оскільки біомаса обростання може досягати десятків кілограмів на квадратний метр, його загальна вага відповідно обчислюється мільйонами тонн.

Найбільш широкий розвиток на практиці знайшов лише один напрямок захисту від обростання – хімічний, який активно розробляється в багатьох розвинених країнах. Воно пов'язане з використанням фарб та інших покриттів, здатних виділяти в навколишнє середовище сильнодіючі отрути (біоциди), які вбивають не тільки обростачів, а й будь-яких інших водних тварин. Однак, в

результаті такого захисту зникають поширені раніше види, з'являються мутантні форми: мольоски без раковин і т.п. Тим самим завдається непоправна шкода природним екосистемам.

У ситуації, що склалася, існує один розумний вихід: не боротися з обростанням, а захищатися про нього, і, як це не здасться парадоксальним, іноді і захищати його від людини. Єдиний спосіб реалізації такого захисту – використання біологічно активних речовин (репелентів), які не вбивають, а лише відлякують личинок обростачів. Репеленти діють не на весь організм, а тільки на органи почуттів, що виключає загибель тварин, які підпливають до об'єкта, які можуть і не бути обростачами.

Обростання підводної частини суден завдає великої шкоди судноплавству.

Це,

насамперед, втрати швидкості ходу судів, що досягають 50% від номінальної; погіршення маневреності судна; підвищення витрат палива у зв'язку з необхідністю підтримувати комерційно виправдану швидкість перевезення вантажів; необхідність частого докування судна для очищення його підводної частини; передчасне знос машин та обладнання.

У південних морях обростання відбувається значно швидше та інтенсивніше, ніж у північних. Судно, що здійснило рейс з Північної Америки до

Ріо-де-Жанейро, за час стоянки в цьому порту обросло настільки, що на зворотний рейс витратило палива на 1000 т більше і, проте, йшло зі швидкістю меншою на 2-3 вузли на годину.

Для захисту підводної частини суден застосовують антимікробні лакофарбові покриття, до складу якої, крім плівкоутворювальних речовин, розчинників, нейтральних пігментів та пластифікаторів, вводять отрути переважно оксиди міді, ртуті, цинку та ін. металів.

Заростання зрошувальних каналів водною рослинністю ускладнює їх використання - призводить до різкого скорочення їх пропускної здатності, а іноді до виведення з ладу колекторно-дренажних систем. Надмірний розвиток мікроскопічних водоростей буває причиною літніх заморів риби, а вода від цього стає непридатною для водопостачання, оскільки засмічує труби.

Заростання відбувається особливо інтенсивно ділянках із низькими швидкостями, тобто.

Відомо, що зрілі самки мігрують активніше. Бувають випадки зворотного типу міграції, тобто підйом до поверхні вдень, поява біля поверхні в середині дня, навіть за яскравого сонця. Зворотний тип вертикальних міграцій має місце у більшості організмів фітопланктону, але він іноді спостерігається і у ряду представників зоопланктону, у тому числі і прісноводного (кільовратки, *Daphnia*

*Longispina* і *Eudiaptomus graciloides* в оз. Ульменер Мааре, *Polyarthra* і науплії *Diaptomus* і *Bythotrephes longimanus* в озері Люцерн, *Daphnia longispina* в озері Лок-Дерг, *Acanthocyclops bicuspidata* в озері Карога, *Polyarthra trigia* і *Keratella cochlearis* в Кристателеві ставку).

Очевидно, є види, які мають дуже низьку світлову чутливість, настільки низьку, що їх оптимум знаходиться майже або навіть вище найвищої денної освітленості на поверхні води. Тому при денному світлі їхній оптимум на поверхні, а вночі вони розсіюються і опускаються. Є організми, які ніколи не мігрують, залишаються завжди на одному рівні.

До таких, наприклад, відносяться діапоміди *Rhincalanus*, *Microcalanus rugosus*, циклоп *Cyclops strenuus*, коловратки *Filinia longiseta*, *Polyarthra trigia*, *Trichocerca carucina*, *Asplanchna priodonta*, *Ploesoma truncatum*, *P. hudsoni*, клadoцери *beris* та *Polyphemus*. Відсутність вертикальних добових міграцій зазначено в оліготрофних гуміфікованих озерах з коричневою водою та незначною прозорістю через досить однорідні умови у всій товщі води протягом доби).

Причини міграцій Деякі автори розглядають міграційні переміщення як пасивний процес, що викликається зміною швидкості перенесення організмів вертикальними струмами води, особливо внутрішніми хвилями, що мають за деякими компонентами 12- і 24-годинну періодичність.

Обростання навігаційної огорожі та гідротехнічних споруд призводить до різкого зростання опору хвильовим навантаженням, що, зрештою, може призвести до аварійної ситуації. Особливо актуальною є проблема обростання опор нафтовидобувних платформ у зв'язку з інтенсифікацією видобутку нафти і газу на континентальному.

шельфі. Збільшення числа розвідувальних та експлуатаційних морських стаціонарних платформ (МСП) на шельфі світового океану супроводжується

почастішанням випадків їх аварій, пов'язаних в основному зі штормами та викидом нафти зі свердловин. Лише одна катастрофа на морській установці «Alexander Kielland» в англійському секторі Північного моря спричинила за собою 123 людські жертви. Однією з причин аварій МСП у відкритому морі може послужити пошкодження їх опор біообрастанням.

Масовий розвиток обрастання створює наступні непередбачені біоперешкоди експлуатації платформ:

1. Виникнення додаткового навантаження на опори від маси обрастання, що поступово зростає. При середній біомасі обрастання 20 кг/м<sup>2</sup>

загальна біомаса обрастання однієї

опори на глибині від поверхні до 50 м-кodu становить не менше 3 т.

2. Зростання опору опор хвильовим навантаженням. Збільшення шорсткості

підводної частини судна всього на 25 мкм підвищує опір руху на 2,5%, а суцільне обрастання баланусами з діаметром будиночка 25-30 мм викликає втрапи швидкості ходу до 4 вузлів, що становить 30% від номіналу. На платформі з терміном експлуатації понад 2 роки ступінь обрастання є дуже сильним, і опір опор хвильовим.

Навантаженням зростає щонайменше ніж 50%.

3. Неможливість виявлення дефектів елементів конструкції опор, прихованих під суцільним шаром обрастання під час проведення операцій із контролю над їх технічним станом з допомогою підводно-технічних засобів.

Застосовуючи різну методику (пошарові вертикальні та горизонтальні лови та ін. у різні години доби), добові вертикальні міграції спостерігали та вивчали багато авторів. Вже на початку ХХ було встановлено деякі закономірності добових вертикальних міграцій зоопланктону. Ці закономірності стосувалися інтенсивності та розмаху (амплітуди) міграцій у різних видів, неоднакової поведінки одних і тих же видів у різних водоймах, зміни характеру міграцій у

зв'язку з віком (стадією), зі статтю, залежно від сезону року, зміни часу підйому до поверхні та догляду вглиб у різних видів. Кушингом (Gushing, 1951) розмаїтість форм міграцій, що спостерігається, було зведено до однієї основної схеми.

У процесі вертикальних добових міграцій розрізняє 5 стадій. У першій стадії починається підйом з «денної» глибини за дві години перед заходом сонця або навіть за 10 год, як це спостерігали у *Salanus prorspinus* та *Acanthocyclops vernalis*. Друга стадія характеризується відходом з поверхні вглиб опівночі або перед цим, що характерно для сутінкових мігрантів і спостерігалось у різних видів ракоподібних, у коловраток і клadoцер. У третій стадії відбувається повернення до поверхні перед світанком після опівночі опускання; спостерігали це у морях та у прісних водоймах. Четверта стадія – швидкий догляд на денну глибину із початком проникнення світла у воду. У п'ятій стадії змінюється рівень денної глибини як по днях, а й у годинах.

Хатчінсон (Hutchinson, 1967) розрізняє три типи нічних міграцій: 1. Підйом починається перед або незабаром після заходу сонця, і тварини досягають поверхні незадовго до півночі, спуск починається рано вранці, як небо починає світлішати (ювенільні *Daphnia longispina* в оз. Лох-Дерг, копеподи в озері Люцерн, *Diaphanosoma* в озері Тітізе).

2. Підйом триває всю ніч, і максимум біля поверхні відзначається перед світанком або в помірних широтах влітку близько 4 години ранку (*Eudiaptomus gracilis* і *Eurytemora velox* в оз. Люцерн). 3. Немає добре вираженого нічного підйому, швидше, має місце нічне опускання, що триває всю ніч (*Cyclops strenuus* в оз. Нозірі та *Macrohectopus branickii* у Байкалі). Денна глибина планктерів пов'язані з інтенсивністю висвітлення. Так як денна глибина зоопланктону залежить від інтенсивності світла, а остання змінюється по годинах, по днях, по сезонах і навіть у зв'язку з погодою, то цілком зрозумілий зв'язок цієї глибини з результатами показань світловимірвальних приладів.

Так, була встановлена чітка кореляція між денною глибиною низки представників зоопланктону та показаннями приладів, що вимірюють освітленість. При цьому з посиленням освітлення рівень денної глибини знижується, а з ослабленням освітленості – підвищується. Цікавим є те, як тварини знаходять свою денну глибину або оптимум інтенсивності світла.

Були описані дві категорії реакцій (Gushing, 1951): при одній (фототаксис) тварини спрямовано плывуть або уникають джерела збудника (наприклад, від світла) з постійною швидкістю, при іншому рух тварин не орієнтований і відбувається з мінливою швидкістю в залежності від інтенсивності світла. Розмір світлового оптимуму не однакова в різних видів.

У зв'язку з цим час появи зоопланктерів біля поверхні та опускання їх на глибину у різних видів може бути дуже неоднаковим. Розрізняють мігрантів сутінкових та нічних. Перші концентруються біля поверхні у великій кількості ввечері і на світанку, другі - вночі, кількість перших у поверхні падає вдень і вночі, а в других - вдень. Виявилось, мілководні види поводяться як післяполудні мігранти, більш глибинні як вечірні, а ще глибоководні як нічні мігранти.

При цьому, чим глибше вид живе в озері, тим сильніше варіює його середня денна глибина іноді і тим більше вертикальна довжина його популяції. Світловий оптимум різний у різних стадій, статей і навіть генерацій одного виду може залежати від фізіологічного стану організму. Мінливий характер вертикальних добових міграцій проявляється навіть в організмів, що належать до однієї і тієї ж популяції, до осіб, що належать одному й тому виду, статі і стадії. Ймовірно, різниця у фізіологічному стані, обумовлена дозріванням гонад, їжею, може частково бути відповідальною за такі варіації у поведінці.

Та не лише якість води відіграє значну роль при вирощуванні риби у ставках. Так, Н. М. Харитонова [23], вважає, що рибопродуктивність у великій мірі залежить не тільки від хімічного складу води у ставі, а й від його глибини, тобто від величини об'єму води, який приходиться на одиницю площі водного

дзеркала. Взаємозв'язок глибини ставу з його водним об'ємом дає підставу для розгляду цього фактора, як одного з показників рівня водозабезпечення.

Сезонні зміни вертикального розподілу планктону, вперше встановлені Хуном (Chun, 1888), полягають у зміні глибини проживання взимку та влітку:

деякі організми, що не виносять високих температур поверхневого шару моря, у

літній час тримаються в прохолодних глибинах, а в поверхневій шарі піднімаються тільки і взимку, до літа знову йдучи на глибини. Подібне сезонне занурення, коли вид зникає з поверхні з прогріванням води, не слід змішувати з

активною сезонною міграцією, хоча на практиці буває важко встановити, чи має

місце те чи інше.

