

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:

Завідувач кафедри водних біоресурсів
та аквакультури

доктор біологічних наук,

професор _____ Роман НОВІЦЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр на тему:

«Ефективність технології вирощування райдужної форелі

(*Oncorhynchus mykiss*) в Німеччині»

Здобувач першого (бакалаврського)

рівня вищої освіти

_____ Богдан ЧОРНОМОРЕЦЬ

Керівниця

кваліфікаційної роботи,

канд. біол. наук, доцентка

_____ Алла БУЛЕЙКО

Дніпро – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет
Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри,
д. б. н., проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
“ _____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу
Чорноморець Богдану Дмитровичу

1. Тема роботи: Ефективність технології вирощування райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) в Німеччині

Затверджена наказом по університету від “09” квітня 2026 р. № 723

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи “01” червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: вихідними даними роботи була ефективність технології вирощування райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) в Німеччині

Короткий зміст роботи (перелік питань, що розробляються в роботі):
Вступ, Літературний огляд, Матеріали і методи дослідження, Результати власних досліджень, Ефективність виробництва як економічна складова, Охорона водойм в Німеччині, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Висновки, Пропозиції, Список використаних джерел

Перелік графічного матеріалу: таблиць – 9, рисунків – 7.

Консультанти з роботи, з зазначенням розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Проведення власних досліджень	Доцентка Алла БУЛЕЙКО		

4. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2026 р.

Керівниця _____ Алла БУЛЕЙКО

Здобувач _____ Богдан ЧОРНОМОРЕЦЬ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теми роботи. Отримання завдання	Листопад 2025р.	
2.	Опрацювання літературних джерел	грудень-січень 2026р.	
3.	Проведення власних досліджень	Лютий-березень 2026р.	
4.	Опрацювання результатів власних досліджень	Квітень 2026р.	
5.	Робота з науковим керівником, опрацювання матеріалів	Квітень	
6.	Підведення підсумків роботи та формування висновків	Травень 2026р.	
7.	Оформлення роботи до захисту та підготовка презентації	Червень 2026р.	
8.	Захист дипломної роботи	Червень 2026р.	

Здобувач вищої освіти _____ Богдан ЧОРНОМОРЕЦЬ

Керівниця роботи _____ Алла БУЛЕЙКО

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр здобувача першого (бакаларського) рівня вищої освіти здобувача групи ВБАС-23

Богдана ЧОРНОМОРЦЯ на тему: **«Ефективність технології вирощування райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) в Німеччині»**

Метою роботи є вивчення Ефективності технології вирощування райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) в Німеччині.

Для досягнення мети виконували наступні завдання:

1. Охарактеризувати еколого-біологічні особливості райдужної форелі як об'єкта аквакультури.
2. Проаналізувати основні умови вирощування райдужної форелі в Німеччині.
3. Розглянути технологічні підходи до розведення, годівлі та утримання райдужної форелі.
4. Оцінити виробничі показники форелевих господарств Німеччини.
5. Проаналізувати економічну ефективність виробництва райдужної форелі.
6. Визначити основні екологічні ризики, пов'язані з вирощуванням форелі.
7. Розглянути заходи охорони водойм і безпеки праці у форелевих господарствах.
8. Сформулювати практичні пропозиції щодо підвищення ефективності технології вирощування райдужної форелі.

Кваліфікаційна робота містить 67 сторінок машинописного тексту, вміщує 9 таблиць, 5 рисунків та 43 джерела (22 англomовних), складається з розділів: Вступ, Літературний огляд, Матеріали і методи дослідження, Результати власних досліджень, Ефективність виробництва як економічна складова, Охорона водойм в Німеччині, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Висновки, Пропозиції.

Ключові слова: райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*), ефективність технології вирощування, аквакультура Німеччини, форелеве господарство, економічна ефективність виробництва.

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 2. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
2.1. Еколого-біологічні особливості райдужної форелі (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	9
2.2. Особливості умов вирощування райдужної форелі в Німеччині	13
2.3. Експортний потенціал райдужної форелі в Німеччині	18
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
4.1. Оцінка ефективності технології вирощування райдужної форелі в Німеччині	27
4.2. Статистика виробництва, експорту та імпорту форелевої продукції в Німеччині	31
РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯК ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА	37
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ВОДОЙМ В НІМЕЧЧИНІ.....	44
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
7.1. Охорона праці на виробництві.....	47
7.2. Безпека під час виконання роботи.....	49
7.3. Дії у надзвичайних ситуаціях.....	50
ВИСНОВКИ.....	53
ПРОПОЗИЦІЇ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Аквакультура є одним із важливих напрямів сучасного рибного господарства, оскільки забезпечує стабільне виробництво цінної харчової продукції та зменшує навантаження на природні популяції риб. У країнах Європи цей напрям має не лише продовольче, а й економічне значення, особливо для регіонів, де розвинені малі та середні рибницькі господарства. Серед об'єктів прісноводної аквакультури особливе місце займає райдужна форель, яка характеризується швидким ростом, високою якістю м'яса, добрим пристосуванням до контрольованих умов вирощування та стабільним попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*) є одним із найпоширеніших видів лососевих риб, які вирощуються в умовах інтенсивної та напівінтенсивної аквакультури. Її біологічні особливості дають змогу використовувати різні технологічні підходи до виробництва: ставкове вирощування, басейнові системи, проточні канали та рециркуляційні аквакультурні установки. Ефективність цих технологій залежить від комплексу чинників, серед яких важливе значення мають якість води, температурний режим, концентрація розчиненого кисню, щільність посадки, повноцінність годівлі, ветеринарний контроль і дотримання вимог до добробуту риб.

У Німеччині форелівництво є традиційною складовою прісноводної аквакультури. Вирощування райдужної форелі здійснюється переважно у спеціалізованих господарствах, які поєднують виробничу ефективність із вимогами екологічної безпеки. Значна увага приділяється контролю якості води, зменшенню забруднення водойм, раціональному використанню кормів і впровадженню технологій, що дозволяють підвищити продуктивність без надмірного навантаження на водні екосистеми. Саме тому досвід Німеччини є важливим для аналізу сучасних підходів до вирощування райдужної форелі в умовах європейського рибного господарства.

Актуальність теми зумовлена необхідністю комплексної оцінки технології вирощування райдужної форелі з урахуванням біологічних,

виробничих, економічних та екологічних аспектів. У сучасних умовах ефективність аквакультурного виробництва не може визначатися лише кількістю отриманої продукції. Важливими є також якість риби, витрати на корми та енергоресурси, рівень виживаності молоді, темпи росту, стабільність виробничого процесу, дотримання природоохоронних норм і безпечність кінцевої продукції для споживача.

Особливого значення набуває питання впливу умов вирощування на продуктивність і фізіологічний стан райдужної форелі. Відхилення температури води від оптимальних значень, дефіцит кисню, надмірна щільність посадки або незбалансована годівля можуть спричиняти стрес, зниження темпів росту, погіршення засвоєння корму та підвищення ризику захворювань. Тому ефективна технологія вирощування має ґрунтуватися на постійному контролі середовища, правильній організації годівлі, профілактиці хвороб і своєчасному коригуванні виробничих параметрів.

Екологічний аспект форелівництва також є важливою складовою дослідження. Інтенсивне вирощування риби може супроводжуватися накопиченням органічних речовин, залишків корму, продуктів обміну та сполук азоту у водному середовищі. За відсутності належного контролю це може негативно впливати на стан водойм і якість водних біоресурсів. У зв'язку з цим охорона водойм, очищення стічних вод, раціональне використання кормів і дотримання екологічних нормативів є необхідними умовами сталого розвитку форелевого господарства.

Мета роботи полягає в оцінці ефективності технології вирощування райдужної форелі у Німеччині з урахуванням біологічних особливостей виду, виробничих показників, економічної доцільності та екологічної безпеки аквакультурного виробництва.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконати такі завдання:

1. Охарактеризувати еколого-біологічні особливості райдужної форелі як об'єкта аквакультури.

2. Проаналізувати основні умови вирощування райдужної форелі в Німеччині.

3. Розглянути технологічні підходи до розведення, годівлі та утримання райдужної форелі.

4. Оцінити виробничі показники форелевих господарств Німеччини.

5. Проаналізувати економічну ефективність виробництва райдужної форелі.

6. Визначити основні екологічні ризики, пов'язані з вирощуванням форелі.

7. Розглянути заходи охорони водойм і безпеки праці у форелевих господарствах.

8. Сформулювати практичні пропозиції щодо підвищення ефективності технології вирощування райдужної форелі.

Об'єктом дослідження є процес вирощування райдужної форелі в умовах аквакультурного виробництва Німеччини.

Предметом дослідження є технологічні, біологічні, виробничі, економічні та екологічні чинники, що визначають ефективність вирощування райдужної форелі в німецьких рибницьких господарствах.

Методи дослідження включають аналіз наукової літератури, узагальнення статистичних даних, порівняння технологічних підходів, оцінку виробничих показників, табличне та графічне представлення результатів. Також передбачається використання аналітичного методу для визначення зв'язку між умовами вирощування, продуктивністю риби, економічною результативністю та екологічною безпекою виробництва.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання її результатів для оцінки сучасного стану форелівництва в Німеччині, визначення чинників підвищення продуктивності господарств і формування рекомендацій щодо раціонального та екологічно безпечного вирощування райдужної форелі. Отримані узагальнення можуть бути корисними для порівняння європейського досвіду з умовами розвитку аквакультури в Україні.

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2.1. Еколого-біологічні особливості райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)

Райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*) є одним із найцінніших представників родини лососевих, який широко використовується у прісноводній та частково морській аквакультурі. Її господарське значення пояснюється поєднанням кількох біологічних властивостей: швидкого росту, високої пластичності до умов утримання, доброї засвоюваності кормів, високої харчової цінності м'яса та здатності формувати товарну масу в умовах контрольованого вирощування. Вид добре реагує на інтенсивні технології, але водночас залишається чутливим до змін температури, кисневого режиму, щільності посадки, якості води та стресових чинників середовища.

За екологічними вимогами райдужна форель належить до холодноводних риб. Найкращі умови для її росту формуються у чистій, добре насиченій киснем воді з помірною температурою. Оптимальний температурний діапазон для активного живлення, нормального обміну речовин і росту зазвичай пов'язують із межами близько 10-18 °C. За підвищення температури понад оптимальні значення зростає інтенсивність метаболізму, збільшується потреба в кисні, погіршується фізіологічний стан і знижується стійкість до додаткових стресових факторів [1]. Саме тому температура води є одним із провідних екологічних чинників, які визначають можливість стабільного вирощування форелі у господарствах.

Температурна чутливість райдужної форелі має не лише виробниче, а й біологічне значення. За умов потепління клімату холодноводні види частіше стикаються з короткочасними тепловими хвилями, добовими коливаннями температури та погіршенням кисневого режиму. Високі температури можуть пригнічувати апетит, знижувати активність травних ферментів, посилювати окиснювальний стрес і впливати на імунні реакції. Водночас райдужна форель здатна проявляти певну фізіологічну пластичність. Попередня адаптація до

підвищеної температури та підтримка антиоксидантного захисту можуть поліпшувати виживаність і зменшувати негативний вплив теплового стресу.

Важливою особливістю виду є внутрішньовидова мінливість термотолерантності. Окремі лінії та популяції райдужної форелі можуть відрізнятися за температурними перевагами, швидкістю росту при вищій температурі та здатністю переносити теплове навантаження. Це свідчить про наявність генетичних і фізіологічних механізмів адаптації до різних умов середовища. Для аквакультури така особливість має практичне значення, оскільки добір більш стійких ліній може підвищувати стабільність виробництва у регіонах, де температура води періодично наближається до верхніх допустимих меж [2].

Не менш важливим чинником є концентрація розчиненого кисню. Райдужна форель має високі потреби в кисні, що пов'язано з активним способом життя, інтенсивним обміном речовин і швидким ростом. Зниження концентрації кисню у воді швидко позначається на поведінці, споживанні корму та енергетичному балансі риби. За умов гіпоксії зменшується кормова активність, уповільнюється приріст маси, знижується споживання кисню та погіршується засвоєння поживних речовин. Тривалий дефіцит кисню також може впливати на склад тіла, накопичення енергії та ефективність використання корму [3].

Кисневий режим тісно пов'язаний із температурою води. Тепліша вода містить менше розчиненого кисню, тоді як сама риба за підвищеної температури потребує його більше. Через це поєднання теплового навантаження і нестачі кисню є особливо небезпечним для райдужної форелі. Такий комплексний стрес може спричиняти втрату рівноваги, зниження виживаності, порушення роботи травної та імунної систем. Стійкість до гіпоксії та гіпертермії не завжди збігається, оскільки це різні фізіологічні ознаки. Окремі лінії можуть краще переносити низький кисень, але не мати такої самої стійкості до високої температури, або навпаки [4].

