



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10303

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.3.043.13:597.552.512

Methods for determining the daily feeding rate of trout: their essence, advantages and disadvantages

O. I. Sobolev^{1✉}, B. V. Gutyj², S. V. Sobolieva¹, A. O. Soboliev³

¹Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

³State enterprise "Kyiv regional research and production center for standardization, metrology and certification", Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 02.06.2025

Received in revised form

03.07.2025

Accepted 04.07.2025

Bila Tserkva National Agrarian
University, 8/1, Soborna Sq.,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-096-443-91-50
E-mail: sobolev_a_i@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-068-136-20-54
E-mail: bvh@ukr.net

State enterprise "Kyiv regional
research and production center for
standardization, metrology and
certification", Sichnevo
Proryvu Str., 84, Bila Tserkva,
09113, Ukraine.

Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., & Soboliev, A. O. (2025). Methods for determining the daily feeding rate of trout: their essence, advantages and disadvantages. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 24–30. doi: 10.32718/nvlvet-a10303

In modern aquaculture, the use of highly nutritious compound feeds in accordance with established feeding standards is one of the key factors determining the productive qualities of trout. Rationally organized feeding of trout with complete compound feeds contributes to increased growth rates, enhanced vitality, reduced feed conversion ratio, and improved product quality. Therefore, adherence to scientifically based feeding norms directly affects the economic efficiency of fish farming enterprises as a whole. This article examines four methods for determining the daily feeding rate for trout of different age groups: the Deuel method (Charles R. Deuel), the Pile method (Earl A. Pile), the Haskell method (David C. Haskell) and the Willoughby method (H. Willoughby). Each of these methods has certain advantages and disadvantages, which determine their varying levels of effectiveness under specific trout farming conditions. Thus, for practical application, a fish farm technologist must be familiar with the specific features of each approach, understand the contexts in which they are most appropriately used, and be able to reasonably choose the most optimal method depending on production objectives. As analysis shows, all available tables and formulas for determining the daily feeding rate of trout should be regarded as indicative only. This is because they take into account only a limited number of factors, such as the live weight of the fish, water temperature, dissolved oxygen content, and the nutritional value of the feed. At the same time, in real-world fish farming operations, feeding efficiency is also influenced by other factors that are not included in the calculation models. These include water quality, stocking density, fish activity levels, health status, and the technological features of the rearing systems. Therefore, the practical use of such calculated recommendations requires adjustments based on direct observations of fish behavior, feed consumption, and adaptation to the specific conditions of the farm.

Keywords: feeding rate, trout, compound feed, method, formula, table.

Методи визначення добової норми годівлі форелі: їх суть, переваги та недоліки

О. І. Соболев^{1✉}, Б. В. Гутій², С. В. Соболева¹, А. О. Соболев³

¹Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³Державне підприємство "Київський обласний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації", м. Біла Церква, Україна

У сучасній аквакультурі використання високопоживних комбікормів відповідно до встановлених норм годівлі є одним із ключових чинників, що визначають продуктивні якості форелі. Рационально організована годівля форелі повнораціонними комбікормами сприяє підвищенню інтенсивності росту риби, її життєздатності, зниженню витрат корму на одиницю продукції та покращенню її якості. Тому дотримання науково обґрунтованих норм годівлі риби безпосередньо впливає на економічну ефективність функціонування рибоводного підприємства в цілому. У статті розглянуто чотири методи визначення добових норм годівлі форелі різних вікових груп: метод Д'юеля (Charles R. Deuel), метод Пайла (Earl A. Pile), метод Хаскелла (David C. Haskell) та метод Віллоубі (H. Willoughby). Кожен із зазначених методів має певні переваги та недоліки, що зумовлює різний рівень їх ефективності за конкретних умов вирощування форелі. Тому для практичного застосування, технолог рибоводного господарства повинен орієнтуватися в особливостях кожного підходу, розуміти сфери їх доцільного використання та вміти обґрунтовано обрати найбільш оптимальний метод залежно від виробничих завдань. Як покаже аналіз методів, усі наявні таблиці та формули для визначення добової норми годівлі форелі слід розглядати лише як орієнтовні. Це зумовлено тим, що вони враховують лише обмежене коло показників, таких як жива маса риби, температура води, вміст розчинного у воді кисню, поживна цінність корму. Водночас, у реальних умовах функціонування рибного господарства на ефективність годівлі впливають й інші чинники, які залишаються поза межами розрахункових моделей. До них належать якісний склад води, цільність посадки, активність, стан здоров'я риби, а також технологічні особливості систем вирощування. Саме тому практичне використання таких розрахункових рекомендацій потребує коригування на основі безпосередніх спостережень за поведінкою риби, споживанням нею корму та адаптації до конкретних умов господарства.