Якщо організм живе кілька років, то такі міграції матимуть періодичний характер, але якщо життя організму коротке і міграція буде здійснена ним лише

один раз – воно буде неперіодичним. Деякі планктонні організми у дорослому

стані тримаються на глибинах, а для розмноження піднімаються у верхні шари

моря, зазвичай у літню пору року.

Такі міграції також будуть неперіодичними. Але іноді один і той же організм може здійснювати вертикальні міграції обох типів - у молодому віці

триматися біля поверхні моря, у дорослому - йти на глибини, а крім того, щодобу

переміщатися вгору і вниз. Найчастіше міграції протікають між періодами

харчування та розмноження, тобто, на одному кінці міграційного шляху

знаходиться район відгодівлі, на іншому – розмноження. Здебільшого саме такий

характер мають міграції риб (нерестово-кормові). Сезонні вертикальні міграції

зоопланктону найбільш чітко виражені в морях високих широтах, і відсутні або

виражені слабо в низьких широтах. Мають місце і у внутрішніх водоймах.

Так, наприклад, для озер Севан, Байкал та Глибоке відзначено вплив

сезонних міграцій на добовий розподіл зоопланктону (розрізнялося взимку та

влітку). При цьому виділяються види, схильні до сезонних змін вертикального

розподілу (*Epicheura lacustris* в оз. Байкал, діатоміда *Skistodiatomus oregonensis*,



коловратка *Filinia thermalis*) і не піддані їм (*Leptodiptomus tinatus*), коловратка *Keratella iemai*. Добові міграції Перці відомі про добові вертикальні міграції тварин планктону прісних водойм є у Клов'є (Сачег, 1817), який спостерігав вранці і ввечері і при хмарному небі скупчення дафній біля поверхні води і переміщення їх при яскравому денному світлі дня на глибину. Лейдіг (Leidig, 1862), подбно до Клов'є, спостерігав дафній біля води ввечері і в похмурі дні.

## 1.2. Рибоводно-біологічна характеристика білого та строкатого товстолобиків, білого амура

До рослиноїдних відносять риб так званого китайського рівнинного комплексу білого та строкатого товстолобиків, білого та чорного амурів. Вони належать до сімейства коропових. Рослиноїдні були завезені з Китаю і Далекого Сходу і акліматизовані в нашій країні на початку шістдесятих років, в результаті робіт з акліматизації цих риб, що проводилися, в даний час вони поширені практично у всіх водоймах країни.



Рис.1. Білий товстолобик

Зі збільшенням відмінювання Місяця, і навіть при переміщенні Місяця від апогею до перигею швидкість припливно-відливних течій збільшується.

Припливно-відливні течії відрізняються від усіх інших течій тим, що вони захоплюють всю товщу водних мас від поверхні до дна, лише трохи зменшуючи

свою швидкість у придонних шарах. У протоках, вузьких затоках і поблизу берегів припливно-відливні течії мають зворотний (реверсивний) характер, тобто припливна течія спрямована постійно в один бік, а відливна має напрямом, прямо протилежне припливному.

У відкритому морі, далеко від берегів, і в середніх частинах досить широких заток немає

різкої зміни напрямку припливно-відливної течії на зворотне, тобто так званої зміни течій. У цих місцях найчастіше спостерігається безперервна зміна напрямів перебігу, причому зміна перебігу на  $360^\circ$  відбувається за напівдобового характеру

припливу за 12 год 25 хв і при добовому характері припливу за 24 год 50 хв.

Такі течії називаються течіями, що обертаються. Зміна напрямів течій, що обертаються в північній півкулі, як правило, відбувається за годинниковою стрілкою, а в південній - проти годинникової стрілки.

Істотний вплив на припливно-відливні явища надають вітри. Загальна схема припливно-відливних течій часто-густо порушується місцевими умовами.

Зміна припливної течії на відливну і навпаки відбувається як у момент повних та малих вод, так і в момент середнього стояння рівня. Нерідко зміна течій відбувається у проміжок часу між повною та малою водою. При зміні припливної течії на відливну та зворотну швидкість течії дорівнює нулю.

Припливоутворюючі сили викликають зміну рівня поверхні океанів. Коливання рівнів називаються припливами (рівень підвищується і досягає найвищого положення, що називається повною водою) і відливами (рівень знижується до нижчого, що називається малою водою)

Строкатий товстолобик за формою тіла схожий на білого. У строкатого товстолобика велика голова, очі посаджені вище, тіло менш високе, грудні та черевні плавці, а також хвостове стебло довші. Забарвлення значно темніше, з боків тіла у дорослих риб темні плями. Молодь має золотаві боки.



Рис.2. Строкатий товстолобик

Велика риба, до 146 см завдовжки і масою до 32 кг. Сягає маси понад 50 кг, в 9 років має середню масу близько 14 кг [4, 13, 14].

Приливно-відливні коливання рівня океану супроводжуються горизонтальним переміщенням водних мас, яке зветься приливно-відливної течії. Течія, яке прямує у бік руху приливної хвилі, називається приливним, протилежне – відливним.

Припливи і відливи викликані тяжінням Місяця і Сонця, з періодичністю кожні 12,5 години, тобто, приблизно двічі на добу, зсуваючи кожну наступну добу на 50 хвилин. Через два тижні сили сонячного та місячного тяжіння складаються і амплітуда приливних коливань найбільша, а відливна низька. Сили



тяжіння Місяця і Сонця спрямовані в один бік. Це звані сизигійні припливи. У середині цього двотижневого періоду різниця між високою та низькою водою найменша – це так звані квадратурні припливи. Сили тяжіння Місяця і Сонця у разі спрямовані у різні боки.

Білий амур (*Stenopharyngodon idella* (Vallenciennes, 1844) – мешканець прісноводних водоемів азійських рік, що впадають в Тихий океан від Амура на півночі до Меконга на півдні (рис. 5). Акліматизований в багатьох країнах Азії, Європи, Америки, Африки. У 1960-х інтродукований в ставкові господарства України, ним регулярно зарибнюють багато водоемів [6, 12].



Рис. 3. Білий амур

Меропланктон – лише на окремих стадіях розвитку (личинки молюсків, яйця поліхет, ікра кефалі, ставриди, чумса, личинки багатьох риб).

Крім того, можна виділити ще й мешканців «плаваючих островів», утворених рослинами (наприклад, усім відомим ряском) – плейстон. Серед тварин – це організми великих чи середніх розмірів, частина тіла яких у воді, іншу виступає з неї (сифонофори, деякі риби).

Найбільше багатство фітоплейстона досягається в невеликих стоячих водоймищах – у ставках, старих і невеликих озерах. Зооплейстон практично зустрічається тільки в морях та океанах – сифонофори та червоногі молюски.

Кожен тип живлення вимагає своїх пристосувань: для фільтрації потрібні фільтруючі мережі, для зіскребання – терка, що скребить, для хижацтва – рухливість і хапальний апарат.

Деякі тварини можуть жити як у водному середовищі, так і в повітряному середовищі (жуки плавунці, водолюби, земноводні) – амфібіонти (мерогідробіонти). Окремі види

тварин на личинковій стадії розвиваються у воді, а дорослі особини живуть на суші (бабки, поденки, потічки та ін комахи) – емергенці. Мешканці швидкоплинних річок, струмків

- рефіли, тимчасових водойм (калюж) - ангогнектобіонти, підземних вод - фреатобіонти,

жителі кам'янистого дна – лігофіли, піщаного дна – псаммофіли, глинистого дна – аргілофіли, мулистого дна – пелофіли.

У водному середовищі мешкають близько 280 тис. видів тварин (7%) та близько 10 тис. видів рослин (8%). [17, 29]

### 1.3. Висновок з огляду літератури

Отже, провівши теоретичний аналіз та вивчивши біологічні особливості видів риб, які використовуються в полікультурі, вимоги до зовнішнього середовища, пристосування гідробіонтів до бентосного та перифітонного способу життя:

- утримання на твердому субстраті досягається підвищенням щільності, присмоктуванням, прикріпленням до субстрату нитками, ризоїдами, заглибленням у нього, розвитком різних якорів та деякими іншими способами;
- захист від засипання суспензією характерна для прикріплених до ґрунту організмів,

яким загрожує небезпека поховання під шаром опадів внаслідок безперервного осідання на дно зважених у воді мінеральних та інших частинок –

підняття над ґрунтом тіла, прикріплення за допомогою довгого вертикального стеблинки (морська лілія); наявність стовпної підставки (губка *Coeloclypeum*); поселення на субстраті, що піднімається над дном і т.д.;

- рух: за ступенем рухливості виділяють форми бродячі, або вагільні (Краби, восьминоги, морські зірки), седентарні, які лежать на ґрунті, не роблячи значних переміщень (молоски морські їжаки), і прикріплені, або сессильні (губки, мшанки, корали); міграції.

Мала рухливість бентосних та перифітонних видів у дорослому стані зазвичай компенсується високою мобільністю їх молоді, що веде пелагічний спосіб життя.

Біотоп кордон повітря/вода населений своєрідними організмами, що становлять цілу спільноту, що утримується в поверхневій плівці води, за рахунок сили поверхневого натягу. Це – нейстон (плівка). У ньому виділяють епінейстон

(організми, що живуть над плівкою – клопи-водомірки, жуки-вертячки) та гіпонеїстон (... під плівкою – бактерії, найпростіші, ракоподібні, молоски, комахи, молодь риб). Виділяють також:

евгіпонеїстон – протягом усього життя пов'язані з поверхневим шаром води (сагіти, веслоногі рачки *Pontellidae*);

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 2.

### МАТЕРІАЛ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

#### 2.1 Місце та об'єкт досліджень

Дослідження проводились на базі рибного господарства «Україна» Житомирської області.

Під час проведення досліджень були проаналізовані технологічні процеси вирощування коропа в полікультурі. На протязі вирощування проводились всі рибоводно – технологічні заходи що сприяли кращому росту риби.

Рибне господарство "Україна" Житомирської області – потужне, повносистемне підприємство західного регіону України. Створене за наказом Державного комітету рибного господарства №376 від 12 серпня 2009 року.

Підприємство займається ставковим та індустріальним рибництвом, а також промисловим рибодобуванням.

Кадровий потенціал рибоводів нараховує близько 300 працівників.

На підприємстві основними об'єктами є антоніно-зозуленецький внутрішньопородний тип коропа, білий амур, білий та строкатий товстолобики.

Основні напрямки діяльності підприємства:

- впровадження ресурсозберігаючих технологій ставкового рибництва;
- розвиток пасовищного рибництва, нормативно-технологічне забезпечення виробництва продукції аквакультури;
- проведення моніторингу екологічного та гідрологічного стану ставкового фонду;
- впровадження у виробництво новітніх об'єктів вирощування, біологічних міліораторів, відродження осетрових та сомових видів риб;

- створення і втілення селекційних досягнень промислової аквакультури, передових методів селективного лову водних живих ресурсів;

- розширення та розвиток річної реалізації живої риби, дотримання маркетингової політики;

- забезпечення виробництва, виборозведення новим обладнанням, засобами лову та повноцінними штучними кормами;

Ґрунтово-кліматична характеристика району. Клімат помірно континентальний (табл. 1). Середня температура січня - 8,7<sup>o</sup>С, липня, відповідно.

19,6<sup>o</sup>С – 21<sup>o</sup>С. Опадів на південному сході близько 450 мм в рік. Тривалість вегетаційного періоду 185-190 днів.

Температурна характеристика.