Живлення райдужної форелі залежить від віку, маси тіла, температури води, насиченості киснем і загального фізіологічного стану. За сприятливих умов вид активно споживає високобілкові корми, добре засвоює поживні речовини і швидко нарощує масу. Однак кормова активність не є сталою величиною. Вона зменшується при гіпоксії, тепловому стресі, надмірній щільності посадки та погіршенні якості води. Це має безпосередній вплив на конверсію корму, собівартість продукції та загальну ефективність вирощування. Тому годівля форелі не може розглядатися окремо від умов середовища, оскільки навіть якісний корм не забезпечує високого приросту за дефіциту кисню або температурного стресу.

Райдужна форель характеризується високою чутливістю до щільності посадки. У виробничих умовах цей показник має подвійне значення. З одного боку, підвищення щільності дає змогу інтенсивніше використовувати виробничі площі та об'єм води. З іншого боку, надмірна концентрація риби посилює конкуренцію за кисень і корм, збільшує контакт між особинами, підвищує ризик травмування, стресу та поширення патогенів. Вплив щільності посадки особливо помітний на ранніх етапах розвитку, коли молодь швидко росте, але ще має обмежені адаптаційні можливості. За високої щільності може знижуватися кінцева маса тіла, специфічна швидкість росту та виживаність, а також змінюватися стан кишкової мікробіоти [5].

Кишкова мікробіота є важливою складовою еколого-біологічної характеристики райдужної форелі. Вона бере участь у перетравленні корму, засвоєнні поживних речовин, формуванні імунної відповіді та підтриманні бар'єрної функції кишечника. Її склад залежить від корму, якості води, щільності посадки, віку риби та умов утримання. Порушення мікробного балансу може бути ранньою ознакою стресу навіть тоді, коли зовнішні прояви погіршення стану риби ще незначні. Тому в сучасному форелівництві оцінка здоров'я риби дедалі частіше охоплює не лише приріст і виживаність, а й стан кишечника, печінки, зябер і мікробних угруповань водного середовища.

Зябра райдужної форелі виконують кілька життєво важливих функцій: газообмін, осморегуляцію, виділення продуктів обміну та підтримання кислотно-лужної рівноваги. Через безпосередній контакт із водним середовищем вони швидко реагують на зміну якості води, концентрації кисню, вмісту завислих речовин, амонійного азоту та інших чинників. Порушення структури або функції зябер призводить до зниження ефективності дихання, погіршення іонного балансу та ослаблення загального фізіологічного стану. Це пояснює, чому контроль якості води є критичним елементом технології вирощування форелі.

Еколого-біологічна пластичність райдужної форелі проявляється у здатності певною мірою пристосовуватися до змін середовища. Проте ця пластичність має межі. Короткочасне відхилення температури або кисневого режиму може компенсуватися фізіологічними механізмами, але тривалий або комбінований стрес виснажує адаптаційні ресурси організму. Особливо небезпечним є поєднання високої температури, низького кисню, надмірної щільності посадки та інтенсивної годівлі. У таких умовах підвищується ризик погіршення росту, зниження імунної стійкості та виникнення патологічних змін у тканинах.

Біологічна цінність райдужної форелі як об'єкта аквакультури пов'язана також із можливістю селекційного поліпшення. Генетична мінливість за ознаками росту, стійкості до гіпоксії, термотолерантності та якості продукції створює передумови для формування продуктивних ліній, пристосованих до конкретних умов господарства. Перспективним напрямом є добір риби, яка краще переносить теплові коливання і короткочасний дефіцит кисню. Це особливо актуально для країн Європи, де зміна клімату може впливати на температуру поверхневих і проточних вод, а також на стабільність традиційних форелевих господарств [2].

Отже, райдужна форель є високопродуктивним, але вимогливим до умов середовища видом. Її успішне вирощування залежить від підтримання оптимальної температури, достатнього рівня розчиненого кисню, раціональної

щільності посадки, збалансованої годівлі та стабільної якості води. Еколого-біологічні особливості виду свідчать, що технологія вирощування повинна бути побудована не лише на прагненні отримати максимальну кількість продукції, а й на розумінні фізіологічних меж організму. Для Німеччини, де форелівництво поєднує виробничі, екологічні та нормативні вимоги, такий підхід є особливо важливим.

2.2. Особливості умов вирощування райдужної форелі в Німеччині

Райдужна форель у Німеччині вирощується переважно в умовах прісноводної аквакультури, де головне значення мають стабільне водопостачання, якість води, температурний режим, достатня концентрація розчиненого кисню та контроль щільності посадки. Для німецького форелівництва характерне поєднання традиційних проточних господарств із сучасними підходами до оцінки добробуту риби, екологічного навантаження та ефективності використання ресурсів. Такий підхід пояснюється тим, що продуктивність господарства залежить не лише від кількості отриманої продукції, а й від умов, у яких риба росте протягом усього виробничого циклу.

Основою вирощування форелі в Німеччині залишаються проточні системи. У таких господарствах вода надходить із природних джерел, струмків або річкових ділянок, проходить через виробничі басейни чи канали та відводиться за межі господарства після використання. Ця технологія є поширеною для регіонів із доступом до холодної, добре насиченої киснем води. Її перевагою є постійне оновлення середовища, винесення продуктів обміну та підтримання умов, близьких до природних потреб лососевих риб.

Проточна система дає можливість зменшувати накопичення органічних речовин, залишків корму та сполук азоту. Водночас вона значною мірою залежить від стану водного джерела. Сезонні коливання температури, зміна об'єму води, літнє маловоддя, локальне забруднення водозбору або недостатній водообмін можуть обмежувати інтенсивність вирощування. Тому у форелевих

господарствах важливо постійно контролювати не тільки кількість води, а й її фізико-хімічні показники.

Німецькі господарства істотно відрізняються між собою за конструкцією виробничих ємностей, інтенсивністю водообміну, щільністю посадки, частотою годівлі та якістю води. Через це умови вирощування не можна звести до однієї універсальної моделі. У практиці можуть використовуватися земляні ставки, бетоновані басейни, проточні канали, круглі ємності, а також частково контрольовані системи з додатковою аерацією або механічним очищенням. Конкретна технологічна схема залежить від водного ресурсу, рельєфу місцевості, розміру господарства та виробничої спеціалізації.

Одним із головних чинників ефективного вирощування є водообмін. За достатнього надходження свіжої води підтримується кисневий режим, зменшується концентрація продуктів обміну та створюються кращі умови для росту. Якщо водообмін обмежений, у системі можуть накопичуватися амоній, аміак, нітрити, нітрати та завислі речовини. Це не завжди одразу спричиняє загибель риби, але може призводити до хронічного стресу, зниження приросту, погіршення зовнішнього стану та підвищення чутливості до захворювань.

У комерційних проточних системах Німеччини встановлено зв'язок між умовами утримання, якістю води та показниками добробуту форелі. Обмежене водопостачання, менша кількість води на одиницю маси риби, триваліший повний водообмін, вища щільність посадки та частіша годівля можуть погіршувати стан середовища. Це проявляється через зниження рівня кисню, підвищення температури, збільшення вмісту азотистих сполук і каламутності води [6].

Щільність посадки є важливим технологічним показником, який безпосередньо впливає на продуктивність і фізіологічний стан риби. У помірних межах вища щільність дає змогу ефективніше використовувати виробничий об'єм, але її збільшення потребує кращого водообміну, аерації та контролю якості води. Якщо ці умови не забезпечені, зростає конкуренція за кисень і корм, посилюється контакт між особинами, підвищується ризик

травмування плавців, порушується поведінка та формується хронічне стресове навантаження.

Для німецького форелівництва важливою особливістю є увага до добробуту риби. У сучасних умовах добробут розглядається як частина ефективності виробництва, оскільки стрес, ушкодження шкіри, плавців, зябер або очей можуть негативно впливати на ріст, виживаність і товарну якість продукції. Практична оцінка добробуту ґрунтується на зовнішніх ознаках стану риби, поведінці, активності, частоті ушкоджень, наявності деформацій і загальному фізіологічному стані.

У проточних господарствах особливо часто оцінюють стан плавців, шкіри, очей і зябер. Такі показники зручні для виробничого контролю, оскільки їх можна визначати без складного лабораторного обладнання. Висока частота ушкоджень плавців або шкіри може свідчити про надмірну щільність посадки, недостатній водообмін, механічний контакт із конструкціями басейну, агресивну взаємодію між рибами або інші порушення умов утримання. Через це зовнішній стан риби є не лише ветеринарним, а й технологічним показником.

Оцінка добробуту у форелевих господарствах Німеччини також пов'язана з дослідженням хронічного стресу. Для цього можуть використовуватися фізіологічні маркери, зокрема рівень кортизолу в лусці. Підвищення цього показника пов'язують із тривалим впливом несприятливих умов. У комерційних проточних системах виявлено позитивний зв'язок між рівнем кортизолу та ушкодженнями плавців, що підтверджує значення зовнішніх морфологічних ознак як індикаторів якості утримання.

Важливим елементом умов вирощування є конструкція виробничого середовища. Для форелі має значення не лише хімічний склад води, а й характер її руху, форма ємності, глибина, можливість плавальної активності та рівномірний розподіл риби у просторі. У природних умовах лососеві риби пристосовані до водотоків із певною течією, тому повністю застійне або малорухоме середовище не завжди є оптимальним для їхньої поведінки та фізичного розвитку.

У німецьких дослідженнях розглядали вирощування молоді форелі у земляних ставках із додатково створеною течією. Формування спрямованого руху води за допомогою технічних засобів забезпечувало умови для добровільної плавальної активності. Такий підхід може впливати на приріст, фізіологічний стан і склад тіла риби. Водночас застосування течії повинно бути обґрунтованим, оскільки надмірна швидкість води збільшує енергетичні витрати організму, а недостатня циркуляція не дає помітного виробничого ефекту [7].

На ранніх етапах вирощування значення має також збагачення середовища. У традиційних системах молодь часто утримують у простих, однорідних ємностях, де майже немає фізичних структур. Додавання окремих елементів може змінювати поведінку риби, знижувати негативний вплив одноманітного середовища та підтримувати окремі імунні показники. Проте такі рішення повинні бути практичними для господарства, не погіршувати санітарний стан і не ускладнювати очищення.

У дослідях, проведених у Німеччині, порівнювали різні типи збагачення середовища для молоді форелі. Використання вертикальних структур у вигляді підвішених елементів виявилось практичнішим, ніж горизонтальне збагачення гравієм, оскільки такі конструкції легше очищувати від залишків корму та продуктів обміну. За підвищеної щільності посадки вертикальне збагачення підтримувало окремі імунні показники, що вказує на можливість його використання як додаткового елементу поліпшення умов утримання [8].

Годівля є одним із центральних чинників вирощування форелі. Вона визначає темпи росту, кормову конверсію, собівартість продукції та екологічне навантаження на водне середовище. У проточних системах надлишок корму та продукти обміну швидко потрапляють у стічну воду, тому точність годівлі має пряме значення для охорони водойм. Надмірна годівля може збільшувати вміст органічних речовин, азоту і фосфору, а недостатня або незбалансована годівля погіршує ріст і знижує ефективність виробництва.

Для умов Німеччини важливо, що кормова стратегія розглядається не лише як фактор продуктивності, а й як складова екологічної оцінки виробництва. На загальну ефективність впливають склад корму, його засвоюваність, коефіцієнт кормової конверсії, вміст білка, використання рибного борошна та енергетичні витрати господарства. Тому раціональна годівля повинна поєднувати високу поживну цінність корму з мінімізацією втрат у водне середовище [9].

Окреме місце у німецькому форелівництві займають рециркуляційні системи. Вони дають можливість точніше контролювати температуру, кисень, рН, амоній, нітрити, нітрати та санітарний стан води. Такі системи зменшують залежність від постійного притоку природної води, але потребують складного технічного забезпечення, стабільного енергопостачання, ефективної роботи біофільтрів і постійного моніторингу. Для форелі це має значення, оскільки навіть короточасний збій у роботі аерації або очищення може швидко погіршити умови утримання.

Порівняно з традиційними проточними системами, рециркуляційні установки забезпечують вищий рівень контролю, але є більш чутливими до технічних помилок. У таких умовах накопичення органічних речовин, порушення роботи біофільтра або зниження кисню можуть мати швидкі негативні наслідки. Тому використання рециркуляційних технологій потребує вищої технологічної дисципліни та кваліфікованого обслуговування.

Умови вирощування форелі в Німеччині формуються також під впливом природоохоронних вимог. Господарства мають враховувати якість води, стан приймальних водойм, обмеження щодо скидів і необхідність зменшення впливу на водні екосистеми. Це особливо важливо для проточних систем, у яких вода після проходження через виробничі ємності повертається у природне середовище. Тому ефективна технологія повинна поєднувати продуктивність із очищенням стічної води, раціональною годівлею, контролем щільності посадки та профілактикою хвороб.