Ключові слова: норма годівлі, форель, комбікорм, метод, формула, таблиця.

Вступ

Із зростанням світового попиту на продукти харчування з високим вмістом білка, аквакультура стала важливою галуззю сільського господарства (Bobel' et al., 2018; Vodianitskyi et al., 2020; Kofonov et al., 2020). Інтенсивний розвиток світової аквакультури позитивно позначився на росту її частки у загальному балансі виробництва харчової продукції. Загальні темпи росту аквакультури у різних країнах світу неоднакові і коливаються від 4,5 % до 11,0 % (Njue & Macharia, 2015; Motaghd et al., 2025).

У багатьох країнах світу аквакультура включає звичай тепловодні, холодноводні рибні господарства та креветкові ферми. В Україні в тепловодних господарствах вирощують переважно коропа та рослиноїдних риб, а в холодноводних – форель.

Форелівництво України розвинене ще недостатньо, а його частка в загальній продукції рибництва незначна. Розвиток цієї підгалузі аквакультури є стратегічно важливим напрямком для зміцнення національної продовольчої безпеки, особливо в контексті сучасних глобальних викликів, таких як зростання населення, зміна клімату, а також війни та кризи, що впливають на традиційні ланцюги постачання продовольства (Jegorov & Figurs'ka, 2011).

Основу вітчизняного форелівництва вже протягом 100 років складає райдужна форель. Її м'ясо є цінним джерелом легкозасвоюваного повноцінного тваринного білка, який необхідний для здорового харчування, а також багате на омега-3 жирні кислоти, вітаміни (A, D, B₂, B₆, B₁₂, E), макро- та мікроелементи (Ca, P, K, Na, Mg, I, Se, Fe, Zn) (Stoyanova et al., 2016).

Сьогодні форелівництво є прибутковою підгалуззю аквакультури, що сприяє створенню робочих місць у сільській місцевості та розвитку територіальних громад, надходженню податків до державного та місцевих бюджетів, диверсифікації аграрного сектору (знижує ризики, пов'язані із залежністю від традиційних видів агропродукції) та швидкій окупності інвестицій (за 2–3 роки). Форелівництво відносять до суперприбуткового бізнесу. Воно демонструє найвищу в продовольчому секторі економіки рентабельність – до

30–35 % і вище (D'Agaro et al., 2022; Chowdhury et al., 2024).

Збільшення обсягів внутрішнього виробництва якісної форелі дозволяє зменшити залежність від зовнішніх ринків, що є особливо важливим в умовах геополітичної нестабільності та коливань світових цін, задовольняти внутрішній споживчий попит населення та відкриває можливості для її експорту. Це зміцнює економіку країни, збільшує валютні надходження та підвищує статус цієї підгалузі як постачальника якісних продуктів харчування на світовий ринок. Форель вважається “королівською рибою”, тому має високий попит у преміум-сегменті, що дає змогу отримувати дохід не лише від живої риби, а й від переробленої продукції (ікра, філе, копченості тощо).

В умовах сучасного конкурентного ринку та глобального контексту, індустрія аквакультури все більше визнає необхідність використання інтелектуальних технологій управління для усунення збоїв у процесі вирощування форелі. Наприклад, забезпечення виробництва продукції аквакультури у великих масштабах вимагає постійного моніторингу споживання корму та факторів, пов'язаних з якістю води, особливо розчиненого кисню, температури, рН, лужності, загальної жорсткості, рівня вільного аміаку та вуглекислоти, нітратів, фосфатів, які вважаються екологічними показниками водойми та потребують регулювання для одержання високих результатів діяльності підприємства. Постійний моніторинг є життєво важливим для запобігання таким негативним явищам як уповільнення темпів росту риби та неочікувана її загибель (Caramel et al., 2014; Sidoruk & Ireneusz, 2018; Chowdhury et al., 2025).

У сучасній аквакультурі, годівля форелі спеціалізованими високопоживними комбікормами відповідно до існуючих норм є одним із ключовим чинників, що визначає її продуктивні якості і, як наслідок, ефективність роботи рибоводного підприємства в цілому.