Кількість днів у сезоні з t повітря вище 15 <sup>o</sup> С	Сума температур <sup>o</sup> С	Дата настання t вище 15 <sup>o</sup> С (навесні)	Дата настання t нижче 15 <sup>o</sup> С (навесні)
106 - 120	1950 - 2358	15. V - 22. V	5. IX - 11. IX

Переважають чорноземні опідзолені ґрунти - на північно-заході типові чорнозми - в центральній частині, південному-сході - сірі лісові, а в долинах річок - алювіальні ґрунти. Більша частина області розташована в зоні лісостепу.

Основне джерело живлення річок - це танення навесні снігу, який дає весняна повінь, приносячи до 60 - 70% стоку. Дощі дають не більше 10% річного стоку, а підземні води до 30%. Весняна повінь починається в другій половині лютого, повінь закінчується в квітні. Виходячи з вище наведених даних територія де розташоване рибоводне господарство є сприятливою для ведення рибництва.

## 2.2 Методика виконання роботи



Істинно евригалічних видів, здатних в активному стані жити як у прісній, так і в солоній воді, серед водних жителів не так багато. В основному це види, що населяють естуарії річок, лимани та інші солонуваті водні водоймища.

Мешканці біотопу вода/дно становлять бентос (бентос (грец.) – глибина) – організми, що мешкають на поверхні ґрунту та в його товщі. Відповідно до чого його поділяють на епі- та ендобентос (інбентос).

За розмірами вони поділяються на:

мікро - дрібніше 0,1 мм;

мейо (мезо) - 0,1-2 мм;

макробентос – понад 2 мм.

Бентосні організми – це бактерії, водорості, гриби, найпростіші (інфузорії та корененіжки), губки, корали, кільчасті черв'яки, ракоподібні, личинки комах, молюски, черви, голкошкірі.

Тварини - жителі дна називаються зообентосом і відрізняються більшою різноманітністю, ніж планктонти. Живляться сестоном (органічні частинки в товщі води) – споживають сестонофаги-фільтратори; детритом (органіка, що осіла на дно, від дрібних частинок до опалого листя) – споживають детритофаги-збирачі. Зоофаги бентосу, як і планктону, харчуються іншими тваринами.

Рослинне населення дна – фітобентос представлено найвищими водними рослинами та водоростями. Перифітон (пері-грец.) – навколо, фітон (грец.) – рослина) – водорості, що обростають щільні субстрати; їх поїдають альгофаги-зіскребники. Макрофіти – вищі водні рослини; їх споживають фітофаги.

Класифікація екологічних груп фітобентосу:

гідрофіти – справжні водні рослини, повністю або здебільшого занурені у воду;

гідатофіти – занурені у воду (елодея канадська, сальвінія, рдест, роголист і т.д.);

плейстофіти - плаваючі на поверхні.

До нектобентосу відносяться форми, що плавають у товщі води, і лише періодично опускаються на дно.

Прибережну зону населяють також численні бентонти, крім того, тут рясніють перифітон - різні водорості, що утворюють обростання на камінні, стеблах вищої водної рослинності, шматках деревини і т.п. Разом з прикріпленими дрібними тваринами (хробаками, коловратками, ракоподібними, найпростішими) він утворює суспільство, яке називається ауфвухс (сесильні організми).

Якщо сидяче прикріплені тварини здатні до невеликих переміщень, вони позначаються як седентарні організми (морські їжаки, деякі моллюски).

До найбільш масових представників бентоса відносяться бактерії, актиноміцети, у дорослі, гриби, найпростіші (особливо кореніжки та інфузорії), губки, корали, кільчасті черв'яки, ракоподібні, личинки комах, моллюски, голкошкірі. До складу перифітону також входять бактерії, водорості, гриби, найпростіші, губки, мошанки, черв'яки, усоні ракоподібні, двостулкові моллюски та інші безхребетні.

Перифітонні організми селяться на днищах кораблів, корчах, колод та інших плаваючих предметах, на рослинах і тваринах. У ряді випадків з'являється різка межа між бентосом та перифітоном, провести неможливо, наприклад, у разі обростання скель та різних предметів на дні.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ  
РОСЛИНОЇДНИХ РИБ В АКВАКУЛЬТУРІ

## 3.1. Біотехніка вирощування рослиноїдних риб

**3.1.1. Підготовка плідників.** Підготовка плідників здійснювалася для штучного отримання від них потомства. Роботу з отримання личинок білого товстолобика починали, коли температура води у ставах не опускається нижче 20<sup>o</sup> С. До прибережної зони примикає і своєрідне населення прибережного, просоченого водою ґрунту (головним чином, піщаного) - псаммон (псаммос (грец.) - Пісок). Тут численні різні черв'яки та колоوراتки.

Пелагобентос – це організми, що мешкають у зоні контакту товщі води з дном, які то плавають, то пересуваються ґрунтом чи закопуються у нього. Залежно від розмірів виділяють: нектобентос (раки, креветки, мізиди, скаги, камбала); планктобентос (личинки комара Chaoborus, багато жуків, веслоногих і гіллястовусих рачок).

У прісних водоймах концентрація солей трохи більше 0,5 г/л, морях – від 12 до 35 г/л. Якщо солоність води піддається змін, тварини переміщуються у пошуках сприятливого середовища. Наприклад, при опрісненні поверхневих шарів моря після сильних дождів радіолярії, морські рачки *Calanus* та ін. у тілі незалежно від концентрації солей у воді. У прісноводних видів рідини тіла гіпертонічні по відношенню до навколишньої води. Їм загрожує зайве обводнення, якщо не перешкоджати надходженню або видаляти надлишок води з тіла. У найпростіших це досягається роботою виділень вакуолей, у багатоклітинних - видаленням води через систему виділення. Деякі інфузорії кожні 2-2,5 хв виділяють кількість води, що дорівнює об'єму тіла. На відкачування надлишкової води клітина витрачає дуже багато енергії. З

підвищенням солоності робота вакуолей уповільнюється. Так, у тубельок *Paramecium* при солоності води 2,50/00 вакуоль пульсує з інтервалом 9 с, при 50/00 – 18 с, при 7,50/00 – 25 с. При концентрації солей (17,50/00) вакуоль перестає працювати, оскільки різниця осмотичного тиску між клітиною та зовнішнім середовищем зникає. Якщо вода гіпертонічна по відношенню до соків тіла

гідробіонтів (у морських), їм загрожує зневоднення внаслідок осмотичних втрат.

Захист від зневоднення досягається підвищенням концентрації солей також у тілі гідробіонтів. Зневодненню перешкоджають непроникні для води покриви гомойосмотичних організмів – ссавців, риб, вищих раків, водних комах та їх личинок.

Багато пойкилоосмотическіє види переходять до неактивного стану - анабіозу в результаті дефіциту води в тілі при зростанні солоності. Це властиво видам, що мешкають у калюжах морської води та на літоралі: коловраткам, джгутиковим, інфузоріям, деяким рачкам, чорноморським поліхетам *Nereis* та ін.

Солоний анабіоз – засіб пережити несприятливі періоди в умовах змінної солоності води. При першій (попередній) ін'єкції самкам вводили 0,4 мг/кг сухої речовини гіпофізу. При другій (повторній) ін'єкції самкам вводили 4 мг / кг сухої речовини гіпофізу. Самцям ін'єкцію проводили лише один раз (3-4 мг/кг) в період введення повторної ін'єкції самкам.

### **3.1.2. Отримання і осіменіння ікри білого товстолобика.**

Отримували статеві продукти через 18-20 годин після повторної ін'єкції. За 30-40 хв до отримання ікри, відцідували статеві продукти самців в сухі пробірки, закривали їх кришками і зберігали у темряві в термосі з льодом або в холодильнику. Двостулковим молоскам для цієї мети служать вії, що вистипають стінки мантіїної порожнини; ракоподібним – робота черевних чи грудних ніжок. П'явки, личинки комарів-дзвінців (мотиль), багато олігохетів колишають тіло, висунувшись із ґрунту. У деяких видів зустрічається комбінування водного та повітряного дихання. Такі двоякодишачі риби, сифонофори дискофанти, багато

дегенових молюсків, ракоподібних *Gammarus lacustris* та ін. Нестача кисню у воді призводить іноді до катастрофічних явищ - заморів, що супроводжуються загибеллю безлічі гідробіонтів. Крім нестачі кисню, замори можуть бути викликані підвищенням концентрації у воді токсичних газів -  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  та

ін, що утворюються в результаті розкладання органічних матеріалів на дні водойм. Солбовий режим Підтримка водного балансу гідробіонтів має власну специфіку. Якщо для наземних тварин і рослин найбільш важливим є забезпечення організму водою в умовах її дефіциту, то для гідробіонтів не менш

істотно підтримка певної кількості води в тілі при її надлишку в навколишньому середовищі. Зайва кількість води в клітинах призводить до зміни в них осмотичного тиску та порушення найважливіших життєвих функцій. Більшість водних мешканців пойкилоосмотичні: осмотичний тиск у їхньому тілі залежить від солоності навколишньої води. Тому для гідробіонтів основний спосіб

підтримувати свій солоний баланс – це уникати місцеперебування з невідповідною солоністю. Прісноводні форми не спроможні існувати у морях, морські – не переносять опріснення. Так, у солоній воді (ізотонічна середовище), щоб вода, що у організмі не виходила назовні, концентрація солей у тканинах

гідробіонтів урівнюється (ізотонічна) з концентрацією солей, розчинених у питній воді. У морській воді переважають карбонати, сульфати, хлориди.

### **3.1.4. Витримування та підтримування предличінок білого товстолика.**

Рандомізація розглядає поняття нульової гіпотези ширше, ніж просте перевірка припущень щодо конкретних параметрів розподілів. Зробимо попередньо невеликий філософський екскурс і нагадаємо наступні концептуальні основи застосування нуль-моделей

Нуль-модель – метод формалізації та подальшої перевірки нульової гіпотези, яка стверджує, що в системі не відбулося жодних змін або ці зміни не

можна приписати впливу фактора, що розглядається. ° Нуль-модель щоразу проектується певно заданим чином, щоб компенсувати потенційний вплив конкретних процесів, що вивчаються, або передбачуваних причин. Для цього виконується випадкове перемішування вихідних даних або формується вибірка рандомізована з деякого розподілу. ° У той самий час, нуль-модель – це якийсь сценарій форми існування чи розвитку системи за умов локалізації досліджуваних чинників, враховуючи, що й інші механізми і внутрішньосистемні зв'язку є порушеними.

Якщо математичні моделі висувають на перший план вплив певних факторів або процесів і явно включають завдання оцінки їх параметрів, то нуль-моделі, навпаки, навмисно виключають ці механізми, щоб оцінити результат, що вийшов. Математичним моделям (іноді не потрібно ніякої емпіричної інформації для їх розробки, тоді як нуль-моделі створюються завжди щодо конкретного набору даних.

Нуль-моделі, орієнтовані відсутність ефекту впливу, завжди покладаються на принципи економності продуктивних гіпотез та їх невідмінної фальсифікованості і наполегливо підкреслюють потенційну значущість стохастичних механізмів у функціонуванні природних систем. Детально характеристики нуль-моделей і зміст описуваних ними гіпотез представлені. Таким чином, процедура рандомізації в загальному вигляді складається з трьох кроків: вибір виразу для критеріальної статистики  $T$ ; розробка методу імітації структури спостережуваних даних, тобто. нуль-моделі, адекватної поставленої задачі та сформованій виходячи з припущення, що дозволяє за серією з  $B$  реалізацій нуль-моделі відновити функцію щільності розподілу аналізованого критерію  $p_T(x)$ .