Отже, вирощування райдужної форелі в Німеччині ґрунтується на поєднанні стабільного холодноводного забезпечення, ефективного водообміну, контролю якості води, раціональної щільності посадки, точної годівлі та оцінки добробуту риби. Найбільш характерними для німецьких господарств є проточні системи, проте поряд із ними розвиваються підходи, пов'язані з рециркуляцією води, збагаченням середовища, покращенням просторової організації та зменшенням екологічного навантаження. Ефективність таких господарств визначається не окремим технологічним прийомом, а узгодженістю всієї системи, у якій вода, корм, конструкція басейнів, поведінка риби та санітарний контроль взаємопов'язані між собою.

2.3. Експортний потенціал райдужної форелі в Німеччині

Експортний потенціал райдужної форелі в Німеччині формується на перетині трьох чинників: внутрішнього виробництва, попиту на ринку Європейського Союзу та здатності продукції відповідати вимогам споживачів щодо якості, походження, добробуту риби й екологічної безпеки. Для Німеччини цей напрям має специфічний характер, оскільки країна є не лише виробником форелевої продукції, а й значним імпортером риби та рибних товарів. Через це експортний потенціал не можна розглядати тільки як можливість збільшення фізичного обсягу продажів за кордон. Його доцільніше оцінювати через конкурентоспроможність продукції, її цінову нішу, стабільність поставок, близькість до європейських ринків і здатність виробників пропонувати продукцію з доданою вартістю.

У 2024 році в Німеччині було вироблено близько 16,7 тис. т риби в аквакультурі, з яких форелеві та споріднені лососеві риби становили 9,8 тис. т. Виробництво райдужної форелі дорівнювало приблизно 5,4 тис. т. Це підтверджує її важливе місце у структурі німецької прісноводної аквакультури, але водночас показує обмеженість сировинної бази для великого експорту [10].

Експортний потенціал Німеччини в цьому сегменті має переважно регіональний характер. Основними напрямками збуту є сусідні або близькі

європейські країни, де логістичні витрати нижчі, а продукція може зберігати товарну якість без тривалого транспортування. За даними WITS/UN Comtrade, у 2024 році Німеччина експортувала живу форель переважно до Австрії, Швейцарії, Нідерландів, Данії та Чехії. Свіжа або охолоджена продукція постачалася головно до Нідерландів, Данії, Латвії, Швейцарії та Польщі, а заморожена форель найбільше експортувалася до Польщі, Австрії, Нідерландів, Чехії та Данії [11].

Таблиця 2.1

Зовнішня торгівля Німеччини форелевою продукцією у 2024 році

Категорія продукції	Код HS	Експорт, т	Експорт, млн дол. США	Імпорт, т	Імпорт, млн дол. США	Торговельне сальдо, млн дол. США
Жива форель	030191	472,2	2,73	5716,5	26,71	-23,97
Свіжа або охолоджена форель	030211	450,1	3,24	1983,9	12,85	-9,62
Заморожена форель	030321	1572,1	9,35	6513,8	38,84	-29,50
Разом за трьома категоріями		2494,4	15,32	14214,2	78,40	-63,09

Наведені дані свідчать, що Німеччина має від'ємне торговельне сальдо за основними товарними категоріями форелі. Імпорт суттєво перевищує експорт як за масою, так і за вартістю. Найбільший розрив спостерігається у замороженій продукції, де імпорт у 2024 році становив понад 6,5 тис. т, а експорт близько 1,6 тис. т. За свіжою або охолодженою фореллю імпорт також був вищим, майже 2,0 тис. т проти 0,45 тис. т експорту. Це означає, що внутрішній ринок Німеччини залишається містким і потребує додаткових поставок з інших країн [12].

Від'ємне сальдо не означає відсутності експортного потенціалу. Навпаки, воно показує, що німецький ринок інтегрований у європейську торгівлю форелевою продукцією. Частина продукції імпортується для внутрішнього

споживання, частина може надходити для переробки або перепродажу. Однак для власних виробників це створює конкурентне середовище, у якому важко нарощувати експорт тільки за рахунок масового виробництва [13]. Потенціал більшою мірою пов'язаний із продукцією високої якості, локальним походженням, свіжістю, сертифікацією, органічним виробництвом і дотриманням стандартів добробуту.

Роль доданої вартості особливо важлива для невеликих та середніх господарств. Європейські ланцюги аквакультурної продукції залежать не лише від обсягу виробництва, а й від здатності виробника відповідати вимогам ринку: стабільній якості, простежуваності походження, санітарним нормам, екологічним стандартам і очікуванням споживачів [14]. Для німецьких господарств це означає, що конкурентна перевага може формуватися не через дешеву сировину, а через надійність, контроль виробництва та репутацію продукції.

Попит на форелеву продукцію в Німеччині й сусідніх країнах має значення для оцінки експорту. Німецькі споживачі звертають увагу на походження риби, спосіб виробництва та інформацію про сталість. У виборі філе форелі походження з Німеччини мало сильніший позитивний ефект, ніж походження з Данії або Туреччини. Це свідчить про перевагу локального або близького виробництва на внутрішньому ринку. Для експорту така особливість має подвійне значення. З одного боку, локальний патріотизм споживачів обмежує попит на іноземну продукцію в кожній країні. З іншого боку, німецьке походження може бути перевагою на сусідніх ринках, де продукція асоціюється з контролем якості, простежуваністю і європейськими стандартами.

Важливою умовою експортної привабливості є довіра до аквакультури. У Німеччині ставлення до аквакультурної продукції залежить від віку, освіти, частоти споживання риби та рівня обізнаності. Молодші споживачі й жінки загалом рідше споживали морепродукти та нижче оцінювали сталість аквакультури, тоді як вищий рівень освіти був пов'язаний із позитивнішим ставленням до такого виробництва [15]. Це важливо для експортного

потенціалу, оскільки просування форелі на зовнішніх ринках потребує не лише самої поставки продукції, а й комунікації щодо способу вирощування, екологічних переваг, добробуту риби та якості кормів.

Органічна та сертифікована продукція може бути одним із напрямів посилення конкурентоспроможності. Для німецьких споживачів інформація про добробут риби підвищувала привабливість органічної форелі та готовність платити більше за таку продукцію [16]. Це має пряме значення для експортної стратегії. Якщо виробник не може конкурувати з великими постачальниками за низькою ціною, він може працювати у преміальному сегменті, де важливі не лише маса і ціна, а й походження, спосіб вирощування, сертифікація та репутація господарства.

Разом із тим преміальний сегмент не є необмеженим. Розширення пропозиції органічних лососевих може знижувати цінову премію, якщо обсяг такої продукції на ринку зростає швидше, ніж попит. Дані щодо органічних і звичайних лососевих риб у Данії свідчать, що ціни в таких сегментах пов'язані між собою, а збільшення частки органічної продукції може поступово зменшувати преміальну надбавку [17]. Для Німеччини це означає, що експортний розвиток не повинен спиратися тільки на маркування «органічна продукція». Потрібна ширша стратегія, яка поєднує якість, стабільність поставок, ефективну логістику, переробку і роботу з конкретними ринковими нішами.

Цінова конкуренція у рибному секторі Німеччини також залежить від диференціації продукції. На німецькому ринку замороженого рибного філе харчові властивості, зокрема вміст омега-3 жирних кислот, білка, жиру та вітамінів, можуть впливати на сприйняття товару і цінову динаміку [18]. Для форелі це важливо, оскільки вона може позиціонуватися як цінна білкова продукція з високими харчовими властивостями. Такий підхід дає змогу конкурувати не лише з іншою фореллю, а й з лососем, тріскою, минтаєм та іншими видами риби, які займають місце у споживчому кошику.

Експортний потенціал також залежить від форми реалізації. Жива риба та свіжа продукція мають обмежений радіус постачання через вимоги до транспортування, температури, термінів реалізації та добробуту під час перевезення. Тому для цих категорій найбільш реалістичними є ринки сусідніх країн. Заморожена продукція має ширші логістичні можливості, але в цьому сегменті Німеччина стикається з сильнішою конкуренцією з боку країн, які мають більші обсяги виробництва або нижчу собівартість. Дані за 2024 рік показують, що Німеччина експортувала заморожену форель переважно до Польщі, але водночас імпортувала значно більший обсяг замороженої продукції з Туреччини, Данії, Іспанії, Нідерландів та інших країн.

Найперспективнішими для німецького експорту можна вважати не масові поставки дешевої сировини, а спеціалізовані напрями: свіжа охолоджена риба для близьких ринків, продукція з підтвердженням походженням, органічна або екологічно сертифікована форель, перероблені вироби, філе, копчена продукція, а також постачання для гастрономії, локальних мереж і преміального роздрібу. Такий напрям відповідає структурі німецького виробництва, де значну роль відіграють невеликі господарства, для яких висока якість і короткі ланцюги збуту часто є реалістичнішими, ніж цінова конкуренція з великими міжнародними виробниками.

Водночас експортний потенціал обмежується кількома факторами. По-перше, обсяг власного виробництва райдужної форелі в Німеччині є порівняно невеликим. По-друге, внутрішній попит частково покривається імпортом, що свідчить про недостатність національної пропозиції або про вищу конкурентоспроможність окремих імпортних товарів. По-третє, виробники мають дотримуватися високих стандартів охорони вод, добробуту риби, безпечності харчової продукції та простежуваності. Ці вимоги підвищують якість, але водночас збільшують витрати виробництва.

Отже, експортний потенціал райдужної форелі в Німеччині є помірним і має переважно якісний, а не масовий характер. Торговельна статистика свідчить, що країна залишається нетто-імпортером форелевої продукції, однак

водночас підтримує експортні поставки до низки європейських країн. Найбільш обґрунтованою стратегією розвитку є орієнтація на продукцію з доданою вартістю, високою якістю, підтвердженням походженням, добробутом риби та екологічною відповідальністю. За таких умов Німеччина може зміцнювати позиції не як великий експортер дешевої форелі, а як постачальник якісної, контрольованої та ринково диференційованої продукції для близьких європейських ринків.

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконувалося як комбіноване і включало власну практичну частину, аналіз статистичних матеріалів та узагальнення даних щодо технології вирощування райдужної форелі в Німеччині. Практична частина полягала у морфометричній оцінці товарних екземплярів риби, а аналітична частина була спрямована на вивчення виробничих, економічних і екологічних особливостей форелівництва.

Об'єктом дослідження було вирощування райдужної форелі в умовах аквакультурного виробництва Німеччини.

Предметом дослідження були морфометричні, технологічні, виробничі, економічні та екологічні показники, що характеризують ефективність вирощування форелі.

Метою дослідження було оцінити ефективність технології вирощування райдужної форелі в Німеччині з урахуванням біологічних ознак риби, умов утримання, обсягів виробництва, експортного потенціалу та екологічної складової.

Для досягнення мети було проведено морфометричне вимірювання товарних екземплярів форелі, проаналізовано умови її вирощування в Німеччині, охарактеризовано основні технологічні системи, узагальнено статистичні дані щодо виробництва та зовнішньої торгівлі, а також визначено чинники, які впливають на ефективність форелівництва.

Матеріалами власного дослідження були товарні екземпляри райдужної форелі, відібрані для морфометричного аналізу. Під час роботи проводили вимірювання довжини тіла риби, оцінювали її зовнішній стан і виконували фотофіксацію процесу. Фотоматеріали можуть бути використані в розділі результатів або в додатках як підтвердження практичної частини дослідження.

Вимірювання проводили за допомогою лінійки або мірної стрічки. Рибу розміщували на рівній поверхні у природному положенні. Загальну довжину тіла визначали від переднього краю голови до кінця хвостового плавця. За

можливості додатково оцінювали довжину тіла без хвостового плавця, найбільшу висоту тіла, довжину голови та масу риби. Під час огляду звертали увагу на цілісність шкіри, стан плавців, очей і зябер, а також на наявність механічних пошкоджень.

Отримані морфометричні показники використовували для оцінки товарного стану риби. Основну увагу приділяли розміру, пропорційності тіла, зовнішньому вигляду та відсутності помітних пошкоджень. За наявності даних про масу тіла можна було розрахувати коефіцієнт вгодованості за Фультоном:

$$K = W / L^3 \times 100,$$

де K - коефіцієнт вгодованості;

W - маса тіла риби, г;

L - довжина тіла, см.

Аналітична частина дослідження ґрунтувалася на відкритих статистичних і довідкових матеріалах щодо аквакультури Німеччини. Для аналізу використовували дані про обсяги виробництва форелевої продукції, структуру аквакультури, експорт та імпорт живої, свіжої, охолодженої і замороженої форелі. Основний період аналізу охоплював 2018-2024 роки, а новіші доступні дані використовувалися для уточнення сучасного стану галузі.