Годівля форелі – це не лише питання складу раціону. Відомо, що форель не може інтенсивно рости, якщо в її раціоні є дефіцит необхідних поживних речовин, але також доведено, що повноцінний раціон

не може дати потрібного ефекту, якщо він не згодується належним чином.

Оптимізація годівлі дозволяє не тільки повністю реалізувати генетичний потенціал форелі, а й підвищити ефективність використання дорогих кормів та отримати максимальні прибутки виробникам рибної продукції, уникаючи екологічних проблем (Barani et al., 2019).

Водночас слід зазначити, що корми є суттєвою статтею витрат у технологічному процесі вирощування райдужної форелі, а їх вартість у структурі собівартості виробництва продукції зазвичай коливається в межах 40–70 % (Kamalam et al., 2020).

Крім того, годівля у форелівництві, якщо вона не керована належним чином, призводить до надмірного потрапляння у водойму антропогенних біогенних речовин, що надходять, головним чином, з кормами або з продуктами метаболізму, що утворюються рибою. Це спричиняє різні екологічні проблеми, включаючи евтрофікацію водойм та спалахи різних хвороб риби (Caramel et al., 2014; Jean-Marc et al., 2018; Singh & Srivastava 2021).

З огляду на це, у процесі вирощування форелі необхідно орієнтуватись на точні розрахунки необхідної добової норми корму з урахуванням маси, віку та щільності посадки риби, температури води, вмісту розчинного у воді кисню, водообміну в ставу або басейні, якості корму тощо (Pivtorak & Bobel, 2018; Bozhyk & Bozhyk, 2020). Визначення добової норми годівлі форелі – це ключовий аспект успішного ведення рибництва. Як показує практика, надмірна годівля форелі призводить до непродуктивних витрат кормів і забруднення водойм, а недостатня – до уповільнення темпів росту риби. У тому чи іншому випадку знижуються конверсія корму й ефективність годівлі.

Сьогодні для визначення добових норм годівлі різних вікових груп форелі використовують декілька методів: метод Д'юела (Charles R. Deuel), метод Пайла (Earl A. Pile), метод Хаскелла (David C. Haskell) та метод Віллоубі (H. Willoughby). Кожен із цих методів має свої переваги і недоліки. Тому технологірибоводу необхідно знати, чим вони відрізняються, коли використовуються та в яких випадках один метод ефективніший за інші.

Мета дослідження

Метою наших досліджень було вивчення різних методів розрахунку добової норми годівлі форелі з урахуванням специфіки умов її вирощування.

Матеріал і методи досліджень

Для визначення добової норми годівлі форелі за методом Д'юела використовуються спеціальні таблиці (Deuel, et al., 1952).

Для визначення добової норми годівлі форелі за методом Пайла використовується наступна формула:

$$Y = [(X - X_1) \times (Y_1 - Y_2) / (X_1 - X_2)] + Y_1, \quad (1)$$

де Y – добова норма годівлі риб, %; X – середня маса риби, г; X_1 – середня маса попередньої розмірно-

вагової групи, г (за таблицями Д'юела); X_2 – середня маса наступної розмірно-вагової групи (за таблицями Д'юела), г; Y_1 – добова норма годівлі риби масою X_1 , %; Y_2 – добова норма годівлі риби масою X_2 , % (Phillips, 1970).

Для визначення добової норми годівлі форелі за методом Хаскелла використовується наступна формула:

$$Y = (a \times 3 \times \Delta l \times 100) / l, \quad (2)$$

де Y – добова норма годівлі риби, %; a – кормовий коефіцієнт корму; 3 – постійна величина (коефіцієнт для перетворення довжини у масу); Δl – середньодобовий приріст довжини риби, см; l – середня довжина риби в день годівлі, см (Haskell, 1959).

Середньодобовий приріст довжини риби визначається шляхом ділення середньомісячного приросту на кількість днів у місяці, а середньомісячний – за даними попередніх років.

Для визначення необхідної кількості корму на добу для форелі за методом Віллоубі використовується наступна оригінальна формула:

$$K = (O_n - O_k) \times 86,4 \times D / 200, \quad (3)$$

де K – кількість корму, кг/добу; O_n – вміст кисню у воді на вході у став або басейн, мг/л; O_k – вміст кисню у воді на витоку зі ставу або басейну, мг/л; 86,4 – стандартне значення для перерахунку (об'єм води, який протікає через систему за одну добу (24 години), якщо швидкість потоку становить 1 л/с), м³/добу; D – швидкість потоку води, л/с; 200 – кількість кисню необхідного для перетравлення рибою 1 кг корму, г (Buterbaugh & Willoughby, 1967).