### 3.1.5. Вирощування цьоголіток білого товстолобика. Технологія

отримання стандартних цьоголіток білого товстолобика у вирощувальних ставах

включала наступні процеси: підготовку та заливку вирощувальних ставів водою, посадки в них непідрослених личинок або підрослої молоді та вирощування цьоголіток, спуск вирощувальних ставів, вилов та облік цьоголіток. Основне завдання вирощування молоді у вирощувальних ставах - отримання цьоголіток певної маси і вгодованості, що забезпечить сприятливий результат зимівлі і хороший приріст товарній риби

Наявність площ виробничого фонду, га

Тип, категорія водойми	Роки			%
	2021	2022	2023	
Стави, всього	5094	5094	5094	100
в т.ч. – нагульні	4157	4157	4157	81,6
• вирощувальні	804	804	804	15,8
• літньо-маточні та нерестові	50	50	50	1,0
• зимувальних	83	83	83	1,6

Аналіз таблиці 2.2, свідчить, що впродовж 2021-2023 рр. площа ставів не змінювалася.

Використання методу рандомізації для перевірки гіпотез Статистичні тести, розроблені Фішером (1935), забезпечують цілісний і здоровий підхід для оцінки ймовірності відновності об'єкта нульової гіпотези. Однак, багато дослідників, зокрема, Е. Еджінгтон (Edgington, 1995), який обґрунтував технологію повторюваного випадкового перепризначення (random assignment), вказують на те, що при експерименті в природному середовищі дуже рідко вдається отримувати справді випадкові вибірки з генеральної сукупності. Використання параметричних критеріїв стає тоді теоретично не цілком коректним і вони можуть бути лише деяким орієнтиром для більш прийнятних у цих умовах методів рандомізації.

У разі невеликих вибірок можна використовувати повний перебір всіх можливих комбінацій даних, обчислюючи для кожної з них тестову статистику,

що, зрозуміло, часто виявляється неможливим. Наприклад, якщо у нас є три групи з 20 спостереженнями в кожній, ми маємо  $60! / (20! \times 20! \times 20!)$  або  $5,78 \times 10^{26}$  різних варіантів угруповання спостережень, і навіть швидкий суперкомп'ютер буде не в змозі їх перебрати. Рішення полягає в тому, що ми беремо обмежену випадкову вибірку з усіх можливих комбінацій, яка не призводить до точної відповіді. І тут рандомізацію, як і непараметричний бутстреп, можна трактувати як різновид імітаційного процесу Монте Карло. Проте скільки перевиборок ми маємо виконати, щоб гарантовано оцінити рівень значущості досить близько до його справжнього значення для аналізованих вибірок? Еджингтон (1995, р. 55)

показав, що оцінка рівня значущості  $p$  рандомізаційного тесту буде розподілена приблизно за нормальним законом з дисперсією  $p(1-p)/B$ , якщо число ітерацій  $B$  досить велике. Отже, 99% оцінок рівнів значущості буде в інтервалі  $p \pm 2.58 p(1-p)/B$ , на підставі чого легко припустити, що  $B = 5000$  є розумним мінімумом для випробування на 1% рівні. Однак результати вже 1000 ітерацій можуть задовольнити не надто прискіпливого дослідника, оскільки це розумний мінімум для рандомізації на 5%-му рівні значущості, а похибка тестової статистики спостерігатиметься лише в 3-му десятковому розряді або менше.

Так само можна оцінити різницю в групах з використанням вибірових медіан, дисперсій або коефіцієнтів варіацій, будь-яких метрик подібності вибірок та ін. «При рандомізаційному тесті нульова гіпотеза виражається більш вільно. Я формулюю її просто: 'угруповання не впливає на значення змінної, що спостерігається', не уточнюючи, чи маються при цьому на увазі середнє, медіана, дисперсія або навіть форма розподілу. Я лишаю це значною мірою у повітрі.» – так доводить цю думку Д. Ховел.



Таблиця 2.3

## Вирощування рибопосадкового матеріалу

№ п/п	Показники	Роки			
		2021	2022	2023	2023 до 2021, %
1	Загальна площа вирощувальних ставків, га	804	804	804	100
Посаджено на вирощування підрослених личинок:					
2	Всього, млн. екз.	62,7	61,4	62	99
3	білого товстолобика	37,6	37,3	37,8	100
4	строкатого товстолобика	16,1	16,0	16,2	101
5	білого амура	9,0	8,1	8,0	89
6	Всього тис. екз /га	76,0	76,4	77,1	101
Фактично вирощено цьогоріток:					
7	Всього, млн. екз.	42,6	42,5	42,8	100
8	білого товстолобика	25,6	25,1	25,2	98
9	строкатого товстолобика	11,6	11,4	11,5	99
10	білого амура	5,4	6,0	6,1	113
11	Всього тис. екз /га	53,0	52,9	53,2	100
12	Вихід цьогоріток, %	68	69	69	101
13	білого товстолобика	68	67	66	97
14	строкатого товстолобика	72	71	71	99
15	білого амура	60	74	76	127
16	Рибопродуктивність всього, кг/га	2600	2383	2675	103
17	білого товстолобика	1337	1213	1379	103
18	строкатого товстолобика	894	864	872	97
19	білого амура	369	448	424	115
20	Середня маса цьогоріток, г	53	55	54	102
21	білого товстолобика	42	45	44	100
22	строкатого товстолобика	62	61	61	85
23	білого амура	55	60	56	
24	Внесено органічних добрив, тонн	220	220	220	100
25	Всього внесено мінеральних добрив, тонн	188	188	188	100
26	з них: аміачна вода, тонн	3,8	3,8	3,8	100
27	негашене вапно, тонн	150	150	150	100

Вирішити цю проблему нам допоможе механізм "подвійного бутстрепу", який для прикладу, що розглядається, реалізується наступним чином: обчислюється статистика Колмогорова-Смирнова для емпіричних даних; розраховується безліч ( $B = 1000$ ) значень статистики для моделей, отриманих на незалежних псевдо-вбірках, сформованих у "внутрішній петлі" бутстрепу; знаходиться число випадків  $b$ , коли мало місце, і ймовірність помилки 1-го роду дорівнюватиме. На "внутрішній петлі" з розподілу Парето з фіксованими параметрами спочатку вилучається  $n$  випадкових значень, якими розраховуються нові параметри нуль-моделі, що залежить від вихідних даних вже тільки через оцінку  $\hat{q}$ . Для прикладу ми отримали  $p = 0.016$ , тобто. невідповідність між емпіричними чисельностями особин і передбаченими за законом Парето настільки велика, що випадково це може мати місце лише у двох випадках зі 100. У той же час зазначимо, що, навіть вважаючи модель Парето недостатньо правильною, все одно 35 отримана нами оцінка  $\hat{q}$  буде сходитися до значення, яке є, у певному сенсі, найкращим наближенням параметра істинного розподілу у класі більшості статечних функцій.

Інше визначення  $p$ -значення – це «умовна ймовірність отримати спостерігається значення  $t_{obs}$  статистики обраного критерію  $T$ . Наприклад, якщо необхідно оцінити, наскільки значущою є різниця середніх у двох вибірках, отриманих з нормальних генеральних сукупностей з однаковими дисперсіями, рекомендується обчислити  $z$ -критерій або  $t$ -статистику Стьюдента і визначити відповідне їм значення умовної ймовірності  $p$ . Якщо її величина менше, припустимо, однієї тисячної, немає вагомих підстав припускати, що вибірки взяті з однієї генеральної сукупності. Якщо величина ймовірності  $p$  більше 0.05, то не можна стверджувати без серйозного ризику помилитися, що обидві вибірки відрізняються між собою. Тут критичне значення, що дорівнює 5%, не є "чарівним" або науково обґрунтованим числом: просто люди домовилися вважати малим те, що менше або дорівнює 5%. У реальних умовах іноді 5%-ний

рівень значущості занадто суворий, а іноді занадто ліберальний, тому він має коригуватися з урахуванням конкретної експертної оцінки міри відповідальності за висновок, що формулюється.

Можна відзначити несиметричність завдання перевірки гіпотез.

Імовірність помилки першого роду жорстко обмежується досить малою наперед заданою величиною. Імовірність помилки другого роду можна лише мінімізувати шляхом вибору досить потужного критерію, що часто має суб'єктивний характер.

Параметричні тести, що використовують традиційні статистичні критерії (t, z, F та ін.), оцінюють не те, наскільки близькі самі по собі дані в варіаційних рядах, а

чи рівні їх окремі вибіркові характеристики. Наприклад, якщо потрібно порівняти дві групи спостережень при різних рівнях впливу досліджуваного фактора, то оцінка відмінностей вибірок фактично зводиться до порівняння їх середніх (що не одне й те саме): тобто. формулюється гіпотеза  $H_0: m_1 = m_2$  і за допомогою t-

критерію робиться приватний висновок про рівність центрів розподілу обох груп.

При використанні загальноприйнятих непараметричних тестів (наприклад, на основі критерію Манна-Уїтні-Вілкоксона) аналіз стає ще менш визначеним і оперує вже не з середніми, а з таким поняттям, що важко інтерпретується і не

цілком точним, як "зрушення розташування". Важливо також відзначити, що

після того, як розрахований вибірковий критерій, вихідна сукупність усувається від подальшої обробки і в оцінці самого значення ніякої участі не бере.

### 3.1.6. Зимівля цьоголіток білого товстолобика.

Для того щоб коректно застосовувати параметричні критерії, необхідно поставити цілу низку припущень. наприклад, що обидві порівнювані сукупності розподілені за нормальним законом і у них однакова дисперсія. Тільки в цих умовах t-статистика має характерний стандартний розподіл в умовах справедливості нульової гіпотези, що вироджується (тобто йде в область низьких

ймовірностей), якщо емпіричні дані не відповідають  $H_0$ . Доводиться або

приймати на віру нормальність та гомоскедастичність вибірок, або перевіряти ці твердження з використанням

У зимувальних ставах Зауважимо все ж таки, що Держсет спочатку отримав  $t$ -розподіл за умови, що аналізована випадкова величина розподілена нормально, тому справжні довірчі межі можуть мати деяке зрушення, пропорційне тому, наскільки конкретна емпірична вибірка відхиляється від цього припущення. Метод студентизованих довірчих інтервалів (п. 6 табл. 1.1) ставить за мету компенсувати це зрушення, відмовившись від припущення про нормальність розподілу  $F^{\wedge}$  бутстреп-оцінок, і скоригувати критичні значення  $t_{\alpha}$ . Згадаємо, що

виконуючи  $B$  ітерацій бутстрепа, ми обчислювали для кожної  $i$ -ї псевдовибірки, що згенерувала, значення середнього  $\bar{x}^* i$  і стандартного відхилення  $s^* i$ . На основі цих статистичних даних ми можемо обчислити бутстреповані значення

$\bar{x} / X$  і  $t_i = \bar{x} - X S_i$  відновити функцію розподілу  $t$ , яка не використовує припущення про нормальність. Нам тепер залишається тільки знайти по гістограмі характерні значення  $t$  для 97.5% і 2.5% ймовірностей і замінити ними критичну величину  $t_{\alpha}$  в традиційній формулі. Ми отримуємо довірчі межі 0.025 . Зауважимо, що ми поміняли місцями 2.5 і 97.5-і проценти  $t$  з тієї ж причини,

через яку це зроблено для формули основних інтервалів (1.9). Треба сказати, що вище наведені не найкращі варіанти рішення щодо компенсації зсуву. Ефрон 20 років присвятив цій проблемі та розробив процедуру корекції довірчих кордонів, яка враховує різні викиди, дрейф стандартної помилки середнього та інші фактори. Процедура занадто громіздка, щоб обговорювати її тут, але вона

докладно описана в одному з найповніших навчальних посібників з бутстрепа. Зазначимо (не роблячи категоричних висновків) близькість оцінок довірчих інтервалів у табл. 1.1, отриманих бутстрепом та з використанням  $t$ -критерію при порушених припущеннях про нормальність.