У процесі дослідження розглядали основні системи вирощування форелі в Німеччині: проточні господарства, земляні ставки, басейнові системи та рециркуляційні установки. Їх порівнювали за рівнем контролю якості води, залежністю від природного водопостачання, можливістю підтримання оптимального кисневого режиму, енерговитратами та екологічним навантаженням.

У роботі застосовували морфометричний, органолептичний, аналітичний, порівняльний, статистичний, графічний і картографічний методи. Морфометричний метод використовувався для визначення розмірних показників риби. Органолептичний метод дав змогу оцінити її зовнішній товарний стан. Аналітичний метод застосовували для вивчення умов вирощування форелі, а порівняльний - для зіставлення різних технологічних

систем. Статистичний метод використовували для обробки даних щодо виробництва, експорту та імпорту. Графічний метод застосовували для візуального представлення динаміки показників, а картографічний - для позначення території дослідження та регіонів Німеччини, придатних для розвитку холодноводної аквакультури.

Для оцінки виробничих і торговельних показників використовували такі розрахунки: абсолютний приріст виробництва, темп росту, частку форелі у структурі аквакультури, торговельне сальдо, коефіцієнт покриття імпорту експортом і середню вартість однієї тонни продукції. Ці показники дали змогу оцінити не лише обсяг виробництва, а й економічне положення Німеччини на ринку форелевої продукції.

Ефективність технології вирощування оцінювали за кількома групами критеріїв. До біологічних критеріїв належали довжина тіла, зовнішній стан і вгодованість риби. До технологічних - тип системи вирощування, якість водопостачання, водообмін, щільність посадки та організація годівлі. До виробничих - обсяги продукції та стабільність виробництва. До економічних - вартість продукції, експортно-імпортне співвідношення і торговельне сальдо. До екологічних - раціональне використання води, контроль стічних вод і зменшення органічного навантаження на водойми.

Достовірність результатів забезпечувалася поєднанням власних морфометричних вимірювань, фотофіксації, статистичної обробки даних і порівнянням отриманих результатів із відкритими матеріалами щодо форелівництва в Німеччині. Такий підхід дозволив розглянути ефективність вирощування форелі не лише на основі літературних джерел, а й через практичну оцінку товарних ознак риби.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Оцінка ефективності технології вирощування райдужної форелі в Німеччині

У межах власного дослідження було проведено морфометричну оцінку 10 товарних екземплярів райдужної форелі. Практична частина включала вимірювання довжини тіла, визначення маси риби, оцінку зовнішнього стану та фіксацію видимих механічних пошкоджень. Отримані результати використано для характеристики товарних ознак форелі та подальшого зіставлення з технологічними умовами її вирощування в аквакультурі.



Рис. 4.1 Вимірювання довжини тіла форелі.



Рис. 4.2 Оцінка зовнішнього стану товарного екземпляра форелі.

Морфометричні показники є важливими для оцінки якості вирощування, оскільки відображають темпи росту, вгодованість, однорідність партії та загальний фізіологічний стан риби. Для товарної форелі значення мають не лише довжина і маса, а й пропорційність тіла, цілісність шкіри, стан плавців, зябер та очей. Риба з рівномірним розвитком, доброю вгодованістю і відсутністю значних пошкоджень краще відповідає вимогам ринку.

Таблиця 4.1

Морфометричні показники досліджених екземплярів форелі

№ екземпляра	Довжина тіла, см	Маса тіла, г	Коефіцієнт вгодованості	Зовнішній стан	Пошкодження
1	32,4	405	1,19	добрий	відсутні
2	34,1	455	1,15	добрий	відсутні
3	33,7	438	1,14	добрий	незначне стирання плавців
4	35,2	492	1,13	добрий	відсутні

5	33,1	421	1,16	добрий	відсутні
6	31,9	386	1,19	задовільний	незначне стирання плавців
67	34,8	472	1,12	добрий	відсутні
8	32,8	414	1,17	задовільний	незначне стирання плавців
9	35,6	505	1,12	добрий	відсутні
10	34,4	463	1,14	добрий	відсутні

За результатами вимірювань довжина тіла досліджених екземплярів становила від 31,9 до 35,6 см. Середнє значення дорівнювало 33,8 см. Маса тіла коливалася від 386 до 505 г, середня маса становила 445,1 г. Такі показники відповідають товарній групі форелі, придатної для реалізації у свіжому або охолоджену вигляді (рис. 4.3).

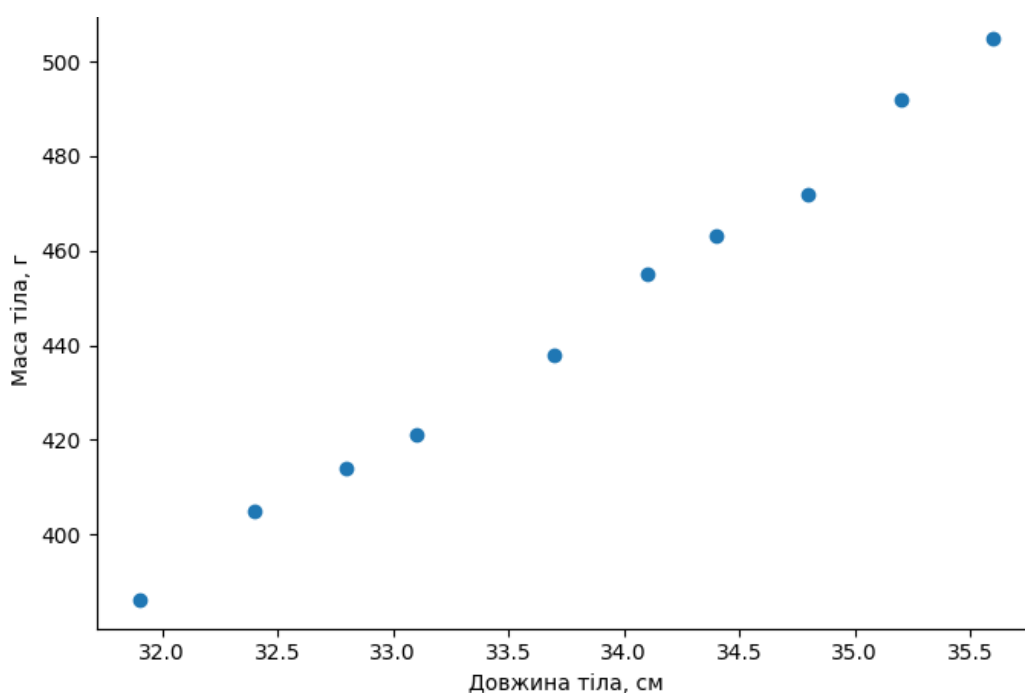


Рис. 4.3. Співвідношення довжини і маси досліджених особин форелі

Коефіцієнт вгодованості знаходився в межах 1,12-1,19, середнє значення становило 1,15. Це свідчить про відносно рівномірний розвиток досліджених екземплярів. Риба мала пропорційне тіло, достатню масу відносно довжини та не мала ознак різкого виснаження.

Аналіз співвідношення довжини і маси показав пряму залежність між цими показниками: зі збільшенням довжини тіла зростала і маса риби. Найменший екземпляр мав довжину 31,9 см і масу 386 г, найбільший - 35,6 см і 505 г. Це свідчить про відносну однорідність вибірки та нормальний товарний розвиток риби.

Під час органолептичної оцінки встановлено, що 7 із 10 екземплярів мали добрий зовнішній стан без видимих пошкоджень. У 3 екземплярів спостерігалось незначне стирання плавців. Такі пошкодження можуть бути пов'язані з утриманням у щільних умовах, транспортуванням або контактом із поверхнею виробничих ємностей. Виражених ушкоджень шкіри, деформацій тіла або ознак патологічного стану не виявлено.

Отримані результати свідчать, що товарна якість досліджених екземплярів була достатньою. Риба мала відповідні розміри, нормальну вгодованість і переважно добрий зовнішній вигляд. Це підтверджує, що морфометрична оцінка може використовуватися як один із практичних критеріїв ефективності технології вирощування.

Ефективність технології вирощування форелі в Німеччині визначається поєднанням природних і виробничих чинників. До основних належать якість води, температурний режим, рівень розчиненого кисню, щільність посадки, повноцінність годівлі та ветеринарний контроль. Найпоширенішими залишаються проточні системи, оскільки вони забезпечують постійне оновлення води й виведення продуктів обміну. У господарствах, де використовуються басейни або рециркуляційні системи, важливого значення набуває технічний контроль аерації, фільтрації та вмісту азотистих сполук.

У 2024 році в Німеччині діяло 704 господарства, які виробляли райдужну форель. Загальний обсяг її виробництва становив 5401,4 т. Уся рибна продукція

аквакультури Німеччини за цей рік становила 16746,6 т, з яких 9770,3 т припадало на форелевих і споріднених лососевих риб.

Таблиця 4.2

Структура виробництва риби в аквакультурі Німеччини у 2024 році

Показник	Кількість господарств	Виробництво, т	Частка у виробництві риби, %
Уся риба в аквакультурі	1948	16746,6	100,0
Форелеві та споріднені лососеві риби	802	9770,3	58,3
Райдужна форель	704	5401,4	32,3
Коропові риби	1314	4765,9	28,5
Короп звичайний	1303	4334,6	25,9

Дані таблиці 4.2 показують, що форелівництво є провідним напрямом рибної аквакультури Німеччини. На форелевих і споріднених лососевих риб припадало 58,3 % загального виробництва риби. Частка райдужної форелі становила 32,3 %, що підтверджує її важливу роль у структурі німецького рибництва.

Отже, результати практичної та аналітичної частини свідчать, що ефективність технології вирощування форелі визначається не лише обсягом отриманої продукції, а й якістю товарної риби. Морфометричні показники, вгодованість і зовнішній стан є важливими критеріями, які доповнюють статистичну оцінку виробництва.

4.2. Статистика виробництва, експорту та імпорту форелевої продукції в Німеччині

Регіональна структура виробництва форелі в Німеччині є нерівномірною. Найбільші обсяги зосереджені у федеральних землях, де є сприятливі умови для холодноводної аквакультури: достатня кількість якісної прісної води, помірний

температурний режим, наявність проточних водойм і сформована виробнича інфраструктура.

Таблиця 4.3

Виробництво райдужної форелі за федеральними землями Німеччини у 2024 році

Федеральна земля	Виробництво, т	Частка від загального виробництва, %
Баден-Вюртемберг	1586,6	29,4
Баварія	1340,7	24,8
Північний Рейн-Вестфалія	558,8	10,3
Тюрингія	538,1	10,0
Гессен	372,7	6,9
Нижня Саксонія	265,5	4,9
Саксонія-Ангальт	261,4	4,8
Рейнланд-Пфальц	178,8	3,3
Бранденбург	140,0	2,6
Саксонія	101,2	1,9
Мекленбург-Передня Померанія	26,4	0,5
Інші або закриті статистичні дані	31,2	0,6
Разом	5401,4	100,0

Найбільше значення у виробництві мали Баден-Вюртемберг і Баварія. Разом ці дві федеральні землі виробили 2927,3 т форелі, що становило 54,2 % загального обсягу. Це підтверджує територіальну концентрацію галузі. Високі показники цих регіонів пов'язані з наявністю природних водних ресурсів, традиціями форелівництва та спеціалізованими господарствами.

Північний Рейн-Вестфалія і Тюрингія також мали помітну частку у виробництві: 10,3 % і 10,0 % відповідно. Інші федеральні землі забезпечували

менші обсяги, що свідчить про залежність форелівництва від локальних природних умов і виробничої інфраструктури.

Карта-схема розміщення форелевих господарств підтверджує нерівномірний характер розвитку форелівництва в Німеччині. Найбільша концентрація господарств спостерігається у регіонах, де природні умови найкраще відповідають біологічним потребам форелі. Для вирощування цього виду важливими є стабільне водопостачання, високий рівень насичення води киснем і можливість постійного водообміну.