Згодом цю формулу адаптували для практичної роботи форелевих господарств і вона набула наступного вигляду:

$$K = (O_n - O_k) \times 1,44 \times n / 83,3 \times C, \quad (4)$$

де Y – кількість корму на день, кг / доб; O_n – вміст кисню у воді на вході у став або басейн, мг/л; O_k – вміст кисню у воді на витоку зі ставу або басейну, мг/л; 1,44 – кількість води (л/добу) за інтенсивності подачі 1 л/хв на 1 кг риби; 83,3 – необхідна кількість кисню для засвоєння рибою 1 ккал сухого гранульованого корму, мг; C – калорійність корму, тис. ккал/кг; n – водообмін, л/хв.

Величину водообміну розраховують за наступною формулою:

$$n = V / k, \quad (5)$$

де n – водообмін, л/хв; V – об'єм води у ставу або басейні, л; k – зміна води у ставу або басейні, хв.

Результати та їх обговорення

Метод Д'юела (часто згадується як методика Deuel Feed Rate або Deuel Feeding Table) – це найбільш розповсюджений і добре перевірений на практиці підхід до визначення оптимальних норм годівлі форелі. Метод був розроблений Ч. Р. Д'юелем у 50-х роках минулого століття для потреб рибницьких господарств штату Нью-Йорк. Він передбачає використання спеціальних таблиць, які враховують середню масу риби та температуру води, вказуючи добову норму годівлі у відсотках від біомаси (табл. 1).

У подальшому, норми годівлі лососевих риб, у тому числі й райдужної форелі, в таблицях Д'юеля були уточнені вченими О. М. Канід'євим і Є. О. Гамігіним у бік збільшення (Grycynjak, 2007).

Метод зручний, особливо в умовах невеликих форелевих господарств. Використання його забезпечує стабільний приріст риби, запобігає її перегодовуванню, що може призводити до забруднення водойм, а також дозволяє ефективно витрачати корми. Окрім того, Ч. Р. Д'юелем розроблені кормові таблиці для визначення добових норм годівлі форелі не тільки сухими гранульованими комбікормами, а й пастоподібними кормовими сумішами.

Проте цей метод має й недоліки. По-перше, кормові таблиці групують риб за розмірно-ваговими категоріями, які мають широкий діапазон. Наприклад, за температури води 8 °C для форелі масою 4,9 г до-

бова норма корму становить 2,8 % від маси тіла, а для риби масою 5,1 г – вже 2,2 %. Таким чином, за невеликої зміни маси риби значно змінюється добова норма. По-друге, ці таблиці розраховані на корми, що містять не менше 38–40 % сирого протеїну і 2500–3050 ккал/кг перетравної енергії (визначається як валова енергія мінус енергія неперетравної частини кормів). Для кормів, що не відповідають цим вимогам, таблиці не зовсім придатні. По-третє, метод не враховує індивідуальні особливості риби (стан здоров'я, активність споживання корму) та зміни умов її вирощування (сезон року, вміст розчинного у воді кисню, якість корму, інтенсивність годівлі тощо).

Для сучасного індустріального рибництва рекомендується поєднувати даний метод із реальними спостереженнями, біомоніторингом та автоматичними системами контролю годівлі.

Таблиця 1

Добові норми годівлі райдужної форелі сухими гранульованими кормами залежно від температури води і маси риб, % маси тіла (за Д'юелем)

t води, °C	Маса риби, г										
	<0,2	0,2–2,0	2–5	5–12	12–25	25–40	40–60	60–100	100–150	150–200	>200
2	2,6	2,2	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
3	2,8	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4
4	3,1	2,5	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
5	3,3	2,7	2,2	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
6	3,6	3,0	2,4	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6
7	3,9	3,2	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7
8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
9	4,5	3,8	3,1	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
10	4,9	4,2	3,3	2,6	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
11	5,3	4,5	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	5,7	4,8	3,9	3,0	2,3	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
13	6,2	5,2	4,2	3,2	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1
14	6,7	5,6	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,2
15	7,2	6,0	4,9	3,8	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3	1,3
16	7,7	6,4	5,2	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3
17	8,3	6,8	5,6	4,4	3,3	2,7	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4
18	8,8	7,3	6,0	4,8	3,5	2,8	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5
19	9,3	7,9	6,4	5,1	3,8	3,0	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6
20	9,9	8,2	6,9	5,5	4,0	3,2	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7

Для більш точного визначення норм годівлі форелі, американський вчений Е. А. Пайл використав метод інтерполяції даних таблиць Д'юеля і запропонував формулу (1) для їх розрахунку.