Поставимо питання, наскільки можна довіряти знайденим оцінкам параметрів. Для цього багаторазово ( $B = 1000$ ) витягуватимемо з теоретичного

розподілу Парето ( $\alpha = 1.61, x_0 = 160$ ) псевдовибірки розміром  $n = 188$  і для кожної з них обчислюватимемо значення  $\sqrt{q^*}$ . На основі цього можна отримати за формулою (1.5) бутстреп оцінки стандартної помилки, усунення та основних довірчих інтервалів (1.9) для показника ступеня. Теоретично ті ж довірчі інтервали могли б бути розраховані параметричним методом з використанням зворотного  $g$ -розподілу, але це складніше і потребує серйозного методичного опрацювання, ніж просто виконати бутстреп. Інша наріжна проблема нашого прикладу – це оцінити, наскільки добре емпіричні дані представлені на рис. 1.12, узгоджуються з передбачуваним теоретичним розподілом. Нехай нульова гіпотеза  $H_0$  свідчить, що вибірка чисельностей бентосних організмів підпорядковується закону Парето, і якщо  $p$ -значення, відповідне статистиці Колмогорова-Смирнова  $D$ , буде менше 0.05, вона відхиляється на користь альтернативної гіпотези. На жаль, далеко не завжди асимптотичні процедури оцінки  $p$ -значень виявляються коректними (наприклад, не допускається наявність значень, що повторюються). Тому на хвилину забудемо про існування таблиць критичних значень  $D_{\alpha}$  і звернемося за допомогою до процедур ресамплінгу. Бутстреп дає можливість як розраховувати інтервальні значення параметрів, а й перевіряти статистичні гіпотези, що докладно йтиметься у наступному розділі. У загальному випадку при перевірці гіпотез інтерес становлять два набори вибірових розподілів довільної тестової статистики  $T$ : а) розподіл при справедливості нульової гіпотези, який дає можливість градувати  $T$  за рівнями значимості, та б) розподіл під альтернативою, що дозволяє оцінити досягнуту потужність. Якщо йдеться про емпіричні вибірки випадкових величин, то обидва ці розподіли  $T$  ми можемо легко сформулювати бутстрепом, що і буде показано надалі. Однак якщо ми спробуємо оцінити таким чином згоду параметрів моделі, розрахованої за конкретною вибіркою, з параметрами теоретичного розподілу, ми стикаємося з тим, що розподіл тестового критерію буде урзаним. Тобто, воно не може вважатися «отриманим при справедливості

нульової гіпотези», оскільки параметри, що оцінюються, були вже спочатку оптимізовані під вихідний набір емпіричних даних ослаблених риб і проводили їх їхтіопатологічне обстеження, а також гідрохімічний аналіз води. Щоб визначити якість перезимуваних однорічок та їх кількість, за 2-3 тижні до розвантаження ставка виймали контрольний садок і прорахувати в ньому рибу, визначили кількість загинувших і середню масу риб, що залишилися. Отриманий відсоток характеризував реальний вихід однорічок з даного ставка.

Таблиця 3.4

### Зимівля цьоголіток

Показник	Роки			
	2021	2022	2023	2023 до 2021, %
Загальна площа зимувальних ставів, га	83	83	83	100
Посаджено на зимівлю цьоголіток:				
Всього, тис. екз./га	513	512	515	100
білий товстолобик	308	304	303	98
строкатий товстолобик	140	137	139	99
білий амур	65	72	73	112
Всього посаджено тонн,	2091,4	2184,9	2151,9	103
білий товстолобик	1075,2	1129,5	1108,8	103
строкатий товстолобик	719,2	695,4	701,5	97
білий амур	297,0	360,0	341,6	115
Вихід із зимівлі, %	73	75	76	104
білий товстолобик	72	70	77	107
строкатий товстолобик	73	78	76	104
білий амур	74	77	76	103

Розвантаження зимувальних ставів і пересадку однорічок в нагульні стави проводили. Зрештою, вони можуть використовуватися, щоб просто перевірити повноцінність стандартних наближень параметричними моделями та покращити їх, якщо з'ясується, що вони дають неадекватні результати. Залежно від наявної інформації щодо статистичної моделі генеральної сукупності розрізняють непараметричний та параметричний бутстреп. У загальному вигляді

непараметрична бутстреп-процедура виглядає так: Крок 1: Отримання великої кількості повторностей - випадкових наборів даних із сукупності. Як вихідні дані береться, як правило, тільки одна випадкова вибірка, отримана емпіричним шляхом. Вихід однорічок білого товстолобика становив 70 - 77% (табл. 3.4).

**3.1.7. Вирощування товарної риби.** Підготовка нагульних ставів до зариблення. Замість того, щоб робити нові повторності експерименту, на основі однієї наявної вибірки генерується безліч псевдовибірок того ж розміру, що складаються з випадкових комбінацій вихідного набору.

Наприклад, відстані від середнього до довірчих кордонів складають аналізую цю ситуацію і показує, що, якщо використовувати середнє  $\bar{x}$  як аналізовану статистику, то при заданій довірчій ймовірності оцінка параметра буде статистично значуща в межах, за формулою.

Зазначимо, що для симетричних розподілів  $I_n = I_b$  ця проблема не має практичного значення та межі відсоткових інтервалів збігаються з основними. Метод оцінки довірчих інтервалів, що використовує  $t$ -розподіл Стьюдента, заснований на теоретичному затвердженні ЦПТ, що параметр має нормальний розподіл, а його бутстреп-оцінка доставляє мінімальне зміщення щодо істинного значення. Голі, наприклад, довірчу область, що включає математичне очікування надійністю інших статистичних критеріїв. до певного бажаного приросту ваги і найбільш повне використання природних кормових ресурсів ставка.

Таблиця 3.5

## Вирощування товарної риби

Показник	Роки			
	2021	2022	2023	2023 до 2021, %
Загальна площа нагульних ставів, га	4157	4157	4157	100
<b>Посаджено на вирощування:</b>				
Всього екз./га	3240	3470	3500	108
білого товстолобика	1700	1620	1560	92
строкатого товстолобика	850	860	890	105
білого амура	620	740	800	129
Маса при посадці, г				
білого товстолобика	38	41	40	105
строкатого товстолобика	56	55	53	95
білого амура	50	54	51	102
<b>Вирощено товарної риби</b>				
Всього екз./га	2836	2827	2894	102
білого товстолобика	1530	1442	1404	92
строкатого товстолобика	748	748	783	105
білого амура	508	592	664	131
Рибопродуктивність всього, кг/га	2230	2296	2385	107
білого товстолобика	1499	1442	1418	95
строкатого товстолобика	314	419	626	199
білого амура	406	426	332	82
Середня маса, г				
білого товстолобика	980	1000	1010	111
строкатого товстолобика	420	560	800	105
білого амура	800	720	500	62
Вихід, %				
білого товстолобика	90	89	90	100
строкатого товстолобика	88	87	88	100
білого амура	82	80	83	101

Середня рибопродуктивність нагульних ставів при вирощуванні білого товстолобика в господарстві коливалася від 1418 до 1489 кг/га. Бутстреп-процедура (або bootstrap) була запропонована (Efron, 1979б) як деяке узагальнення алгоритму "складного ножа" щоб не зменшувати щоразу кількість



елементів порівняно з вихідною сукупністю. За однією з версій слово bootstrap означає шкіряну смужку у вигляді петлі, що прикріплюється до задника похідного черевика для полегшення його натягування на ногу. Завдяки цьому терміну з'явилася англійська приказка 30-х років: «Lift oneself by the bootstrap», яку можна трактувати як «Пробити собі дорогу завдяки власним зусиллям» (або барону Мюнхгаузену витягнути себе з болота за шнурки від черевиків).

Основна ідея бутстрепа за Б. Ефроном (1988) полягає в тому, щоб методом статистичних випробувань Монте-Карло багаторазово отримувати повторні вибірки з емпіричного розподілу. А саме: береться кінцева сукупність з  $n$  членів вихідної вибірки  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$ , звідки кожному кроці з  $n$  послідовних ітерацій з допомогою датчика випадкових чисел, рівномірно розподілених на інтервалі  $[1, n]$ , "витягується" довільний елемент  $x_k$ , який знову "повертається" у вихідну вибірку (тобто може бути вилучений повторно).

Наприклад, при  $n = 6$  одне з таких комбінацій має вигляд  $x_4, x_2, x_2, x_1, x_4, x_5$ , тобто, одні елементи можуть повторюватися два або більше разів, тоді як інші елементи відсутні. У такий спосіб можна сформувати будь-яку, скільки завгодно велику кількість бутстреп-вбірок (зазвичай 5000-10000). Як і у випадку "складного ножа", в результаті легкої модифікації частотного розподілу реалізації вихідних даних можна очікувати, що кожна наступна псевдовибірка, що генерується, буде повертати значення параметра, трохи відрізняється від обчисленого для початкової сукупності. На основі розкиду значень аналізованого показника, отриманого в процесі імітації, можна побудувати, наприклад, довірчі інтервали параметра, що оцінюється.

Тим самим бутстреп є більш економічним способом статистичного дослідження, що використовує всю обчислювальну міць комп'ютера, але дозволяє обійтися без додаткових натурних вимірювань.

Бутстреп, як і інші методи генерації повторних вибірок, корисні, коли статистичні висновки не можна отримати з використанням теоретичних

припущень (наприклад, будь-які припущення зробити важко через недостатню кількість вибірок). Вони незамінні, щоб оцінити ступінь стійкості або невизначеності оцінок щодо даних, що спостерігаються.

Виловом і реалізацією товарної риби з нагульних ставів закінчувався виробничий процес у дослідному господарстві, тобто у повносистемному господарстві за дворічним оборотом.

### 3.2. Інтенсифікаційні заходи в рибному господарстві

Природна кормова база ставів змінювалася в залежності від сезону. При посадці риби у стави більше норми природна кормова база не забезпечувала нормальне харчування і ріст риби.

Популярність методу "складного ножа" з його недостатньо інтенсивним обчислювальним підходом при аналізі вибірових оцінок параметрів суттєво знизилася в ході розвитку ідей бутстрепу, коли з'явилася можливість гнучкого настроювання та використання алгоритмів самоорганізації. Разом з тим, jackknife-методи знайшли в екології широче застосування для прогнозування кількості "невидимих" рідкісних видів та екстраполяції видового багатства угруповань.