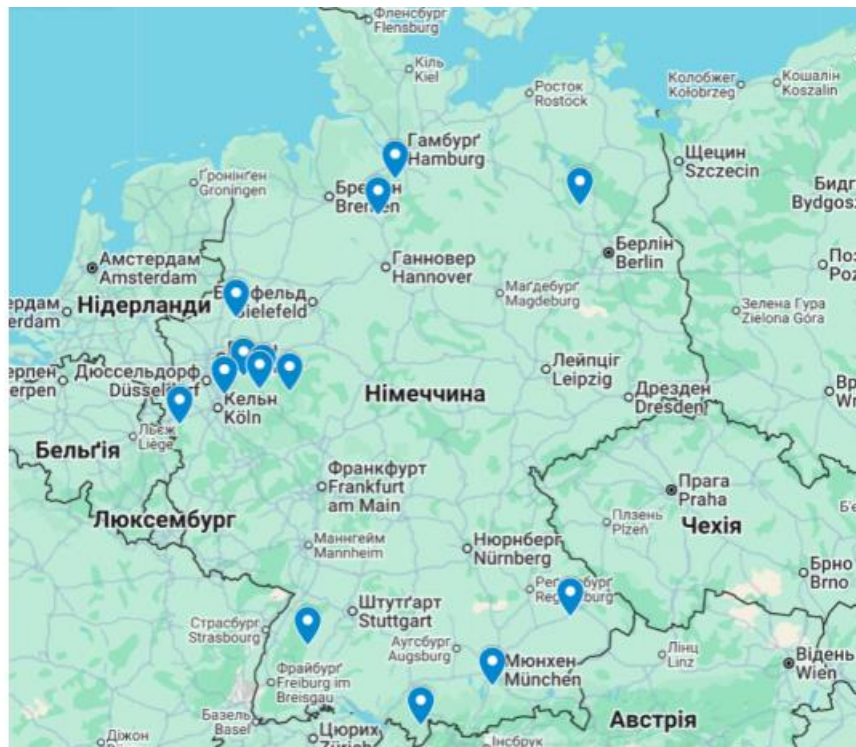


Рис. 4.4. Карта-схема розміщення форелевих господарств у Німеччині

Розміщення господарств тісно пов'язане з природними умовами. Найбільш придатними є території з розвиненою мережею малих річок, джерел, ставків і проточних систем. У таких умовах господарства можуть підтримувати оптимальний температурний режим, зменшувати ризик погіршення якості води та забезпечувати стабільне вирощування риби.

Таким чином, карта доповнює статистичні дані та показує просторову закономірність розвитку форелівництва в Німеччині. Виробництво не розподілене рівномірно по всій території країни, а зосереджене переважно там,

де природні та технологічні умови найбільш сприятливі для холодноводної аквакультури.

Для оцінки зовнішньої торгівлі було проаналізовано три основні товарні категорії: жива форель, свіжа або охолоджена форель і заморожена форель. У 2024 році загальний експорт за цими категоріями становив 2494,4 т, тоді як імпорт сягнув 14214,2 т.

Таблиця 4.4

Експорт та імпорт форелевої продукції Німеччини у 2024 році

Категорія продукції	Код HS	Експорт, т	Імпорт, т	Сальдо, т
Жива форель	030191	472,2	5716,5	-5244,3
Свіжа або охолоджена форель	030211	450,1	1983,9	-1533,8
Заморожена форель	030321	1572,1	6513,8	-4941,7
Разом		2494,4	14214,2	-11719,8

За всіма розглянутими категоріями імпорт перевищував експорт. Найбільший імпорт був характерний для замороженої форелі, 6513,8 т, та живої форелі, 5716,5 т. Найбільший експорт припадав на заморожену продукцію, 1572,1 т. Це свідчить про те, що Німеччина бере участь у зовнішній торгівлі форелевою продукцією, але залишається нетто-імпортером.

Таблиця 4.5

Вартісні показники зовнішньої торгівлі форелевою продукцією Німеччини у 2024 році

Категорія продукції	Експорт, млн дол. США	Імпорт, млн дол. США	Сальдо, млн дол. США
Жива форель	2,73	26,71	-23,98
Свіжа або охолоджена форель	3,24	12,85	-9,61
Заморожена форель	9,35	38,84	-29,49
Разом	15,32	78,40	-63,08

У вартісному вираженні також спостерігалось від'ємне сальдо. Загальна вартість експорту становила 15,32 млн дол. США, тоді як імпорт дорівнював 78,40 млн дол. США. Різниця становила -63,08 млн дол. США. Це показує, що внутрішнє виробництво не повністю забезпечує потреби ринку, а німецька форелева галузь значною мірою інтегрована в європейські торговельні потоки.

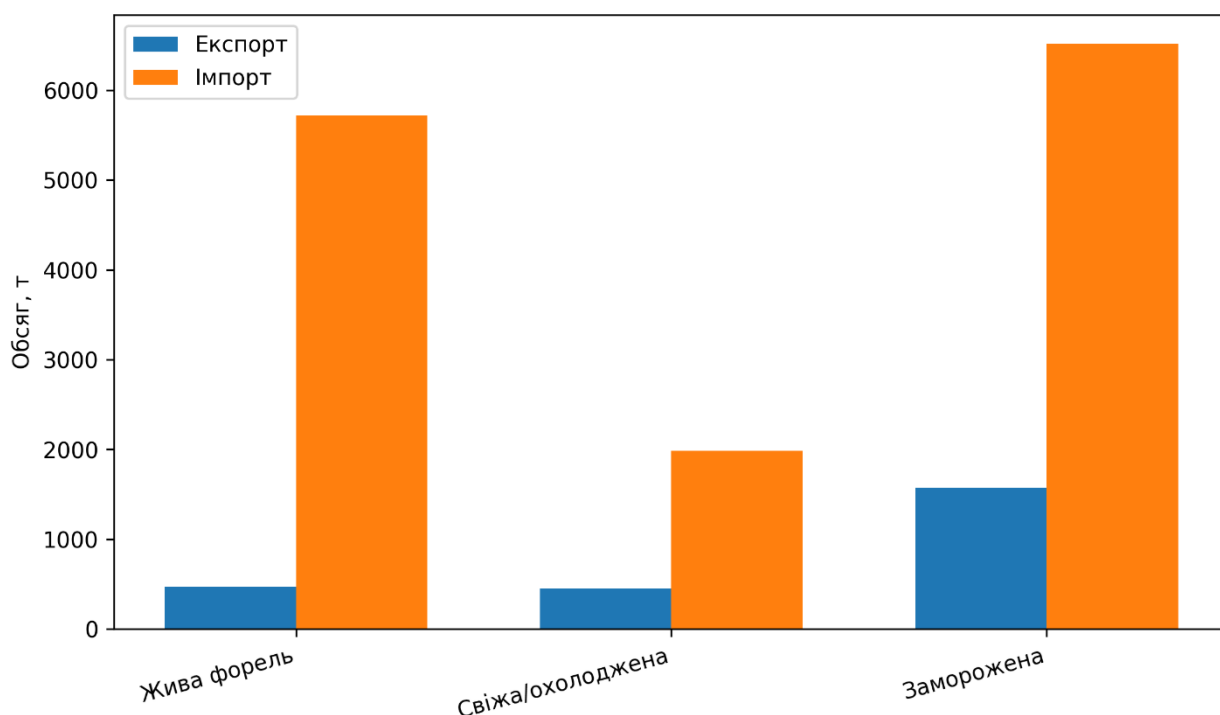


Рис. 4.5. Експорт та імпорт форелевої продукції Німеччини, 2024 р.

Найвища вартість експорту була характерна для замороженої форелі. Це пояснюється тим, що така продукція має довший термін зберігання, простіше транспортується на більші відстані та може використовуватися в переробній промисловості. Водночас значний імпорт замороженої продукції свідчить про сильну конкуренцію з боку інших країн-виробників.

Порівняння виробництва та зовнішньої торгівлі показує, що Німеччина має обмежені можливості для масового експорту форелі. Виробництво переважно орієнтоване на внутрішній ринок, а експортний потенціал пов'язаний насамперед із продукцією вищої якості, короткими ланцюгами

постачання, охолодженою рибою, філе, копченою продукцією та сертифікованою продукцією з доданою вартістю.

Отримані результати свідчать, що ефективність технології вирощування форелі в Німеччині має не лише виробничий, а й ринковий вимір. З одного боку, країна має розвинену систему прісноводної аквакультури, спеціалізовані господарства та стабільне виробництво. З іншого боку, обсяги власного виробництва не перекривають попит, тому імпорт залишається значним.

Отже, результати власних досліджень показали, що райдужна форель є важливим об'єктом аквакультури Німеччини, але галузь має регіонально сконцентрований характер. Найбільшу роль у виробництві відіграють Баден-Вюртемберг і Баварія. Морфометрична оцінка товарних екземплярів підтвердила, що розмірні показники, маса, вгодованість і зовнішній стан риби можуть використовуватися як практичні критерії ефективності вирощування. Дані зовнішньої торгівлі засвідчили, що Німеччина залишається нетто-імпортером форелевої продукції, однак має потенціал для розвитку експорту в сегменті якісної, свіжої та переробленої продукції.

РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯК ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА

Економічна ефективність вирощування райдужної форелі визначається співвідношенням між витратами на виробництво, обсягом отриманої продукції, її якістю, ринковою ціною та можливістю реалізації у вигідному сегменті. Для форелівництва цей показник має особливе значення, оскільки технологія вирощування є досить ресурсоємною. Вона потребує якісного водопостачання, стабільного кисневого режиму, повноцінних кормів, ветеринарного контролю, енергозабезпечення та кваліфікованого обслуговування.

У структурі витрат аквакультурного виробництва найбільше значення мають корми. Саме кормова складова безпосередньо впливає на собівартість, темпи росту риби, тривалість виробничого циклу та кінцеву рентабельність. Використання якісних екструдованих кормів забезпечує кращу конверсію, зменшує втрати поживних речовин у водному середовищі та підвищує стабільність приросту. Водночас висока ціна кормів і залежність від імпорتنих білкових компонентів залишаються суттєвими економічними обмеженнями для аквакультури [19].

Для форелевого господарства важливо не лише зменшувати витрати, а й не допустити погіршення якості риби. Економія на кормах може давати короточасне скорочення витрат, але в довшій перспективі часто призводить до нижчого приросту, погіршення вгодованості, зростання тривалості вирощування та збільшення витрат на одиницю продукції. Тому економічно ефективною є не найдешевша, а технологічно збалансована годівля, за якої кормова конверсія залишається низькою, а риба швидко досягає товарної маси.

Виробництво форелі в Німеччині має перевагу завдяки розвиненій інфраструктурі, доступу до якісних кормів, наявності спеціалізованих господарств і стабільному внутрішньому попиту. Проте висока вартість праці, енергії, екологічного контролю та дотримання нормативних вимог підвищує собівартість продукції. Через це німецькі виробники не завжди можуть конкурувати з дешевшою імпоротною продукцією лише за ціною. Їхня

економічна перевага формується переважно через якість, свіжість, локальне походження, переробку та додану вартість.

Важливим чинником економічної ефективності є масштаб виробництва. Невеликі господарства мають обмежені можливості для зниження собівартості, оскільки витрати на обладнання, водопостачання, енергію, персонал і ветеринарний супровід розподіляються на менший обсяг продукції. У більших системах частина постійних витрат розподіляється ефективніше, що зменшує витрати на одиницю товарної риби. Разом із тим надмірна інтенсифікація без достатнього водообміну і контролю якості води може підвищувати ризик захворювань, втрат і погіршення товарного стану риби.

Досвід моделювання рециркуляційної аквакультури в Німеччині показує, що прибутковість таких систем особливо чутлива до ціни реалізації, вартості кормів, енергії, посадкового матеріалу та масштабу виробництва. У системах замкнутого водопостачання значна частка витрат припадає на корми та енергозабезпечення, тому навіть невелике коливання ціни корму або електроенергії може суттєво змінювати фінансовий результат. Підвищення економічної стійкості можливе завдяки збільшенню масштабу виробництва, власному вирощуванню молоді, переробці продукції, прямому продажу та створенню регіональних виробничих об'єднань [20].

Для форелівництва це має пряме значення. Якщо господарство реалізує тільки живу або неперероблену рибу, воно значною мірою залежить від закупівельної ціни та конкуренції з імпортом. Якщо ж виробник продає охолоджену, патрану, філейовану, копчену або сертифіковану продукцію, частина доданої вартості залишається у господарстві. Саме переробка і короткий ланцюг збуту можуть підвищувати економічну ефективність навіть за порівняно невеликих обсягів виробництва.

У 2024 році Німеччина виробила 5401,4 т райдужної форелі. Порівняно з масштабами внутрішнього ринку це не є достатнім для повного забезпечення попиту, що підтверджується значним імпортом форелевої продукції. Така ситуація створює подвійний економічний ефект. З одного боку, імпорт посилює

цінову конкуренцію для місцевих виробників. З іншого боку, наявність стабільного попиту свідчить про ринкову привабливість форелі як товару.

Таблиця 5.1

Орієнтовна економічна характеристика форелевого виробництва в Німеччині за основними чинниками ефективності

Чинник	Економічне значення	Вплив на ефективність
Корми	Формують значну частину собівартості	Визначають приріст, тривалість вирощування і кормову конверсію
Посадковий матеріал	Впливає на стартові витрати і виживаність	Якісна молодь зменшує втрати і підвищує однорідність партії
Водопостачання	Забезпечує умови для росту форелі	Стабільна вода зменшує ризик стресу і захворювань
Енергія	Особливо важлива для басейнових і рециркуляційних систем	Зростання ціни енергії підвищує собівартість
Праця	Потребує кваліфікованого персоналу	Висока вартість праці збільшує витрати, але підвищує контроль виробництва
Переробка	Додає вартість до продукції	Підвищує прибутковість і зменшує залежність від ціни живої риби
Реалізація	Визначає кінцеву виручку	Прямий продаж і локальні ринки підвищують маржу

З таблиці видно, що економічна ефективність форелевого господарства залежить від поєднання виробничих і ринкових факторів. Найбільший вплив мають корми, енергія, якість посадкового матеріалу та спосіб реалізації продукції. Вирощування форелі може бути прибутковим лише за умови, що технологічні витрати компенсуються стабільною ціною реалізації та високою якістю товарної риби.