Приклад. Визначимо добову норму годівлі форелі масою 5,1 за температури води 8 °C методом Пайла. У цьому випадку: $X_1 = 3,5$ г; $X_2 = 18,5$ г; $Y_1 = 2,8$ %; $Y_2 = 1,7$ %.

Підставивши у формулу одержані величини, знаходимо добову норму годівлі:

$$Y = [(5,1 - 3,5) \times (2,8 - 1,7) / (3,5 - 18,5)] + 2,8 = 2,68 \text{ \%}.$$

Для порівняння, за таблицею Д'юеля, за аналогічних умов, добовий раціон становитиме 2,2 % від маси риби. Відповідно, метод Пайла суттєво уточнює дані таблиць Д'юеля.

Використання на практиці методу Пайла можна досягти більш стабільного та передбачуваного росту форелі, підвищити конверсію корму, зміцнити імунітет риби та знизити її схильність до захворювань і, як

наслідок, значно підвищити економічну ефективність виробництва товарної форелі. Проте, він не усуває недоліки, які притаманні методу Д'юеля.

За годівлі форелі важливо, щоб калорійність корму відповідала оптимальному рівню: для гранульованого стартового корму – 3–3,5 тис. ккал/кг; продукційного – 2,5–3 тис. ккал/кг. Якщо вміст енергії виходить за ці межі, необхідно робити коригування добової норми корму за формулою:

$$Y = ab/c, \quad (6)$$

де Y – добова норма корму з калорійністю, що не відповідає оптимальному рівню, % маси тіла риби; a – оптимальна калорійність корму, ккал/кг; b – добова норма годівлі, % маси тіла риби (дані таблиці); c – калорійність корму, що використовується, ккал/кг.

Ще одним видатним вченим у галузі аквакультури, який працював разом з Ч. Р. Д'юелем, був Д. С. Хаскелл. Їхні спільні наукові дослідження мали значний

вплив на формування практик годівлі форелі у рибницьких господарствах.

Д. С. Хаскелл розробив математичну формулу (2) для визначення добової норми годівлі форелі, на основі коефіцієнта конверсії корму, температури води та добового збільшення довжини риби. Цей підхід став основою для багатьох таблиць годівлі, які використовуються і сьогодні, хоча й із сучасними модифікаціями.

Метод Хаскелла застосовується для розрахунку добової норми годівлі форелі між двома часовими інтервалами з відомою довжиною риби. Інтервал зазвичай визначає технолог форелевого господарства. Він може становити день, тиждень або місяць. На практиці 14-денний період росту риби (інтервал) виявився найнадійнішим. Проте, вивчалася доцільність використання і більш тривалих періодів (до 28 днів). Основною причиною вибору 14-денного періоду є зменшення похибки, спричиненої зростанням коефіцієнта перетворення довжини риби у її масу.

Цей метод найкраще підходить для форелевих господарств, що постачаються водою постійної температури. Проте, його можна застосовувати і в інших господарствах, якщо враховувати зміни швидкості росту риби, пов'язані зі змінами температури води. Для форелевих господарств, у яких температура води змінюється протягом періоду вирощування, середньодобовий приріст довжини риби орієнтовно можна вирахувати за формулою:

$$\Delta l = t / 350, \quad (7)$$

де Δl – середньодобовий приріст довжини риби, см;
 t – середня температура води, добова або місячна, °C.

Приклад. За даними, одержаними за період з 1 по 30 червня минулого року, форель виросла з 5,0 до 6,25 см, тобто місячний приріст склав 1,25 см. Відповідно середньодобовий приріст довжини риби (Δl) дорівнює 0,042 см (1,25:30). Рибу годували гранульованим кормом, кормовий коефіцієнт якого дорівнював 1,5.

Добова норма годівлі буде дорівнювати:

на 1 червня = $(1,5 \times 3 \times 0,042 \times 100) / 5 = 3,78 \%$;

на 15 червня = $(1,5 \times 3 \times 0,042 \times 100) / [5 + (0,042 \times 15)] = 3,36 \%$;

на 30 червня = $(1,5 \times 3 \times 0,042 \times 100) / [5 + (0,042 \times 30)] = 3,02 \%$.