Ідею складаного ножа отримали подальший розвиток на загальний випадок емпіричного оцінювання параметрів будь-яких моделей регресії або розпізнавання, побудованих за прецедентами, в рамках процедури крос-перевірки (cross-validation), детально представленої в розділі

Таблиця 3.6

## Хімічний склад кормів для годівлі білого товстолобика у %

Корми	Вода	Сирий протеїн	Жир	Вуглеводи	Зола	Клітковина	Протеїнове співвідношення
Рослинні корми							
Кукурудза	13	10,4	4,4	68,7	1,3	2,2	1:9
Висівки: пшеничні	12,7	15,9	4,2	51,1	5,9	10,2	1:4
житні	12,7	15	2,4	62	4,5	3,4	1:4
Жито	13,4	12,3	2	68,4	2	1,9	1:7
Борошняні висівки	13,4	13,3	2	63,5	3,4	4,4	1:5
Боби	14,3	25,4	1,5	48,5	3,2	7,1	1:2,3
Сочевиця	13	25,1	1,7	53	3,4	3,8	1:2,4
Люпин жовтий подрібнений	14	38,3	4,4	25,4	3,8	14,1	1:1,2
Соя	10	33,2	18,5	30,2	4,7	4,4	1:1,9
М'ясо моллюсків	10	39,6	4,1	33,8	12,5	-	1:0,2
М'ясне борошно	10,8	-	13,2	-	3,8	-	1:0,1
Рибне борошно	10,5	-	6,4	-	23,4	-	1:2

Тоді алгоритм знаходження довірчих інтервалів  $\gamma$  зводиться до наступного:

таблиці Z-трансформації Фішера знаходять значення  $Z_R$ , відповідне

вибірковому коефіцієнту кореляції  $R$ ;  $z$  будують інтервальну оцінку для маточіння  $Z = zR - t_{\alpha} sZ \leq E(Z) \leq zR + t_{\alpha} sZ$ ;  $z$  – граничні значення  $z_{\min}$  і  $z_{\max}$  довірчого інтервалу  $E(Z)$  при довірчій ймовірності  $g = 1 - 2\alpha$  за допомогою тих же таблиць  $Z$ -трансформації перераховують у граничні значення для  $r$ :  $R_{\min} \leq r \leq R_{\max}$ .

87 Непараметричні коефіцієнти рангової кореляції Спірмена і Кендалла менш потужними, т.к. оцінюють не параметри спільного двовимірного розподілу випадкових величин  $(X, Y)$ , а деяку міру рівноймовірності рангів векторів даних. У той же час вони дозволяють виявляти кореляцію при нелінійному зв'язку між змінними, навіть якщо ця залежність носить немонотонний характер.

Припустимо, що на р. Сік [приклад П2] по всьому її протязі від витоків до гирла розбита на 13 ділянок, і хочемо проаналізувати мінливість видового складу. Розрахуємо коефіцієнт кореляції між значеннями температури води  $t$ , яка в даному випадку уособлює поздовжній градієнт річки, та часткою dDO донних організмів *Diamesinae+Orthocladinae* у загальній чисельності зообентосу.

Рандомізаційна процедура для оцінки лінійного зв'язку двох змінних зводиться до того, що багаторазово виконуються випадкові перестановки значень однієї змінної щодо іншої (наприклад, температура для ділянки 1 ставиться у відповідність з часткою діамезин для ділянки 7 і далі в такому перетиснутому

безладді). Для кожної вибірки, що імітується, розраховується рандомізований коефіцієнт кореляції  $R_{\text{ran}}$ , математичне очікування якого дорівнює 0, оскільки кожен  $x_i$  випадково пов'язаний зі значеннями  $y_i$  і залежність між змінними зруйнована. Виконавши  $B = 5000$  таких ітерацій, отримаємо гістограму розподілу

моделюваної статистики при справедливості нульової гіпотези та підрахуємо кількість випадків, коли коефіцієнт кореляції  $R_{\text{ran}}$  для рандомізованих комбінацій перевищив за абсолютною величиною коефіцієнт кореляції

максимум залишків Пірсона чи будь-яка з численних заходів сполученості ознак. Ми тут не торкаємося "тонкої матерії" вибору, яка з цих формул краще підійде досліднику в конкретних умовах для вирішення певного завдання: ці проблеми обговорюються, наприклад, у довіднику Гайдишева (2001). Проте розглянемо на прикладах програмну реалізацію серед R двох спеціальних підходів до аналізу даних екологічного моніторингу, описаних нами раніше (Шитиков та інших., 2008), і порівняємо їх із традиційними методами аналізу. Всі розрахунки виконані у статистичному середовищі R за скриптами, наведеними наприкінці розділу. У чотирьох фізико-географічних районах Криму було вивчено локальні популяції равликів *Helix albescens* [приклад П7], у яких відзначено поліморфізм за характером підперезаності раковини.

У лабораторних умовах було проаналізовано 3115 молюсків і розраховано частоти окремих морф – див. табл. 3.1. Ставиться завдання з'ясувати рівень фенетичної диференціації між окремими групами популяцій молюска, які з різних регіонів. Таблиця 3.1. Чисельність різних морф за характером підперезаності раковини молюска *H. albescens* з різних популяцій Криму

Морфа	А /	регіон	У	Сімферопольська	Південна	Степова	Керченська	Разом
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1	1	1	1	1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1	1	1
86	1	1	1	1	1	1	1	1
87	1	1	1	1	1	1	1	1
88	1	1	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1	1	1
91	1	1	1	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1	1	1	1
95	1	1	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1	1	1
97	1	1	1	1	1	1	1	1
98	1	1	1	1	1	1	1	1
99	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1

Оскільки в деяких осередках таблиці сполученості значення частот виявилися менше 5, використання критерію  $\chi^2$  і оцінка його значення теоретичного розподілу "хи-квадрат" перестав бути коректним (у табл. 3.2 ці величини наведено лише порівняння).

Однак, якщо абстрагуватися від асимптотичних припущень і інтерпретувати  $\chi^2$  як довільну статистику, що тестує однорідність частот на основі рандомізаційної процедури, то можна припустити, що обмеження на величину частот вже не є такими категоричними. Тоді із 6 декларованих умов застосування критерію  $\chi^2$  залишаються лише вимоги до незалежності формування груп та вибірки самих спостережень (Good, 2005b). Значення  $\chi^2$  obs

на рис. 3.2а знаходиться значно правіше розподілу  $\chi^2$  при справедливості  $H_0$ . Але, а  $p$ -значення, отримане рандомізацією, набагато менше 0.05, і тому ми маємо всі підстави відхилити нульову гіпотезу про відсутність регіональної мінливості популяцій молюска за частотами різних варіантів форми раковини. Очевидно, що до аналогічного висновку призведе використання інших заходів сполученості, заснованих на  $\chi^2$  (коефіцієнти Пірсона, Крамера, Чупрова та ін.), оскільки при будь-якому монотонному перетворенні критерію  $\chi^2$  упорядкованість його 91 значень  $i$ , отже, результати Перевірка гіпотези, виконана з використанням критерію Стюдента, дала  $t_{obs} = 1.576$ , що після апроксимації теоретичним розподілом відповідає  $p = 0.135$ . У багатьох посібниках зі статистичної обробки рекомендується паралельно провести аналіз на основі непараметричних критеріїв: критерію знаків ( $t_{\pm} = 106$ ;  $p = 0.332$ ) або статистики Вілкоксона-Манна-Уїтні ( $W = 106$ ;  $p = 0.163$ ). Виконання 5000 циклів рандомізації дає можливість побудувати гістограму вибіркового розподілу  $t$ -статистики при справедливості  $H_0$  (рис. 2.8) та отримати досягнутий рівень значущості  $p = 0.155$ , дещо вищий, ніж при використанні асимптотики. У разі односторонньої гіпотези  $H_0$ , що велика кількість синьо-зелених після 1980 р. не перевищуватиме зареєстровані значення в попередньому періоді, ризик помилитися становитиме  $416/5000 = 0.0832$ , де 416 – число ітерацій рандомізації, в яких імітована  $t$ -статистика перевищила

Важливим компонентом статистичного аналізу є оцінка рівня кореляційного зв'язку між окремими змінними. Нехай ми маємо спільний нормальний розподіл двох випадкових величин  $(X, Y)$ , щільність ймовірності якого визначається п'ятьма моментами: середніми  $m_X, m_Y$ , дисперсіями  $s_X, s_Y$  і коефіцієнтом кореляції  $r_{XY} = E[\dots]$  де  $E$  – символ математичного очікування. Якщо отримана випадкова вибірка з генеральної сукупності обсягом  $n$  і для кожного її  $i$ -го елемента визначено пов'язані значення реалізацій випадкових величин  $(x_i, y_i)$ , то кількісною оцінкою  $r$  є коефіцієнт парної кореляції Пірсона:  $r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) / (s_X s_Y)$

$S S_{Cov(x, y)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  – коваріація, що характеризує спільний розподіл  $(X, Y)$  у двовимірному евклідовому просторі. Нульова гіпотеза  $H_0: r_{XY} = 0$  про відсутність лінійного зв'язку стверджує, що аналізовані змінні

незалежні між собою настільки, що всі можливі поєднання реалізації пар величин  $x_i$  та  $y_i$  рівноймовірні, а ті чи інші закономірності у їхній спільній мінливості

пояснюються лише випадковими механізмами породження даних. Якщо оцінка  $R$  статистично незначна (тобто занадто близька до 0), можна зробити припущення, що показники не залежать один від одного, або ця залежність

носить чітко нелінійний характер. Аналізу повинна передувати перевірка

нормальності розподілу обох варіаційних рядів  $(X, Y)$ : якщо це припущення відхиляється, то рекомендується надавати перевагу непараметричним критеріям.

Параметричний підхід до оцінки значущості коефіцієнтів кореляції заснований на апроксимації деяких статистик  $R$  теоретичними розподілами  $t$  Стьюдента або

$Z$  Фішера. Якщо, наприклад, припустити, що спостереження у вибірці незалежні та нормально розподілені, то відношення  $t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}}$  перевіряється з

використанням розподілу Стьюдента з  $n-2$  ступенями свободи. Аналогічно тесту для пов'язаних вибірок (розділ 2.4), отримане при цьому значення

ймовірності  $p$  є оцінкою статистичної значущості а нульової гіпотези про рівність

нулю коефіцієнта кореляції  $H_0: r = 0$ . Якщо для двовимірної кореляційної моделі параметр  $r$  виявився значним, то є сенс знайти для його інтервальну оцінку (тобто побудувати довірчий інтервал). Щільність розподілу вибіркового коефіцієнта

кореляції має складний вигляд, тому використовують спеціальні апроксимуючі процедури, такі як  $Z$  трансформація Фішера, звана також перетворення

зворотного гіперболічного тангенсу. Випадкова величина  $Z = 0.5 \ln \left[ \frac{(1+r)}{(1-r)} \right]$  при  $n > 10$  розподілена за нормальним законом  $N(\mu_Z, s_Z^2)$ ,  $s_Z^2 = 1/(n-3)$ , і при

неавтоматизованому варіанті розрахунків представлена у таблицях.

НУБІП України

Внесення добрив у водойму ґрунтується на збагаченні водою поживними речовинами, що сприяє розвитку флори. Перед здійсненням удобрення визначають потребу у мінеральних речовинах.

Таблиця 3.7

## Планові внесення добрив у стави

Місяць	Декада	Аміачна селітра, кг	Подвійний суперфосфат, кг	Вапно, кг	Органічні добрива, кг
Травень	3	61,178	38,616		541,52
Червень	1	8,204	7,974		
	2	8,204	7,944		
	3	5,469	5,316		
Листопад	1	5,469	5,316		
	2	5,469	5,316		
	3	5,469	5,316	54,15	
Серпень	1	5,469	5,316	54,15	
	2	5,469	5,316	54,15	
	3	2,735	2,658		
Вересень	1	2,735	2,658		
	2	8,204	7,974		
	3	2,735	2,658		
Жовтень	1				812,28
	2				
	3				
Всього		259,280	518,560	500,9	1353,8

Потребу в добривах визначали різними способами: шляхом постановки дослідів з вивчення потреби в окремих біогенних речовинах, хімічним аналізом вмістом біогенних елементів у воді, по прозорості води. Вперше ідеї рандомізації обговорювалися Фішером (1935 р.) саме з прикладу пов'язаних вибірок.