Особливе значення має співвідношення між експортом та імпортом. За основними товарними категоріями форелевої продукції Німеччина має від'ємне торговельне сальдо. Це свідчить, що країна залишається нетто-імпортером, а внутрішній ринок значною мірою залежить від зовнішніх постачальників. Для національних виробників це означає необхідність працювати не тільки над збільшенням обсягів, а й над диференціацією продукції.

Економічна оцінка зовнішньої торгівлі форелевою продукцією Німеччини у
2024 році

Категорія продукції	Експорт, млн дол. США	Імпорт, млн дол. США	Сальдо, млн дол. США	Коефіцієнт покриття імпорту експортом, %
Жива форель	2,73	26,71	-23,98	10,2
Свіжа або охолоджена форель	3,24	12,85	-9,61	25,2
Заморожена форель	9,35	38,84	-29,49	24,1
Разом	15,32	78,40	-63,08	19,5

Коефіцієнт покриття імпорту експортом за трьома основними категоріями становив лише 19,5 %. Це означає, що вартість експорту покривала менш ніж п'яту частину вартості імпорту. Найнижчий показник був характерний для живої форелі, де експорт покривав лише 10,2 % імпорту. Така ситуація вказує на високу місткість внутрішнього ринку та обмежені можливості Німеччини як масового експортера форелевої продукції.

Водночас негативне сальдо не слід розглядати тільки як слабкість галузі. Воно також підтверджує стабільний попит на форель і наявність ринку збуту. Для виробників це створює можливості для імпортозаміщення в окремих сегментах, насамперед у свіжій, охолодженій і локальній продукції. Проте таке імпортозаміщення буде економічно доцільним лише тоді, коли собівартість виробництва не перевищуватиме рівень, за якого продукція втрачає конкурентоспроможність.

Фінансова стійкість аквакультури залежить не лише від поточних виробничих витрат, а й від доступу до інвестицій. Для модернізації господарств потрібні кошти на оновлення басейнів, аераційного обладнання, фільтраційних систем, автоматизацію годівлі, енергоефективні рішення та засоби контролю якості води. Недостатність інвестицій обмежує продуктивність, підвищує витрати та зменшує конкурентоспроможність виробників [21].

У системі аквакультурного бізнесу інвестиції мають довгостроковий характер. Витрати на обладнання і будівництво повертаються поступово, тому господарство повинно мати стабільний ринок збуту, прогнозовану ціну реалізації та можливість підтримувати обсяг виробництва. В умовах високих витрат на енергію і корми особливо важливими стають енергоощадні технології та точне управління годівлею.

Економічна ефективність форелівництва також залежить від природно-ресурсного потенціалу. Водні ресурси не є безкоштовним фактором виробництва, навіть якщо господарство використовує природне джерело. Їх якість, доступність, температура, сезонна стабільність і екологічні обмеження визначають можливість інтенсивного вирощування. Оцінка ресурсного потенціалу аквакультури повинна включати не тільки біологічні, а й фінансові, управлінські та екологічні складові [22].

Для Німеччини це особливо актуально через високий рівень природоохоронного регулювання. Господарство не може нарощувати виробництво без урахування стану водойм, скидів, органічного навантаження та вимог до якості води. Отже, економічна ефективність не повинна досягатися за рахунок погіршення екологічного стану. Навпаки, сучасна модель форелівництва має поєднувати прибутковість із ресурсозбереженням.

У цьому контексті органічне та екологічно орієнтоване виробництво може виступати окремим напрямом підвищення економічної цінності продукції. Органічна аквакультура передбачає контроль технологічного процесу, зменшення забруднення, дотримання вимог до кормів, щільності посадки та добробуту риби. Така продукція може мати вищу ринкову ціну, але водночас потребує більших витрат на сертифікацію, контроль і дотримання стандартів [23].

Для німецького форелівництва це означає, що розвиток преміального сегмента може бути економічно вигідним за умови достатнього попиту. Покупець у такому випадку платить не лише за рибу як харчовий продукт, а й за підтверджене походження, спосіб вирощування, екологічність і якість. Саме

тому органічна або сертифікована форель має вищий потенціал доданої вартості, ніж стандартна неперероблена продукція.

Важливою складовою ефективності є державне та інституційне регулювання. Рибне господарство потребує прозорих правил доступу до водних ресурсів, зрозумілої системи дозволів, підтримки модернізації, компенсаційних механізмів у разі втрат і стимулювання ресурсозбереження. Для аквакультури економічна безпека пов'язана не тільки з прибутком окремого господарства, а й зі стабільністю всієї галузі [24].

У країнах із високими екологічними вимогами, до яких належить Німеччина, регулювання може одночасно підвищувати витрати і створювати конкурентну перевагу. З одного боку, виробник змушений інвестувати в очищення води, контроль якості, безпечність кормів і добробут риби. З іншого боку, така продукція отримує кращу репутацію на ринку, що може підвищувати її вартість і довіру споживачів.

Таблиця 5.3

Основні напрями підвищення економічної ефективності вирощування форелі

Напрямок	Очікуваний економічний результат
Використання якісних кормів	Зниження кормової конверсії, скорочення строку вирощування
Автоматизація годівлі	Менші втрати корму, стабільніший приріст
Контроль кисню і температури	Зниження ризику стресу, захворювань і втрат риби
Переробка продукції	Збільшення доданої вартості
Прямий продаж	Вища частка кінцевої ціни залишається у виробника
Сертифікація продукції	Доступ до преміального сегмента ринку
Енергоефективні технології	Зменшення витрат на електроенергію
Кооперація господарств	Спільні закупівлі, збут і маркетинг

Економічна ефективність форелівництва не може оцінюватися лише за валовим обсягом виробництва. Великий обсяг не гарантує прибутковості, якщо собівартість висока, втрати значні, а продукція реалізується без доданої вартості. Натомість менше господарство може бути ефективним, якщо має

контрольовані витрати, якісну рибу, стабільний збут і працює з локальним або преміальним ринком.

Глобальні економічні дослідження аквакультури підтверджують, що майбутнє рибного забезпечення дедалі більше залежатиме від вирощеної, а не виловленої риби. Оскільки промислове рибальство має обмежений потенціал зростання, саме аквакультура здатна компенсувати збільшення попиту на рибну продукцію. Водночас темпи розвитку аквакультури впливатимуть на ціну риби, доступність продукції для населення і продовольчу безпеку [25].

Для Німеччини це означає, що форелівництво має стратегічне значення не тільки як окрема галузь, а й як частина продовольчої системи. Навіть якщо країна залишається імпортером форелевої продукції, підтримка власного виробництва зменшує залежність від зовнішніх постачальників, забезпечує робочі місця в регіонах і підтримує локальні ланцюги постачання.

Розвиток рибництва значною мірою залежить від відповідності виробничих витрат і ринкової ціни. Якщо витрати на вирощування перевищують можливу ціну реалізації, господарства переходять на менш витратні види або скорочують виробництво. Така закономірність характерна і для інших напрямів рибництва, де дорогі корми, посадковий матеріал і технологічні витрати можуть знижувати економічну привабливість вирощування [26].

Отже, ефективність форелівництва як економічна складова формується під впливом собівартості, кормової конверсії, енергетичних витрат, ціни посадкового матеріалу, масштабу господарства, способу реалізації та рівня переробки. Для Німеччини найбільш перспективною є не модель масового виробництва дешевої форелі, а розвиток якісної, сертифікованої та переробленої продукції. Саме така стратегія дозволяє підвищити додану вартість, зменшити залежність від цінової конкуренції та зробити форелівництво економічно стійкішим.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ВОДОЙМ В НІМЕЧЧИНІ

Охорона водойм у Німеччині є важливою складовою екологічної політики, оскільки якість води безпосередньо впливає на стан річкових екосистем, рибне господарство, аквакультуру та безпечність водокористування. Для форелівництва це питання має особливе значення, адже форель потребує чистої, добре насиченої киснем води з низьким вмістом органічних речовин, амонійного азоту, нітритів і завислих часток. Погіршення якості води швидко відображається на рості риби, її стійкості до хвороб і товарній якості продукції.

Система охорони водойм у Німеччині ґрунтується на басейновому принципі управління. Водні об'єкти розглядаються не ізольовано, а в межах річкових басейнів, де враховуються джерела забруднення, землекористування, скиди стічних вод, сільськогосподарське навантаження та стан прибережних територій. Такий підхід дає змогу оцінювати не тільки окрему водойму, а й увесь комплекс факторів, які формують її екологічний стан.

Однією з основних проблем залишається надходження сполук азоту у поверхневі та підземні води. Значна частина цього навантаження пов'язана із сільським господарством, використанням добрив і тваринницькими комплексами. Надлишок азоту може спричиняти евтрофікацію, погіршення кисневого режиму, зміну видового складу водних організмів і зниження екологічної стійкості водойм. Для Німеччини ця проблема є складною, оскільки вона поєднує екологічні, економічні та управлінські чинники [27].

Не менш важливою є проблема фосфорного забруднення. Надлишок фосфору у водоймах стимулює розвиток водоростей, підвищує ризик «цвітіння» води та погіршує умови існування риб. Для північної Німеччини, зокрема Шлезвіг-Гольштейну, застосування дефіцитного аналізу дало змогу визначати ділянки, де потрібні першочергові заходи щодо зменшення фосфорного навантаження. Такий підхід є важливим для планування водоохоронних дій, оскільки дозволяє спрямовувати ресурси на найбільш проблемні території [28].

Стан річкових екосистем залежить не лише від концентрації поживних речовин, а й від сукупного впливу кількох стресових факторів. До них належать температура води, вміст кисню, солоність, токсичні мікродомішки, гідрологічні зміни та порушення природної структури русла. Дослідження німецьких річок показує, що фізико-хімічне погіршення якості води залишається значущим чинником впливу на макробезхребетних, діатомові водорості та рибні угруповання [29]. Для рибництва це означає, що охорона водойм повинна бути спрямована не тільки на очищення стоків, а й на підтримання природного режиму водотоків.

Гідроморфологічний стан річок також має велике значення. Випрямлення русел, зарегулювання течії, руйнування прибережної рослинності та зміна донних субстратів знижують природну здатність водойм до самоочищення. Такі зміни негативно впливають на нерестові ділянки, кормову базу та умови існування водних організмів. У Німеччині гідроморфологічна оцінка використовується як інструмент управління річковими басейнами, однак її результати потребують урахування регіональних особливостей ландшафту та типу річки [30].

Для форелевих господарств охорона водойм пов'язана насамперед із контролем стічних вод. У процесі вирощування риби у воду потрапляють залишки корму, фекалії, продукти обміну, завислі речовини, азот і фосфор. Якщо такі стоки не очищувати, вони можуть погіршувати стан приймальних водойм, особливо малих річок і струмків з обмеженим водообміном. Тому ефективне форелівництво має поєднувати виробничу продуктивність із контролем органічного навантаження.

Одним із практичних рішень є використання механічного очищення, відстійників, біофільтрів, рослинних фільтрів і штучних водно-болотних систем. Досвід очищення стоків від форелевих господарств показує, що водно-болотні системи можуть зменшувати вміст поживних речовин навіть за короткого часу проходження води через очисну ділянку. Такі системи особливо

корисні там, де потрібно зменшити винос завислих речовин, азоту і фосфору перед поверненням води у природну водойму [31].

У Німеччині охорона водойм у зоні аквакультури має включати кілька основних заходів: раціональну годівлю, недопущення перевитрат корму, контроль щільності посадки, регулярний моніторинг кисню, температури, рН, амонію, нітритів і завислих речовин. Важливо також очищувати стічну воду перед її скидом, підтримувати санітарний стан басейнів і запобігати потраплянню лікарських препаратів або дезінфектантів у природні водні об'єкти.

Окреме значення має профілактика забруднення, а не лише усунення його наслідків. Якщо годівля організована правильно, риба краще засвоює корм, а кількість залишків у воді зменшується. Якщо щільність посадки відповідає можливостям водообміну, знижується ризик накопичення продуктів обміну. Якщо господарство має ефективну систему відстоювання та фільтрації, органічне навантаження на водойму стає меншим.