Переваги методу Хаскелла:

- наукова обґрунтованість – це був один із перших системних підходів до нормування годівлі форелі, що ґрунтувався на емпіричних даних та математичних розрахунках, а не лише на практичному досвіді;

- відносна простота застосування – хоча формула виглядає складно, вона дозволила створити простіші таблиці годівлі, які стали надзвичайно популярними серед рибоводів. Ці таблиці дозволяють швидко визначити, скільки корму потрібно згодовувати щоденно рибі певного розміру за певної температури води;

- добова норма годівлі риби не залежить від хімічного складу і калорійності раціону, які в умовах господарств можуть часто змінюватися;

- оптимізація витрат корму – точніші розрахунки норми годівлі допомагають уникнути надмірної годівлі (що призводить до зайвих витрат корму та забруд-

нення водойми) або недостатньої годівлі (що сповільнює ріст риби);

- сприяння інтенсифікації рибництва – можливість точно розрахувати потреби у кормі сприяє більш ефективному плануванню виробництва та інтенсифікації вирощування форелі;

- база для подальших досліджень – метод став відправною точкою для розробки більш складних і детальних моделей годівлі, які враховують більше факторів (наприклад, вміст білка та жиру у кормі, рівень активності риби, якість води тощо).

Проте, метод Хаскелла не є динамічним у реальному часі. Він надає рекомендації на основі усереднених значень і не може швидко адаптуватися до раптових змін умов водного середовища (наприклад, різке зниження температури води, вмісту розчинного у воді кисню тощо). Також він не враховує рід чинників, які безпосередньо можуть впливати на апетит риби, перетравність нею поживних речовин корму та їх засвоюваність, зокрема: якість води, щільність посадки риби (висока чи низька), її стан здоров'я (хвора чи здорова), генетичні особливості різних видів і підвидів форелі. Крім того, метод базується на приблизних розрахунках або припущеннях щодо "очікуваного коефіцієнта конверсії корму", який, насправді, сам залежить від багатьох змінних, включаючи точність годівлі. І нарешті, метод не виключає "ручного коригування" норм годівлі риби, оскільки жодна формула не може ідеально врахувати всі нюанси технологічного процесу вирощування форелі.

Водночас, слід зазначити, що три вищеперераховані методи визначення добової норми годівлі форелі (Д'юела, Пайла та Хаскелла) не враховують такого важливого показника як вміст розчинного у воді кисню, від якого безпосередньо залежить споживання рибою корму і за яким коригують добові норми годівлі.

Відомий американський вчений в галузі аквакультури Г. Віллоубі досліджуючи взаємозв'язок між кількістю спожитого рибою корму, його енергетичною цінністю та потребою в кисні для окислення поживних речовин в організмі запропонував систему розрахунків, що лягла в основу формули (3) за якою можна визначити необхідну кількість корму на добу для годівлі форелі.

Він, разом із Д. С. Хаскеллом і Г. Л. Бутербо, є автором фундаментальних праць, щодо розробки норм годівлі форелі, які стали основою для практичного рибництва. Заслуга Г. Віллоубі та його колег полягає у перетворенні наукових принципів щодо годівлі різних видів форелі (струмкової, коричневої, райдужної) на доступні та зрозумілі практичні рекомендації для рибоводів, що стало стандартом у галузі на десятиліття.

Він зокрема встановив, що для засвоєння певної кількості корму форель споживає фіксовану кількість кисню і що метаболізм її подвоюється на кожні 10 °C підвищення температури води. Це є основою для корегування норм годівлі форелі.

Метод Віллоубі, що базується на очікуваному метаболізмі риб, сьогодні широко використовується як практичний інструмент для керування годівлею та

кисневим режимом у форелевих господарствах. Метод вважається одним із найбільш комплексних, проте потребує систематичного моніторингу гідрохімічних показників, що ускладнює його використання у невеликих господарствах.

Приклад. Визначити кількість корму на день для годівлі дволіток форелі, що вирощується у нагульному ставу площею 200 м² і глибиною 1, якщо вміст кисню у воді на вході у став 11 мг/л, вміст кисню у воді на витоку зі ставу 7 мг/л, калорійність корму 3 тис. ккал, зміна води у ставу за 60 хв.

