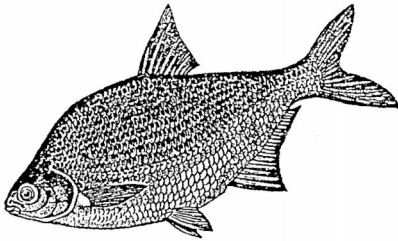


ISBN № 966-95535-0-4

РИБНЕ ГОСПОДАРСТВО

Міжвідомчий
тематичний
науковий збірник



Випуск
54-55.

Київ • 1999

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЩІЛЬНОСТЕЙ ПОСАДКИ ОБ'ЄКТІВ ПОЛІКУЛЬТУРИ ЗА ВИПАСНОГО ВИРОЩУВАННЯ РИБИ В СТАВАХ

Запропонована математична модель оптимізації щільностей зариблення насаджених ставів, при вирощуванні риби на природних кормах в полікультурі. Розв'язуються питання інформаційного забезпечення моделі.

Ключовим фактором, що дає можливість підвищити природну рибопродуктивність в умовах випасної аквакультури, є раціональний підбір об'єктів вирощування та визначення їх оптимального співвідношення в полікультурі. Максимальний ефект при цьому досягається за рахунок найбільш повного використання всіх компонентів природної кормової бази рибогосподарських водойм.

У відомій нормативно-технологічній документації рекомендовані величини щільностей посадки традиційних для України об'єктів ставової полікультури – коропа та рослинодних риб - розроблені диференційовано в залежності від зони рибництва, і передбачають наявність природної кормової бази на певному оптимальному рівні. Проте застосування їх щодо конкретних господарств іноді вимагає відповідного коригування, оскільки умови середовища окремих ставів в межах кожної фізико-географічної зони мають свої особливості, які суттєво впливають на розвиток кормових організмів. Неоднорідність умов може зумовлюватись, зокрема, типом ґрунтів, рел'єфом місцевості,

ступенем розвитку сільськогосподарського виробництва на водозбірних площах даної території та рядом інших факторів. На сучасному етапі ведення рибогосподарської діяльності за нестачі добрив обмежуються можливості стимулювання розвитку природної кормової бази. При складанні плану зариблення потрібно враховувати також наявну кількість та якість посадкового матеріалу. Нераціональне зариблення може призвести до неповного використання біологічних ресурсів ставових екосистем або до конкуренції риб одного чи різних видів через нестачу корму.

На практиці ці питання вирішуються, у більшості випадків, виходячи з досвіду господарювання, без проведення спеціальних розрахунків, що не завжди дає позитивні результати.

В зв'язку з цим викликає інтерес використання розрахункового способу визначення щільностей посадок об'єктів ставової полікультури із застосуванням оптимізаційної математичної моделі. При її розробці використані методичні підходи на основі яких, виходячи з рівня розвитку природної кормової бази, визначались норми зариблення водойм-охолоджувачів енергетичних установок та малих водосховищ [1, 5]. Принциповою відмінністю запропонованих розрахунків для ставових водойм є те, що в них може бути врахована наявність у спектрі живлення риб кількох основних груп кормових організмів.

При плануванні щільностей посадки риб та рибопродуктивності за вже існуючими методиками автори виходили, в одному випадку, з наявності основного виду корму [5] (для коропа – бентос, білого товстолобика – фітопланктон, строкатого товстолобика – зоопланктон), в іншому [1], розрахунки для товстолобиків проводились за наявності основного виду корму з врахуванням споживання рибами детриту. В той же час, хоча характер живлення може суттєво змінюватись в залежності від умов вирощування та рівня розвитку того чи іншого виду кормових організмів, більшість риб крім основного, у значній кількості споживає й інші види кормів, що знаходить відображення у спеціальній літературі. Так, наприклад, відомо, що значну частку у живленні строкатого товстолобика може складати фітопланктон, а за певних умов короп переходить на споживання значної кількості зоопланктону, що посилює його конкуренцію зі строкатим товстолобиком [4]. Зазначені обставини вказують на доцільність врахування споживання рибою кількох основних груп кормових організмів.