Припустимо, що є  $n$  об'єктів, котрим значення досліджуваного показника було виміряно до і після певного впливу, тобто. є  $n$  сполучених пар спостережень.



Зокрема Ховел наводить приклад лікування анорексії з використанням когнітивної терапії поведінки (Cognitive Behavior Therapy), яка може супроводжуватися зміною маси тіла пацієнтів. Інший приклад пов'язаний з експериментом Чарльза Дарвіна, коли в парах рослин *Zea mays* однакового віку і від одних і тих самих батьків один екземпляр зазнавав перехресного запилення, а інший - самоzapіднення. Відразу обмовимося, що можна розділяти природне наснагу, що завдяки запропонованій терапії легко погладшати, харчуючись лише пізнанням (cognitive – пізнавальний), а також прийняти на віру висновок про те, що перехресне запилення призводить до більшого потомства. Однак ці приклади є яскравим зразком некоректної експериментальної методології.

Класична концепція проведення експерименту така: будь-який керований експеримент повинен мати повторності, причому групи експериментальних одиниць формуються випадковим чином і для кожної з них також випадково повинні бути призначені різні рівні впливу, включаючи обов'язкову контрольну групу (Nisbett, 1984). Але в нашому першому прикладі всі пацієнти отримували те саме лікування, контрольної групи укомплектовано не було, тому немає жодної підстави стверджувати, що збільшення маси тіла відбулося внаслідок когнітивної терапії, а не через якісь інші фактори (наприклад, пацієнтів просто добре годували). У другому прикладі немає підстав стверджувати, що досліджувані рослини були ідентичні. Навряд чи можна побачити подібні приклади у серйозній літературі, зокрема, у книзі Еджінгтона (Edgington, 1995) з тестів рандомізації, де постійно наголошується на необхідності випадкового призначення впливів експериментальним одиницям. Параметричний t-тест для сполучених пар спостережень зводиться до аналізу вибірки, складеної з різниць:  $d_i = x_{2i} - x_{1i}$ . Якщо правильна нульова гіпотеза  $H_0: D = 0$ , яка стверджує, що середня різниця  $D$  між парами реалізацій випадкових величин статистично значимо не відрізняється від нуля, то немає підстав припускати, що ефект впливу має місце. На такій же простій ідеї

ґрунтується і рандомізаційний тест: якщо досліджуваний фактор не має жодного впливу на характер даних, то з рівною ймовірністю величина показника, вимірюваного у будь-якого об'єкта після дії, буде більшою або меншою за значення показника у того ж об'єкта до нанесення впливу. Інакше кажучи, якщо нульова гіпотеза правильна, то перестановка даних у межах будь-якої пари рівноймовірної і призводить до однакового підсумкового результату. Якщо зафіксувати один з одним усі пари вимірювань і міняти місцями вимірювання ДО і ПІСЛЯ впливу в одній або кількох випадково обраних парах, обчислюючи кожен раз значення тестової статистики  $t_{ran}$ , то після багаторазових перестановок можна відновити її нуль-модельний ймовірнісний розподіл (інша назва – reference distribution).

На основі цього розподілу оцінюється, яку ймовірність становить отримання величини тієї ж статистики для емпірично виміряних даних. Розглянемо як приклад зміну чисельності (млн. клітин/л) синьо-зелених водоростей у складі фітопланктону Куйбишевського водосховища [приклад П1]. За даними відбору гідробіологічних проб протягом липня-серпня, розрахуємо середню велику кількість організмів на кожній з 17 станцій спостереження за періоди 1974-1979 р.р. (вибірка 1) та 1980-1984 гг. (Вибірка 2), тобто. до і після введення в дію Чистопольської та Новочебоксарської ГЕС – див. Однак можна піти й іншим шляхом, обчислити довірчі межі різниці медіан та відхилити нульову гіпотезу, якщо емпірична відмінність виявиться поза довірчим інтервалом.

Перевага цього підходу у тому, що він дає нам інтервальні оцінки, які завжди корисно мати. З іншого боку, при такому підході можна відхилити  $H_0$ , якщо різниця медіан фактичних вибірок виявиться поза довірчою областю, але ми не отримаємо точного значення ймовірності помилки 1-го роду. Граничні значення  $* X_{H1} *$   $X_{H2}$  довірчих інтервалів можуть бути обчислені описаним у розділі 1 способом, який Б. Ефрон називає "методом відсотків". Якщо випадково 5000 разів переставляти значення між групами, то отримаємо нуль модельний розподіл медіанних різниць індексу Шеннона для двох ділянок річки. Нижню межу  $* X_{H1}$

$= -0.332$  двостороннього 95%-го довірчого інтервалу міжгрупової різниці медіан можна визначити, якщо в ранжированном ряду рандомизированих різниць відрахувати 125 ( $0.025 \times 5000$ ) порядкове значення, а верхню межу  $* X_8 = 5-3$ . ( $0.975 \times 5000$ ) член цього ряду. Очевидно, що емпірична різниця медіан (0.85)

виходить далеко за межі цих довірчих інтервалів, отже, нульова гіпотеза і тут може бути відкинута.

Будь-які методи статистичного аналізу (рандомізаційні тести тут є винятком) чутливі до можливих викидів чи іншим аномальним значенням. Щоб

компенсувати цей ефект, проводять цензурування (censoring) вибірок, що зводиться до присвоєння нульових терезів хвостовим членам варіаційного ряду,

тоді як іншим приписуються однакові позитивні ваги, тобто.  $( )$  і  $w_x \neq w_0$ , якщо  $a \leq x_i \leq b$  і  $( )$  і  $w_x = 0$ , якщо  $b \leq x_i$  або  $x_i \leq a$ . Межі інтервалу, що виділяється  $[a,$

$b]$  часто задають з використанням квантилей, обрізаючи, наприклад, зліва і праворуч по 25% екстремальних значень.

Оцінки параметрів, побудованих за цензурованими вибірками, хоч і не є найкращими в жорстких рамках генеральної сукупності певного типу, але мають вигідні властивості стійкості по відношенню до тих чи інших відхилень від

апріорних припущень. бідних органічними речовинами, в кількості до 4 т/га.

Свіжий гній вносили восени на осушене ложе ставу і заорювали на невелику глибину. Іноді використовували рідкі добрива з коров'ячого і свинячого гною. В

якості зелених добрив використовували рослинність, яку скошували з дамб ставів. Норма внесення зеленої рослинності становила 2 - 6 т/га.

### 3.3. Економічна ефективність технології вирощування товарної риби

Дослідженнями технології вирощування товарної риби в міжрегіональному рибному господарстві «Україна» встановлено ефективність вирощування як

рибопосадкового матеріалу, так і товарної риби, що досягається в господарстві за рахунок дотримання технологічних вимог, здійснення цілеспрямованих заходів

заощадження матеріалів і ресурсів за рахунок сприяння розвитку природної кормової бази, підгодівлі риби стартовими та продукційними кормами, а також чіткої організації праці.

Тут слід зазначити важливу обставину: формально довірчі кордони були розраховані нами не для істинної різниці медіан, а в припущенні, що вірна нульова гіпотеза, і тому їхня пізнавальна цінність обмежена. Встановити довірчі межі справжньої медіанної різниці для описаних вибірок можна, наприклад, з використанням бутстрепу: при 95% рівні надійності вони будуть в межах від 0.604

до 1.129 (див. рис. 2.6). Оскільки цей інтервал не включає 0, ми також можемо відхилити  $H_0$ , але необхідно ясно уявляти, наскільки принципово різні два підходи, що реалізують рандомізацію та бутстреп. У загальному випадку вибіркочну оцінку параметрів положення  $q^* = q = \sum_{i=1}^n w_i x_i$  можна інтерпретувати як розрахунок ваг  $w_i$  для кожного  $i$ -го члена варіаційного ряду спостережень  $x_i$ .

Ваги зазвичай є деякою функцією від поточних значень  $x_i$  в варіаційному ряду, зазвичай задаються на основі припущень про закон розподілу випадкової величини і підпорядковуються правилам нормування  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ . Для нормального розподілу  $w_i$  - це відносні частоти появи кожного значення. Для

рівномірного розподілу  $w_1 = w_n = 0.5$ , а інші ваги дорівнюють нулю і оцінка міри положення дорівнює напівсумі мінімального та максимального значень. Для вибіркової медіани також достатньо покласти нулю всі ваги  $w_i$ , крім одного ( $w_{(n+1)/2} = 1$ , якщо  $n$  непарне) або двох ( $w_{n/2} = w_{n/2+1} = 0.5$ , якщо  $n$  парне).

В господарстві йде тенденція до зниження рентабельності. В 2023 році показник рентабельності в господарстві становив 4,5%, він знизився на 4,3%, порівнюючи з 2021 роком.

**Ефективність технології вирощування товарної риби в  
мікререгіональному господарстві «Україна»**

Показники	Товарна риба			
	2021	2022	2023	2023 до 2021, %
Всього вирощено товарної риби, т	9273	9544	9914	107
білого товстолобика	6233	5994	5895	95
строкатого товстолобика	1306	1742	2602	199
білого амура	1689	1711	1380	82
Загальна рибопродуктивність ставу, кг/га	2230	2296	2385	107
Витрачено кормів на вирощування 1 т білого товстолобика, кг	1930	2250	2810	145
Собівартість 1 т риби, грн.	6717	9412	8931	133
Собівартість всього, тис. грн.	1729,6	2570,0	3628,3	210
Середня реалізаційна ціна 1 т, тис. грн.:				
білого товстолобика	26,0	32,0	43,0	165
строкатого товстолобика	40,0	15,0	20,0	200
білого амура	25,5	30,0	45,0	176
Виручка від реалізації всього, тис. грн.	1882,4	2720,0	3792,1	201
Прибуток всього, тис. грн.	152,8	150	163,8	107
Рівень рентабельності, %	8,8	5,8	4,5	4,3

Провівши дослідження технології та узагальнивши результати вирощування товарної риби за допомогою повторних псевдовибірок за алгоритмом "випадкового вибору з поверненням" формуються із номерів рядків вихідного набору даних. Зокрема, вихідна модель регресії будується за даними, розташованими у вихідній послідовності індексів  $\{1, 2, \dots, 12, 13\}$ . На першій ітерації бутстрепа ця послідовність може придбати, наприклад, вид  $\{7, 6, 12, 10, 9, 1, 9, 10, 6, 7, 10, 13, 4\}$ , тобто деякі індекси зникають, інші повторюються два чи кілька разів. Статистичні зв'язки між  $x$  та  $y$  у цьому підмножині рядків повністю зберігаються. Регресійна модель, побудована за такою перевіркою, може дещо відрізнитися від початкової, причому рівень цих відмінностей залежить від ступеня її стійкості до легкої модифікації вихідних даних. Такі кроки бутстрепування можуть бути

виконані досить багато разів, щоб сформувати статистичний розподіл коефіцієнтів моделі або будь-яких критеріїв якості апроксимації. Для цього прикладу використовуємо алгоритм бутстрепу (Manly, 2007) з використанням залишків  $e_i$  регресійної моделі, побудованої на емпіричних даних:  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i$ .