Знаходимо спочатку величину водообміну у нагульному ставу з об'ємом води 200000 л (200 м² × 1 м = 200 м³):

$$200000 / 60 = 3333 \text{ л/хв.}$$

Добова потреба форелі у кормі буде становити:

$$(11 - 7) \times 1,44 \times 3333 / 83,3 \times 3,0 = 76,8 \text{ кг/добу.}$$

Переваги методу Віллоубі:

- прив'язка до реальних умов водопостачання – добова кількість корму напряму залежить від кількості кисню, що реально доступний для риби у конкретному ставку або басейні. Це робить розрахунок “біологічно обґрунтованим”;

- запобігання дефіциту кисню – розрахунок гарантує, що за певного водообміну та за збереження допустимого вмісту кисню на виході зі ставу (не менше 7 мг/л), годівля не призведе до замору риби;

- адаптивність – легко дозволяє перерахувати норму годівлі за зміни вмісту розчинного у воді кисню, величини водообміну та калорійності корму;

- простота практичного використання – рахунок зводиться до простих множень і ділення (всі коефіцієнти вже є у формулі);

- універсальність – підходить як для басейнових, так і для ставових форелевих господарств із проточною водою. Дозволяє визначити величину добового раціону для будь-яких розмірно-вагових груп форелі.

Проте, метод Віллоубі дозволяє визначити тільки максимальну норму корму, яку можна згодовувати форелі без ризику дефіциту кисню, а не оптимальну норму корму для її запланованого приросту. Тому його слід використовувати разом із іншими методами. Окрім того, метод не враховує фактичну швидкість росту різних вікових груп форелі.

Висновки

Визначення добової норми годівлі форелі – це не просто технічний розрахунок, а комплексний підхід, що має ключове значення для ефективного та сталого ведення рибного господарства. Правильно розрахована кількість корму дозволяє досягти високих темпів росту форелі, сформувати у неї міцний імунітет, запобігти захворюванням, покращити якість товарної продукції, раціонально використовувати корми, ефективно планувати обсяги виробництва та продажу товарної продукції, а також сприяє збереженню екологічного балансу у ставках.

Усі наявні таблиці та формули для визначення добової норми годівлі форелі слід розглядати лише як орієнтовні. Це зумовлено тим, що вони враховують лише обмежене коло показників, таких як маса риби,

температура води, вміст розчинного у воді кисню, поживна цінність корму. Водночас, у реальних умовах функціонування рибного господарства на ефективність годівлі впливають й інші чинники, які залишаються поза межами розрахункових моделей. До них належать якісний склад води, щільність посадки, активність, стан здоров'я риби, а також технологічні особливості систем вирощування. Саме тому практичне використання таких розрахункових рекомендацій потребує коригування на основі безпосередніх спостережень за поведінкою риби, споживанням нею корму та адаптації до конкретних умов господарства.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Barani, H. K., Dahmardeh, H., Miri, M., & Rigi, M. (2019). The effects of feeding rates on growth performance, feed conversion efficiency and body composition of juvenile snow trout, *Schizothorax zarudnyi*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(3), 507–516. DOI: 10.22092/ijfs.2019.118285.
- Bobel', I. Ju., Pivtorak, Ja. I., & Petryshak, R. A. (2018). *Ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja tovarnoi' foreli u fermers'kyh gospodarstvah Zahidnoi' Ukrainy za umov godivli kormamy Aller Aqua*. *Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologij imeni S. Z. G'zhyc'kogo*. Serija : Sil's'kogospodars'ki nauky, 20(89), 71–74. DOI: 10.32718/nvlvet8913 (in Ukrainian).
- Bobel, I. Yu., & Pivtorak, Ya. I. (2018). *Stratehiia efektyvnosti hodivli foreli kormamy Aller aqua*. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi' medytsyny ta biotekhnolohii*. Serija: Sil's'kogospodars'ki nauky, 20(89), 88–92. DOI: 10.15421/nvlvet8416 (in Ukrainian).
- Bozhyk, V. J., & Bozhyk, O. V. (2020). *Osoblyvosti tehnologii' vyroshhuvannja rajduzhnoi' foreli u PP Zahidna rybna kompanija, za godivli kombikormamy Aguafeed Fischfutter*. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi' medytsyny ta biotekhnolohii*. Serija: Sil's'kogospodars'ki nauky, 22(93), 142–147. DOI: 10.32718/nvlvet-a9324 (in Ukrainian).
- Buterbaugh, G. L., & Willoughby, H. (1967). *A Feeding Guide for Brook, Brown, and Rainbow Trout*. *The Progressive Fish-Culturist*, 29, 210–215. DOI: 10.1577/1548-8640(1967)29[210:AFGFBB]2.0.CO;2.
- Caramel, B., Moraes, M., Carmo, C., Vaz-dos-Santos, A., Tabata, Y., Osti, J., Ishikawa, C., Cerqueira, S., & Mercante, C. (2014). Water Quality Assessment of a Trout Farming Effluent, Bocaina, Brazil. *Journal of Water Resource and Protection*. 6(6), 909–915. DOI: 10.4236/jwarp.2014.610086.
- Chowdhury, A., Kabir, K. H., McQuire, M., & Burea, D. P. (2025). *The dynamics of digital technology adoption in*