Отже, охорона водойм у Німеччині ґрунтується на поєднанні державного контролю, басейнового управління, моніторингу якості води та практичних природоохоронних заходів на рівні господарств. Для форелівництва це означає необхідність підтримувати високу якість води не тільки всередині виробничої системи, а й після її використання. Ефективне вирощування форелі можливе лише за умови, що виробничі процеси не погіршують стан природних водойм, а технологія включає очищення стоків, раціональну годівлю та постійний контроль водного середовища.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Охорона праці на виробництві

Охорона праці на рибницькому підприємстві є системою правових, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виробничої діяльності. У форелевому господарстві питання безпеки мають особливе значення, оскільки робота виконується поблизу води, з використанням електрообладнання, насосів, аераторів, інструментів, кормороздавальних пристроїв, дезінфекційних засобів і транспортних механізмів. Загальні обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці визначені законодавством України про охорону праці [32].

На підприємствах рибного господарства система управління охороною праці повинна охоплювати організацію безпечного виконання робіт, контроль технічного стану обладнання, навчання працівників, проведення інструктажів, використання засобів індивідуального захисту, облік небезпечних факторів і профілактику травматизму. У галузевому положенні для рибного господарства зазначено, що вимоги системи управління охороною праці поширюються на суб'єктів рибного господарства незалежно від форми власності, а відповідальність за її організацію на підприємстві покладається на керівника [33].

Основними небезпечними факторами у форелевому господарстві є слизькі поверхні біля басейнів і ставків, ризик падіння у воду, ураження електричним струмом, травмування під час роботи з насосами, сачками, контейнерами й ручним інструментом, переохолодження під час роботи у вологому середовищі, контакт із дезінфікуючими речовинами та фізичне навантаження під час перенесення риби або кормів. Для зниження ризику працівники повинні використовувати спецодяг, водонепроникне взуття з неслизькою підошвою, рукавиці, захисні окуляри, а за потреби - рятувальні жилети.

Робочі проходи біля басейнів, ставків і технологічних ємностей мають бути вільними, неслизькими та достатньо освітленими. Забороняється залишати інструменти, шланги, тару або мішки з кормом у місцях проходу, оскільки це збільшує ризик падіння. Обладнання, що працює від електромережі, повинно мати справну ізоляцію, захист від вологи та допускатися до експлуатації лише після перевірки. Вимоги безпеки під час роботи з інструментом і пристроями є обов'язковими для суб'єктів господарювання незалежно від виду діяльності [34].

Важливою умовою безпечної праці є навчання персоналу. Працівники повинні проходити вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі відповідно до характеру виконуваних робіт. Особи, які працюють із насосним, електричним або іншим обладнанням підвищеної небезпеки, повинні мати відповідні знання і допуск. Типове положення про навчання з питань охорони праці визначає порядок навчання, перевірки знань, інструктажів і підготовки працівників до безпечного виконання робіт [35].

Окрему увагу слід приділяти засобам індивідуального захисту. У форелевому господарстві до них належать гумові або полімерні чоботи, водостійкий спецодяг, рукавиці, фартухи, захисні окуляри, респіратори під час роботи з порошкоподібними або леткими речовинами, а також рятувальні засоби під час робіт біля глибоких водойм. Засоби індивідуального захисту повинні відповідати умовам роботи, бути справними, підібраними за розміром і використовуватися працівником протягом усього часу дії небезпечного фактора [36].

Отже, охорона праці у форелевому господарстві повинна бути спрямована на запобігання травмам, падінню у воду, ураженню електричним струмом, переохолодженню, хімічному впливу та перевантаженню працівників. Ефективна система безпеки включає інструктажі, контроль обладнання, правильну організацію робочих місць, використання засобів захисту і дотримання технологічної дисципліни.

7.2. Безпека під час виконання роботи

Під час виконання практичної частини дослідження, пов'язаної з вимірюванням форелі, необхідно дотримуватися правил безпеки при роботі з рибою, інструментами та вологими поверхнями. Перед початком роботи слід підготувати робоче місце: прибрати зайві предмети, перевірити стійкість поверхні для вимірювання, підготувати мірну стрічку або лінійку, ємність для риби, рукавиці та матеріали для санітарної обробки. Робоча зона повинна бути добре освітленою, а підлога не повинна бути слизькою.

Рибу потрібно брати обережно, без різких рухів, щоб уникнути травмування працівника і пошкодження самої риби. Через слизьку поверхню тіла форель може вислизнути з рук, тому під час роботи доцільно використовувати рукавиці. Вимірювання слід проводити на рівній поверхні, не допускаючи падіння риби на підлогу. Після завершення вимірювань необхідно очистити робоче місце, промити інструменти й вимити руки.

Під час роботи з мірними приладами, ножами, сачками або іншими допоміжними пристроями слід уникати поспіху. Інструменти мають бути справними, чистими та використовуватися лише за призначенням. Якщо застосовується електронна вага, вона повинна бути встановлена на сухій поверхні, захищеній від потрапляння води. Використання електроприладів у вологому середовищі допускається лише за умови їх справності та дотримання вимог електробезпеки. Правила безпечної експлуатації електроустановок встановлюють обов'язкові вимоги для робіт, пов'язаних з експлуатацією електрообладнання [37].

Під час перебування на території рибницького господарства потрібно дотримуватися встановлених маршрутів руху, не підходити до краю басейнів або ставків без потреби, не нахилятися над водою без опори та не виконувати роботи біля водойми самостійно, якщо існує ризик падіння. У разі роботи біля глибоких водойм або на містках необхідно використовувати рятувальні засоби. Забороняється працювати у стані втоми, поганого самопочуття або без відповідного інструктажу.

Якщо під час дослідження проводиться огляд зябер, шкіри або плавців, необхідно уникати контакту слизу риби з відкритими ранами на руках. За наявності подряпин слід використовувати рукавиці або водостійкий пластир. Після роботи з рибою руки та інструменти необхідно обробити, оскільки біологічний матеріал може бути джерелом мікроорганізмів. Такі заходи є частиною загальної санітарної безпеки під час виконання практичних робіт.

Безпека під час виконання дослідження також передбачає правильне поводження з кормами, дезінфікуючими засобами і тарою. Мішки з кормом потрібно переносити без перевантаження, використовуючи допомогу іншої особи або візок. Дезінфікуючі речовини мають зберігатися в підписаній тарі, окремо від кормів і харчових продуктів. Під час роботи з ними необхідно використовувати рукавиці, окуляри, а за потреби – респіратор [38].

Отже, безпека під час виконання роботи ґрунтується на правильній організації робочого місця, обережному поводженні з рибою, використанні засобів індивідуального захисту, дотриманні електробезпеки та санітарних вимог. Усі дії повинні виконуватися послідовно, без поспіху і з урахуванням ризиків, характерних для роботи у вологому середовищі.

7.3. Дії у надзвичайних ситуаціях

На рибницькому підприємстві можливими надзвичайними ситуаціями є пожежа, ураження електричним струмом, падіння працівника у воду, травмування під час роботи з обладнанням, хімічне отруєння, аварійне відключення електроенергії, різке погіршення якості води, підтоплення території або пошкодження гідротехнічних споруд. Дії працівників у таких випадках мають бути заздалегідь визначені, а персонал повинен знати порядок повідомлення відповідальних осіб і служб реагування. Загальні засади цивільного захисту та реагування на надзвичайні ситуації визначені Кодексом цивільного захисту України [39].

У разі пожежі працівник повинен негайно повідомити керівника або відповідальну особу, викликати службу порятунку за номером 101, за можливості вимкнути електроживлення і розпочати гасіння первинними засобами пожежогасіння без ризику для життя. Евакуаційні виходи, проходи до щитів пожежогасіння, електрощитових і водойм мають бути вільними. Вимоги до організації пожежної безпеки в Україні визначені відповідними правилами, які є обов'язковими для підприємств та організацій [40].

У разі ураження електричним струмом необхідно насамперед припинити дію струму: вимкнути рубильник, автомат або інше джерело живлення. Не можна торкатися потерпілого голими руками, якщо він перебуває під напругою. Після усунення небезпеки слід оцінити стан людини, викликати екстрену медичну допомогу за номером 103 і, за наявності відповідних навичок, розпочати домедичну допомогу.

Якщо працівник упав у воду, потрібно негайно повідомити інших осіб, подати потерпілому рятувальний круг, жердину, мотузку або інший безпечний засіб. Стрибати у воду для порятунку можна лише тоді, коли це не створює загрози для самого рятувальника. Після витягнення потерпілого необхідно оцінити його стан, зігріти, зняти мокрий одяг за можливості та викликати медичну допомогу. Якщо людина не дихає, слід розпочати серцево-легеневу реанімацію до прибуття медиків.

У разі розливу дезінфікуючих або інших хімічних речовин потрібно припинити роботу, обмежити доступ до небезпечної ділянки, використати рукавиці, окуляри й респіратор, якщо це передбачено інструкцією, та повідомити відповідальну особу. Забороняється змивати невідому речовину у водойму або каналізацію без дозволу, оскільки це може спричинити забруднення води або загибель риби.

Для форелевого господарства небезпечною ситуацією є також аварійне відключення електроенергії. Воно може призвести до зупинки насосів, аераторів, фільтраційних систем і погіршення кисневого режиму. У такому випадку необхідно негайно запустити резервне живлення, перевірити роботу

аерації, зменшити або тимчасово припинити годівлю, посилити контроль за поведінкою риби та показниками води. Якщо рівень кисню швидко знижується, потрібно забезпечити додаткову аерацію або водообмін [41].

Усі нещасні випадки, професійні захворювання та аварії на виробництві підлягають розслідуванню й обліку відповідно до встановленого порядку. Це потрібно не лише для документального оформлення події, а й для визначення причин, запобігання повторенню небезпечної ситуації та поліпшення системи охорони праці на підприємстві [42].

Навчання працівників діям у надзвичайних ситуаціях має проводитися систематично. Працівники повинні знати сигнали оповіщення, місця розташування аптечки, вогнегасників, аварійних вимикачів, рятувальних засобів, запасних виходів і контактні номери екстрених служб. Порядок навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях визначає необхідність підготовки до практичних дій у разі виникнення небезпеки [43].

Отже, дії у надзвичайних ситуаціях на форелевому господарстві повинні бути швидкими, послідовними і безпечними для самого працівника. Найважливішими є своєчасне повідомлення відповідальних осіб, виклик екстрених служб, припинення дії небезпечного фактора, надання домедичної допомоги та запобігання поширенню аварії. Наявність чітких інструкцій, справних засобів захисту і підготовленого персоналу значно знижує ризик тяжких наслідків.

ВИСНОВКИ

1. Райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*) є одним із найперспективніших об'єктів прісноводної аквакультури завдяки швидкому росту, високій харчовій цінності, добрій адаптації до контрольованих умов утримання та стабільному попиту на ринку. Водночас цей вид є досить вимогливим до умов водного середовища. Найважливішими чинниками успішного вирощування є помірна температура води, високий вміст розчиненого кисню, належний водообмін, збалансована годівля, якісний посадковий матеріал і недопущення надмірної щільності посадки. Саме поєднання цих умов визначає темпи росту, вгодованість, стійкість риби до стресу та її кінцеву товарну якість.

2. Вирощування форелі в Німеччині має високий технологічний рівень і базується переважно на використанні проточних систем, басейнів, ставків і частково рециркуляційних установок. Найбільш поширеними залишаються проточні господарства, оскільки вони забезпечують постійне оновлення води, видалення продуктів обміну та підтримання умов, близьких до природних потреб лососевих риб. Ефективність таких систем значною мірою залежить від якості джерела водопостачання, стабільності температури, кисневого режиму та можливості контролю стічних вод. Рециркуляційні системи мають вищий рівень технологічного контролю, але потребують більших витрат на енергію, обладнання, фільтрацію та постійний моніторинг.

3. Німецьке форелівництво має виражену регіональну концентрацію. Найбільші обсяги виробництва зосереджені у Баден-Вюртемберзі та Баварії, що пояснюється сприятливими природними умовами, наявністю якісних водних ресурсів, традиціями рибництва та розвиненою господарською інфраструктурою. У 2024 році в Німеччині діяло 704 господарства, які виробляли райдужну форель, а загальний обсяг її виробництва становив 5401,4 т. У структурі всієї рибної продукції аквакультури цей вид займав 32,3 %, тоді як форелеві та споріднені лососеві риби загалом становили 58,3 %. Це

підтверджує провідне значення форелівництва для німецької прісноводної аквакультури.

4. Практична частина дослідження показала, що морфометрична оцінка може використовуватися як один із показників ефективності вирощування. Довжина досліджених екземплярів становила 31,9-35,6 см, середнє значення дорівнювало 33,8 см. Маса тіла коливалася від 386 до 505 г, а середня маса становила 445,1 г. Коефіцієнт вгодованості знаходився в межах 1,12-1,19, що свідчить про відносно рівномірний розвиток риби та її відповідність товарним вимогам. Зовнішній огляд показав переважно добрий стан досліджених екземплярів. У більшості риб не було значних пошкоджень, деформацій або ознак патологічного стану. Незначне стирання плавців у частини екземплярів може бути пов'язане з умовами утримання, транспортуванням або контактом із поверхнями виробничих ємностей.