Запропонована оптимізаційна модель вирішує проблему розподілу між об'єктами ставової полікультури трьох основних компонентів кормової бази: фітопланктону, зоопланктону та бентосу. Детрит хоча й входить у живлення практично всіх об'єктів полікультури, приймається як такий, що не створює гострої конкуренції між різними видами риб у зв'язку з його значними запасами у водоймах. Розподіл відбувається таким

чином, щоб отримати максимально можливу в конкретних умовах загальну рибопродуктивність. Годівля риб штучними кормами не передбачається.

Розв'язання оптимізаційної задачі, як відомо, передбачає знаходження екстремуму (максимуму чи мінімуму) цільової функції з врахуванням обмежень, накладених на змінні, що входять до її складу. Вирішується вона за розробленими алгоритмами із застосуванням ЕОМ.

Для формулізації моделі були використані наступні умовні позначення:

Вхідні дані.

n – кількість об'єктів полкультури, i – індекс виду риб, $i \in \overline{1, n}$;

m_i – приріст одного екземпляру i -го (1-го, 2-го, ... n -го) виду риб за сезон, кг;

ρ_i – коефіцієнт виходу кінцевої продукції від посадки для i -го виду риб;

Щmax_i – максимально можлива щільність посадки для i -го виду риб, екз./га;

$\lambda_i, \beta_i, X_i, \delta_i$ – коефіцієнти наявності відповідно фітопланктону, зоопланктону, бентосу та детриту у сезонному спектрі живлення i -го виду риб;

c_F, c_Z – середньосезонна біомаса фітопланктону та зоопланктону, г/м³;

c_B – середньосезонна біомаса бентосу, г/м²;

$\text{ПБ}_F, \text{ПБ}_Z, \text{ПБ}_B$ – сезонний продукційно-біомасовий коефіцієнт фітопланктону, зоопланктону та бентосу;

H – глибина фотичного шару водойми, м;

K_F, K_Z, K_B, K_D – кормовий коефіцієнт фітопланктону, зоопланктону, бентосу та детриту;

k_F, k_Z, k_B – коефіцієнт можливого вилучення продукції фітопланктону, зоопланктону та бентосу;

Розрахункові величини.

Φ, Z, B – сезонна продукція фітопланктону, зоопланктону та бентосу, кг/га;

M_i – загальна маса корму, яку за сезон споживає один екземпляр i -го виду риб, кг;

Невідомі величини.

Щ_i – щільність посадки i -го виду риб, екз./га;

P_i – рибопродуктивність по i -му виду риб, кг/га;

P – загальна рибопродуктивність, кг/га

Нижче подано опис моделі.

Цільова функція. Максимізується загальна природна рибопродуктивність.

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \text{Щ}_1 \times m_1 \times \rho_1 + \text{Щ}_2 \times m_2 \times \rho_2 + \dots + \text{Щ}_n \times m_n \times \rho_n =$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Щ}_i \times m_i \times \rho_i \rightarrow \text{max} \quad (1)$$

1) Обмеження за кількістю корму, який може бути використаний з огляду на самоїдворення кормових організмів та доступність для риб. Суть обмежень в тому, що частина продукції фітопланктону повинна бути залишена у водоймі (не спожита рибами). Це ж стосується зоопланктону та бентосу.

$$\lambda_1 \times M_1 \times \text{Щ}_1 + \lambda_2 \times M_2 \times \text{Щ}_2 + \dots + \lambda_n \times M_n \times \text{Щ}_n \leq \Phi \times k_F \quad (2)$$

$$\beta_1 \times M_1 \times \text{Щ}_1 + \beta_2 \times M_2 \times \text{Щ}_2 + \dots + \beta_n \times M_n \times \text{Щ}_n \leq Z \times k_Z \quad (3)$$

$$X_1 \times M_1 \times \text{Щ}_1 + X_2 \times M_2 \times \text{Щ}_2 + \dots + X_n \times M_n \times \text{Щ}_n \leq B \times k_B \quad (4)$$

Величини M_i (маса корму, спожите одним екземпляром риб) розраховується виходячи з рівності (5) за формулою (6).