- rainbow trout aquaculture: exploring multi-stakeholder perceptions in Ontario using Q methodology and the theory of planned behaviour. *Aquaculture*, 594, 741460. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2024.741460.
- D'Agaro, E., Gibertoni, P., & Esposito, S. (2022). Recent Trends and Economic Aspects in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sector. *Applied Sciences*, 12(17), 8773. DOI: 10.3390/app12178773.
- Deuel, C. R., Haskell, D. C., Brockway, D. R., & Kingsbury, O. R. (1952). New York State Fish Hatchery feeding chart. 3rd edition. New York Conservation Department, Albany, N. Y.
- Gryczynjak, I. I. (2007). Naukovo-praktychni osnovy racional'noi' godivli ryb. *Rybka moja*, Kyi'v (in Ukrainian).
- Haskell, D. C. (1959). Trout growth in hatcheries. *New York Fish and Game Journal*, 6(2), 204–237.
- Jean-Marc, R., Alexis, G., Dominique, H., Martine, P., Marc, R., & Hervé, L. B. (2018). Feeding the river: The fate of feed-pellet-derived material escaping from land-based trout farms. *Aquaculture*, 495, 172–178. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.05.050.
- Jegorov, B. V., & Figurs'ka, L. V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnyctva u rybovodnyh gospodarstvah Ukrainy. *Zernovi produkty i kombikormy*, 2, 37–39 (in Ukrainian).
- Kamalam, B. S., Rajesh, M., & Sadasivam, K. (2020). Nutrition and Feeding of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). In book: *Fish nutrition and its relevance to human health*. CRC Press, Taylor and Francis Group. Chapter 12, 299–332. DOI: 10.1201/9781003107583-12.
- Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskiy, O., Khomiak, O., Dunaievska, O., Rud, O., Kutscon, L., Chemerys, V., Gutyj, B., Fijalovych, L., Vavrysevych, J., Todoriuk, V., Leskiv, K., Husar, P., & Khumynets, P. (2020). Changes in the biochemical status of common carp juveniles (*Cyprinus carpio* L.) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 137–147. DOI: 10.15421/2020_181.
- Motaghed, M., Moghadam, A. D., & Seyedan, S. M. (2025). Analysis of economic indicators of trout farm fisheries (Case study: Hamedan Province). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 34(1), 37–49. DOI: 10.22092/ISFJ.2025.133370.
- Njue, J. N., & Macharia, D. (2015). Factors Affecting the Development of Rainbow Trout Fish Aquaculture: Case of Mathira West District, Nyeri County Kenya. *International Journal of Humanities and Social Science*, 5(6), 161–170.
- Phillips, A. M. (1970). *Manual of fish culture. Trout feeds and feeding*. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Washington.
- Sidoruk, M., & Cymes, I. (2018). Effect of Water Management Technology Used in Trout Culture on Water Quality in Fish Ponds. *Water*, 10(9), 1264. DOI: 10.3390/w10091264.
- Singh, A. K., & Srivastava, S. C. (2021). Improved feeding strategy to optimize growth and biomass for up-scaling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) farming in Himalayan region. *Aquaculture*, 542, 736851. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.736851.
- Stoyanova, S., Staykov, Y., Zhelyazkov, G., Sirakov, I., & Nikolov, G. (2016). Fish production and some traits of meat quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed in different production systems. *Agricultural Science and Technology*, 8, 346–350. DOI: 10.15547/ast.2016.04.067.
- Vodianitskyi, O., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Khomiak, O., Khudiyash, Y., Prsyazhniuk, N., Rud, O., Sliusarenko, A., Zagoruy, L., Gutyj, B., Dushka, V., Maxym, V., Dadak, O., & Liublin, V. (2020). Effect of reservoir temperature and oxygen conditions on the activity of Na-K pump in embryos and larvae of perch, roach, and ruffe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 184–189. DOI: 10.15421/2020_83.