Будемо здійснювати багаторазово ( $B = 1000$ ) вилучення випадкових перевиборок з вектора залишків, отримувати новий вектор  $Y^*$  і на основі його розраховувати коефіцієнт  $\beta^*$  для регресійної бутстрепованої моделі. Графіки функцій ядерного згладжування розподілів  $\beta$  для регресій, отриманих методами LSQ, Хубера і LTS, представлені на рис. 3.5. Велике віддалення від 0

довірчих інтервалів для робастних моделей свідчить про їхню стійкість у порівнянні з моделлю МНК. переробки рослинодних видів риби, зокрема строкатого товстолобика, білого амура. Це дасть змогу виготовляти високоякісну рибу продукцію на яку буде попит не залежно від сезону, а також створюватимуться додаткові робочі місця.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

## НУВБІП України

В міжрегіональному рибному господарстві «Україна» під час укладання трудового договору роботодавець інформує працівника під розписку про умови

Примітка: види, для яких виявлені достовірно значущі відмінності в місцях водосховища, виділені жирним шрифтом. Проаналізуємо попередньо 'перекіс' частот народження окремих видів на різних ділянках із застосуванням критерію

$\chi^2$ . Оцінку р-значень виконаємо з використанням рандомізаційного тесту, як це робили раніше, тому наявність частот виду  $n_j = 0$  або  $n_j < 5$  можна вважати допустимими. Очевидно, що просторова мінливість деяких видів має високу статистичну значимість (див. табл. 3.3), інші види є незалежними чи

взаємозалежними. Але як виявити загальні відмінності у видовій структурі угруповань як цілих сукупностей, що утворюються видами? Тут необхідний багатовимірний аналіз, що узагальнює всі змінні, кожна з яких відповідає тому чи іншому виду, що становить їхтиоменоз. У термінах аналізу спільнот це означає, що в єдиній процедурі має бути розглянута вся сукупність видів, як структурний елемент екосистеми, що має емерджентні надпопуляційні властивості. р

Одним з можливих підходів може з'явитися багатовимірний дисперсійний аналіз у просторі чисельності видів (або інших кількісних характеристик різноманіття), але можливості параметричних процедур істотно обмежуються проблемою виконання вихідних передумов про нормальний закон

розподілу даних. Розглянемо у зв'язку інше завдання: чи є різницю між окремими ділянками водосховища у всій сукупності видової структури рибних угруповань?

Рішення її можливе, наприклад, (а) з використанням точного методу Фішера (Fisher's Exact Test) та (б) непараметричного аналізу комбінацій одновимірних

статистик. Точний метод Фішера здійснює перебір всіх можливих комбінацій таблиць сполученості з тими самими маргінальними частотами, як і емпірична

## НУВБІП України

матриця (тобто, всіх варіантів нуль-моделі FF). При цьому підраховується, який відсоток таких таблиць містить частоти, що різкіше відрізняються від нульового випадку, ніж вихідна. Фішер показав, що можливість отримання будь-якого набору частот  $n_{ij}$  таблиці  $r \times c$  задається гіпергеометрическим розподілом: - суми по рядкам і стовпцям відповідно. Зрозуміло, при великих значеннях частот та розмірності таблиці число можливих комбінацій нуль-моделі досягає астрономічних величин. На щастя, функція `fisher.test()` статистичного середовища R має можливість запустити процес Монте-Карло та оцінити р-значення для нульової гіпотези щодо обмеженого підмножини B випадкових

реплік. Можна відзначити хорошу збіжність результатів рандомізаційного тесту: зі збільшенням параметра B від 1000 до 100000 отримане значення варіювало в межах від 0.0002 до 0.0001, тобто, нульову гіпотезу про однакову схильність рибної спільноти до різних ділянок водосховища можна впевнено відхилити.

Зазначимо, що тут, як і в інших випадках, ми використовували двосторонній тест: при рандомізації не завдає ніяких проблем завжди підраховувати кількість випадків, коли абсолютне значення емпіричної величини критерію виявилось ближче до 0, ніж нуль-модельні репліки. Непараметричний аналіз комбінацій

одновимірних тестів має низку переваг багатовимірного підходу та знаходить широкий діапазон застосування. Одна з версій комбіаторного аналізу одновимірних статистик у рамках пермутаційної процедури, заснована на ідеях узагальнюючого тесту (omnibus test - Good, 2005b, 170), була реалізована для цього прикладу В.М. Якимовим: 1. Здійснюється генерація великого числа ( $B =$

1000) нуль-моделей FF розмірністю  $r \times c = 34 \times 5$  і для кожної  $i$ -ї змінної (тобто кожного виду риб з 34) і кожної  $j$ -ї нуль-моделі розраховується значення тест-статистики  $G$  (у цьому випадку  $\chi^2$ ). Формується матриця  $G$  розмірністю  $r \times (B - 1)$ , перший стовець якої складають значення  $G_{obs}$ , отримані за експериментальними даними. 2. Окремо у кожному з рядків виконується

процедура ранжування. з матриці  $G$  формується матриця  $R$  із рангів  $G$ , отриманих



при переборі всіх нуль-моделей. Тим самим ми оцінюємо, яке місце займе емпіричне значення Gobs у ряді тест-статистик, отриманих за справедливості нульової гіпотези

Надзвичайно проста: якщо, наприклад, знання  $X$  зменшує число помилок прогнозу  $Y$  вдвічі. Інша міра І Гудмена-Краскела (вперше описана Л. Гуттменом 1941 р.) також відображає редукцію помилок передбачення. Його формула пристосована для швидких обчислень, але має серйозний недолік: при певних комбінаціях маргінальних категорій він перетворюється на нуль (це мало місце і в нашому випадку для всіх 1000 нуль-модельних значень). По абсолютній

величині цих заходів будувати висновки про силі зв'язку практично неможливо, т.к. діапазон їх варіювання залежить від розмірності  $r \times s$  таблиць спряженості і ступеня "перекосу" частот. Проте використання рандомізації дозволяє чітко

сказати, наскільки далеко емпіричне значення заходів від інтервальної оцінки при справедливості нульової гіпотези. Зокрема (див. табл. 3.2), використання заходів

Гудмена-Краскела свідчить про існування чіткої залежності мінливості морф равліка, що вивчається, від регіонального фактора, яку не можна пояснити випадковими обставинами. Третю групу заходів сполученості становлять

коєфіцієнти, засновані на рангах, які дозволяють отримати інформацію про

напрямок зв'язку між ознаками, використовуючи поняття корелюваності на основі підрахунку числа пар об'єктів з взаємно зростаючими, взаємно спадяючими і рівними значеннями ознак. Оскільки вони використовуються лише, коли входи

таблиці спорядженості впорядковані (тобто градації ознак виміряно в порядковій

шкалі), їх застосування в контексті задачі, що розглядається, абсолютно

некоректно. Однак у методичних цілях ми виконали аналіз на основі коефіцієнта

tc Кендала, який оптимізований для аналізу несиметричних таблиць, і

переконалися в тому, що  $tc_{obs}$  накривається довірчим інтервалом  $tc_{ran}$ ,

побудованим за справедливості нульової гіпотези (рис. 3.2б). Зрозуміло, це

свідченням відсутності зв'язку між ознаками, а пояснюється номінальним

характером використовуваних категорій. «Розглянуті вище традиційні заходи зв'язку – це суто евристичні конструкції, інтерпретація та математико-статистичне обґрунтування яких бажає багато кращого» (Елісеєва,

Рукавишніков, 1977, с. 89). Наприклад, коректне використання статистики  $\chi^2$

пов'язане з цілим рядом вимог: відсутність нульових частот та обмеження на

мінімальну величину  $n_{ij}$ , достатня "насиченість" таблиці спряженості та

відсутність її різкого "перекосу", необхідність введення поправок на

безперервність і т.д. Останнім часом з'явилося багато публікацій, в яких

продемонстровано можливості застосування ентропійно-інформаційного аналізу

в різних галузях біологічної науки, фізіології та медицини та ін. Тому розглянемо

застосування як критерій  $G$  статистику, засновану на популярному в екології

індексі Шеннона. Нижче описано реалізацію алгоритму, запропонованого С.С.

Крамаренком, для порівняння  $k$  ( $k > 2$ ) оцінок ентропії з розкладанням сумарної

мінливості комплексу спостережень на міжгрупову та залишкову компоненти.

При виконанні дисперсійного ентропійного аналізу (ЕДА) для кожної включеної

в аналіз регіональної групи популяцій, а також для сумарних даних

розраховуються відповідні оцінки ентропії (див. табл. 3.1):

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

## НУБІП України

1. Природно-кліматичні умови є сприятливими для вирощування товарної риби та рибопосадкового матеріалу.

## НУБІП України

2. Температурний режим протягом всього вегетаційного періоду був сприятливим для розвитку риби.

## НУБІП України

3. Для підтримання на відповідному рівні розвитку природної кормової бази - фітопланктону - 20-30 г/м<sup>3</sup>, зоопланктону - 8-12 г/м<sup>3</sup> і зообентосу - 3-5 г/м<sup>2</sup> у стави вносили 273,6 кг/га органічних добрив та 233,8 кг/га мінеральних добрив.

## НУБІП України

4. Загальна рибопродуктивність вирощувальних ставів за рахунок вирощування білого товстолобика в полікультурі зі строкатим товстолобиком та білим амуром збільшилася на 48,4-55,0 %.

## НУБІП України

5. В результаті вирощування товарного білого товстолобика зі строкатим товстолобиком, білим амуром було отримано 731,967 кг/га рибопродукції.

## НУБІП України

6. Загальна рибопродуктивність вирощування товарної риби в 2023 р. у господарстві зросла на 7%, або на 155 кг/га.

## НУБІП України

7. Прибуток в 2023 р. зріс на 7%, але показник рентабельності в господарстві знизився на 4,3%, порівнюючи з 2021 роком.

## НУБІП України

## НУБІП України

## ПРОПОЗИЦІЇ

# НУБІП України

1. Для покращення стану природної кормової бази можна використати внесення зелених органічних добрив, що вплине позитивно на розвиток фіто- та зоопланктону це забезпечить споживання рибою більшої кількості живих кормів.

# НУБІП України

2. В господарстві потрібно мати власне стадо цінних видів риб, що дасть змогу мати власний рибопосадковий матеріал цих видів риб та додатково отримувати грошові ресурси від реалізації личинок судака, веслоноса, стерляді та ін. цінних видів риб.

# НУБІП України

3. Товарна риба в свіжому вигляді реалізується лише впродовж 2-3 місяців, тому було б доцільно в господарстві побудувати коптивний цех для переробки рослиноїдних видів риб, зокрема строкатого товстолобика, білого амура. Це дасть змогу виготовляти високоякісну рибну продукцію на яку буде попит незалежно від сезону, а також створюватимуться додаткові робочі місця.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

# НУБІП України

1. Алимов С. І. Штучні нерестовища – компенсацийний захід підтримки чисельності аборигенної іхтіофауни/ С.І. Алимов // Рибогосподарська наука України №2 - 2012 – С.64-70

# НУБІП України

2. Андрейцев В.І. та ін. Екологічне право. Особлива частина: Підруч. для студ. юрид. вузів і фак.: Повний академічний курс / за ред. Академіка В.І. Андрейцева. – К.: Істина, 2001. – 544с.

# НУБІП України

3. Атлас промислових риб України, група авторів, Київ, "Квіц", 2005.

4. Базалій В.В. Генетика

5. основи рибництва. підручник. / І.М. Шерман, М.Ю. Євтушенко – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 484 с.

# НУБІП України

6. Щербуха А. Я. Риби наших водоем. / А. Я. Щербуха. – К.: Рад. школа, 1981 – 176 с. Водні біоресурси і аквакультура / За редакцією І.І. Прициняка, М.В. Гринжєвського, О.М. Гретька. – К.: ДІА, 2010 – 400с.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України