$$m_i = \frac{\alpha_i \times M_i}{K_F} + \frac{\beta_i \times M_i}{K_Z} + \frac{\chi_i \times M_i}{K_B} + \frac{\delta_i \times M_i}{K_D} \quad (5)$$

$$M_i = \frac{m_i}{\left(\frac{\alpha_i}{K_F} + \frac{\beta_i}{K_Z} + \frac{\chi_i}{K_B} + \frac{\delta_i}{K_D} \right)} \quad (6)$$

Величини сезонної продукції фітопланктону, зоопланктону та бентосу (кг/га) вираховуються за формулами:

$$\Phi = c_F \times \text{ПБ}_F \times H \times 10\,000/1\,000 \quad (7)$$

$$Z = c_Z \times \text{ПБ}_Z \times H \times 10\,000/1\,000 \quad (8)$$

$$B = c_B \times \text{ПБ}_B \times 10\,000/1\,000 \quad (9)$$

2) Обмеження за щільністю посадки: розрахована щільність не повинна перевищувати максимально можливої. Це пояснюється тим, що переуцілювати посадку риб у ставових водоймах недопустимо навіть за наявності достатньої кількості кормів. Обмеження щільності посадки може виникати також внаслідок дефіциту посадкового матеріалу певного виду риб.

$$0 \leq \text{Щ}_i \leq \text{Щmax}_i, \quad i \in \overline{1, n} \quad (10)$$

Вхідні величини, потрібні для розв'язання задачі, перелічені вище. При їх підготовці для відшукання достатньо точного розв'язку потрібно використовувати дані, які були б характерні саме для конкретної досліджуваної водойми. Це стосується середньосезонної біомаси, продукційно-біомасових коефіцієнтів складових природної кормової бази та показників спектру живлення риб. При застосуванні показників спектру живлення, очевидно, потрібно використовувати такі, за яких раніше був досягнутий запланований індивідуальний приріст.

Прийнято, що глибина фотичного шару водойми дорівнює подвоєному показнику

прозорості води [3]. Відомо, що спостерігається обернена залежність між прозорістю води та інтенсивністю розвитку фітопланктону (табл. 1) [5].

**1. Вплив інтенсивності розвитку фітопланктону (біомаса, г/м³)
на прозорість водойм (за диском Секкі, см)**

г/м ³	80	70	60	50	40	30	20	10	менше 10
см	10	20	30	40	50	60	70	до 100	більше 100

Таким чином, можна запропонувати наступну формулу розрахунку глибини фотичного шару, де $f(C_{\phi})$ - функція залежності прозорості води від концентрації біомаси фітопланктону (звичайно, глибина фотичного шару не повинна перевищувати глибини ставу):

$$H = 2 \times f(C_{\phi}) \quad (11)$$

Коефіцієнти k_{ϕ} , k_s , k_b повинні змінюватись в залежності від показників концентрації середньосезонної біомаси кормових організмів, від їх видового складу та деяких інших біотичних факторів середовища, зокрема інтенсивності заростання ставу водною рослинністю.

Що стосується кормових коефіцієнтів фітопланктону, зоопланктону, бентосу та детриту то існують літературні дані. В залежності від видового складу, кормовий коефіцієнт фітопланктону змінюється від 20 до 50, зоопланктону – від 6 до 20, бентосу – від 5 до 7, детриту – від 30 до 60 [1, 2, 5].

Висновки.

Для ефективного застосування подібних до запропонованої в даній роботі оптимізаційних моделей безумовно необхідно володіти значними обсягами достовірної інформації щодо оцінки трофічного статусу конкретних водойм або їх груп та еколого-біологічної характеристики окремих об'єктів рибиництва за певних умов середовища. Потребує також дослідження якомога більший набір різноманітних абіотичних та біотичних факторів середовища, що можуть впливати на функціонування ставових екосистем. Значні обсяги інформації з цих питань, вже існують у відповідних наукових установах України та у літературі. Тому за умов подальшого удосконалення досліджень за вказаними проблемами оптимізаційне моделювання на перспективу може стати ще одним дійовим інструментом при пошуку ефективних методів використання біологічних ресурсів внутрішніх водойм, в тому числі ставів.