5. Експортний потенціал Німеччини у форелевому сегменті є помірним і має переважно якісний, а не масовий характер. За основними товарними категоріями у 2024 році імпорту суттєво перевищував експорт. Загальний експорт живої, свіжої або охолодженої та замороженої форелі становив 2494,4 т, тоді як імпорту досягав 14214,2 т. У вартісному вираженні загальна сума експорту становила 15,32 млн дол. США, а імпорту - 78,40 млн дол. США. Від'ємне торговельне сальдо на рівні 63,08 млн дол. США свідчить про значний внутрішній попит і недостатність власного виробництва для повного забезпечення ринку. Німеччина залишається нетто-імпортером форелевої продукції, однак має перспективи для розвитку експорту у сегменті якісної, охолодженої, переробленої, сертифікованої та локальної продукції.

6. Економічна ефективність вирощування форелі залежить від собівартості кормів, вартості енергії, якості посадкового матеріалу, стабільності водопостачання, витрат на працю, ветеринарного контролю, рівня переробки та способу реалізації продукції. Для Німеччини найбільш перспективною є не модель масового виробництва дешевої риби, а виробництво продукції з доданою вартістю. До таких напрямів належать реалізація свіжої та

охолодженої форелі, філе, копченої продукції, органічної або сертифікованої риби, а також розвиток прямих продажів і коротких ланцюгів постачання. Такий підхід дозволяє компенсувати високі виробничі витрати, підвищити прибутковість господарств і зменшити залежність від цінової конкуренції з імпортною продукцією.

7. Охорона водойм є необхідною умовою сталого розвитку форелівництва. Під час вирощування риби у воду потрапляють залишки корму, фекалії, продукти обміну, сполуки азоту і фосфору. За відсутності належного контролю це може призводити до погіршення якості води, евтрофікації, зниження вмісту кисню та негативного впливу на водні екосистеми. Тому ефективна технологія вирощування повинна включати раціональну годівлю, оптимальну щільність посадки, очищення стічних вод, контроль органічного навантаження та постійний моніторинг температури, кисню, рН, амонію і нітритів. Для Німеччини, де природоохоронні вимоги є суворими, поєднання виробничої ефективності з екологічною відповідальністю є обов'язковою умовою функціонування форелевих господарств.

8. Безпечна організація праці у форелевому господарстві має важливе значення через специфіку виробництва. Основними ризиками є робота біля води, слизькі поверхні, використання електрообладнання у вологому середовищі, контакт із дезінфекційними засобами, фізичне навантаження та можливість травмування під час роботи з рибою або інвентарем. Дотримання правил охорони праці, проведення інструктажів, використання засобів індивідуального захисту, контроль технічного стану обладнання та підготовка персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях знижують ризик нещасних випадків і забезпечують стабільність виробничого процесу.

9. Загальна оцінка ефективності технології вирощування райдужної форелі в Німеччині показує, що галузь має розвинену виробничу базу, високий рівень технологічного контролю, стабільний внутрішній попит і значний потенціал для розвитку продукції з доданою вартістю. Її сильними сторонами є якість продукції, контроль умов утримання, дотримання екологічних стандартів

і наявність спеціалізованих господарств. Основними обмеженнями залишаються порівняно невеликі обсяги виробництва, висока собівартість, залежність від кормів та енергії, конкуренція з імпортом і необхідність дотримання суворих природоохоронних вимог.

10. Подальше підвищення ефективності німецького форелівництва можливе за рахунок оптимізації годівлі, автоматизації контролю якості води, використання енергоефективного обладнання, розвитку переробки, сертифікації продукції, розширення локальних каналів збуту та впровадження технологій, що зменшують вплив на водойми. Найбільш стійкою є модель, у якій виробнича результативність поєднується з економічною доцільністю, високою якістю продукції, добробутом риби та охороною водного середовища. Саме такий підхід дозволяє розглядати форелівництво Німеччини як важливу складову сучасної європейської аквакультури.

ПРОПОЗИЦІЇ

Досвід Німеччини у вирощуванні райдужної форелі може бути використаний в Україні для підвищення ефективності вітчизняного форелівництва, особливо в регіонах із придатними природними умовами. Найперспективнішими для розвитку цього напрямку є території з наявністю холодних проточних вод, стабільним кисневим режимом і можливістю організації контрольованого водообміну. В Україні такими регіонами можуть бути передусім Карпати, Прикарпаття, Закарпаття, окремі райони Буковини та інші місцевості, де є гірські й передгірні водотоки.

Доцільно ширше впроваджувати німецький підхід до поєднання виробничої ефективності з екологічною безпекою. Форелеві господарства в Україні повинні орієнтуватися не лише на збільшення обсягів вирощування, а й на контроль якості води, зменшення органічного навантаження на водойми, раціональне використання кормів і очищення стічних вод. Це дозволить уникнути забруднення малих річок і забезпечити стабільний розвиток господарств без погіршення стану водних екосистем.

Одним із важливих напрямів є модернізація технологічної бази форелевих господарств. Українським виробникам варто поступово впроваджувати системи постійного контролю температури, розчиненого кисню, рН, амонію та нітритів. Навіть прості автоматизовані датчики можуть значно знизити ризик загибелі риби через погіршення якості води. Для інтенсивних господарств доцільним є використання додаткової аерації, механічного очищення води, відстійників і біофільтрів.

Перспективним є розвиток рециркуляційних аквакультурних систем, однак їх доцільно впроваджувати поступово, з урахуванням вартості енергії, технічного обслуговування та кваліфікації персоналу. Для малих господарств більш реалістичним може бути не повний перехід на замкнуті системи, а поєднання традиційного проточного вирощування з елементами очищення, аерації та повторного використання частини води.

В Україні варто посилити увагу до якості посадкового матеріалу. Використання здорової, однорідної та життєздатної молоді дозволяє зменшити втрати, підвищити темпи росту і отримати більш вирівняну товарну партію. Доцільно розвивати спеціалізовані репродуктори, які б забезпечували господарства якісним мальком і підтримували ветеринарний контроль на ранніх етапах вирощування.

Важливим напрямом підвищення ефективності є оптимізація годівлі. Українським форелевим господарствам слід використовувати корми з високою засвоюваністю, контролювати добові норми годівлі та уникати перевитрат корму. Це має подвійний ефект: зменшує собівартість продукції та скорочує забруднення води залишками кормів і продуктами обміну. Доцільно впроваджувати журнали обліку годівлі, приросту маси і витрат корму на одиницю продукції.

Німецький досвід показує, що економічна ефективність форелівництва залежить не лише від обсягів виробництва, а й від доданої вартості продукції. Тому українським виробникам варто розвивати переробку: охолоджену патрану рибу, філе, копчену форель, вакуумне пакування, напівфабрикати та продукцію для локальних торговельних мереж і закладів громадського харчування. Це дозволить підвищити прибутковість навіть за порівняно невеликих обсягів вирощування.

Доцільно розвивати локальні бренди форелевої продукції. Для споживача важливими є походження риби, свіжість, якість води, екологічність виробництва і безпечність продукції. Українські господарства можуть використовувати переваги регіонального походження, особливо в Карпатському регіоні, де форель природно асоціюється з чистою водою та якісною локальною продукцією.

Слід ширше впроваджувати систему простежуваності продукції. Покупець має отримувати інформацію про походження риби, умови вирощування, дату вилову або переробки, спосіб зберігання та виробника.

Такий підхід підвищує довіру до продукції та відкриває можливості для виходу на преміальні ринки.

Окрему увагу потрібно приділяти охороні водойм. Форелеві господарства повинні мати системи відстоювання або фільтрації стічної води, контролювати вміст завислих речовин, азоту і фосфору, а також не допускати потрапляння залишків корму, дезінфікуючих засобів і лікарських препаратів у природні водотоки. Це особливо важливо для малих річок, які мають обмежену здатність до самоочищення.

Доцільним є створення демонстраційних форелевих господарств, де можна було б поєднати сучасні технології вирощування, очищення води, автоматизований контроль і переробку продукції. Такі господарства могли б бути навчально-практичною базою для студентів, фермерів і спеціалістів рибного господарства.

Варто посилити підготовку фахівців для аквакультури. Ефективне форелівництво потребує знань з іхтіології, гідрохімії, годівлі, ветеринарії, економіки, охорони праці та екології. Практична підготовка студентів повинна включати вимірювання риби, оцінку її товарного стану, контроль води, розрахунок кормових витрат і аналіз економічних показників господарства.

Для малих і середніх виробників доцільною є кооперація. Спільна закупівля кормів, малька, обладнання, ветеринарних послуг, пакування і збуту може зменшити витрати та підвищити конкурентоспроможність. Такий підхід особливо важливий для невеликих українських господарств, які не можуть самостійно забезпечити повний цикл виробництва і реалізації.

На державному рівні доцільно підтримувати модернізацію форелевих господарств через доступні кредити, грантові програми, компенсацію частини витрат на енергоефективне обладнання, очищення води та сертифікацію продукції. Така підтримка дозволила б підвищити екологічну безпеку виробництва і зробити українську форель більш конкурентоспроможною.

В умовах повномасштабної війни росії проти України розвиток форелівництва набуває додаткового значення для продовольчої безпеки

держави. Руйнування інфраструктури, мінування територій, порушення логістики, зростання вартості енергоносіїв, кормів і ветеринарних препаратів ускладнюють роботу рибницьких господарств. Частина водних об'єктів зазнала прямого або опосередкованого впливу бойових дій, що створює додаткові ризики для якості води, стану іхтіофауни та безпечності рибної продукції. У таких умовах особливо важливим є розвиток контрольованої аквакультури, яка може забезпечувати стабільне виробництво риби незалежно від скорочення природного вилову.

Досвід Німеччини може бути корисним для України саме в контексті післявоєнного відновлення рибного господарства. Йдеться не лише про запозичення технологій вирощування форелі, а й про впровадження системного підходу до управління водними ресурсами, контролю якості води, очищення стічних вод і виробництва продукції з доданою вартістю. Для України це має практичне значення, оскільки відновлення галузі повинно відбуватися не за застарілими моделями, а з урахуванням енергоефективності, екологічної безпеки та стійкості до кризових умов.

Важливим напрямом є створення невеликих і середніх форелевих господарств у відносно безпечних регіонах із придатними природними умовами. Такі господарства можуть забезпечувати місцеве населення якісною білковою продукцією, створювати робочі місця, підтримувати економіку громад і зменшувати залежність від імпортової риби. Особливо актуальним це є для західних областей України, де є доступ до холодних проточних вод і де ризики прямого впливу бойових дій є нижчими порівняно з прифронтовими територіями.

У воєнний і післявоєнний період доцільно підтримувати форелеві господарства через державні та міжнародні програми відновлення. Пріоритетними мають бути гранти або пільгові кредити на закупівлю енергоефективного обладнання, систем аерації, фільтрації, резервного електроживлення, якісного посадкового матеріалу та кормів. Наявність генераторів, автономних систем контролю кисню і резервного водопостачання

є особливо важливою, оскільки аварійне відключення електроенергії у форелевому господарстві може швидко призвести до загибелі риби.

Окрему увагу слід приділити екологічному відновленню водойм, які постраждали внаслідок війни. Перед розміщенням або відновленням рибницьких господарств необхідно проводити оцінку якості води, перевіряти вміст забруднювачів, контролювати стан донних відкладів і враховувати можливі наслідки руйнування промислових, комунальних або гідротехнічних об'єктів. У цьому напрямі корисним є німецький досвід постійного моніторингу водойм і поєднання виробничого розвитку з природоохоронними вимогами.

Отже, використання німецького досвіду в Україні має ґрунтуватися не на механічному копіюванні окремих технологій, а на адаптації найкращих практик до місцевих умов і сучасних викликів, спричинених повномасштабною війною. Найбільш доцільними є розвиток господарств у регіонах із якісними холодними водами, впровадження контролю якості води, раціональна годівля, очищення стоків, підвищення якості посадкового матеріалу, переробка продукції, створення локальних брендів і підтримка енергонезалежності господарств. Такий підхід дасть змогу підвищити ефективність українського форелівництва, посилити продовольчу безпеку, створити додаткові можливості для післявоєнного відновлення та одночасно зберегти екологічний стан водойм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hosseinpour F., Vazirzadeh A., Farhadi A. et al. Acclimation to higher temperature and antioxidant supplemented diets improved rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) resilience to heatwaves. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. Article 11375. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62130-y>
2. Crichigno S. A., Becker L. A., Orellana M., Larraza R., Mirena G., Battini M. A., Cussac V. E. Rainbow trout adaptation to a warmer Patagonia and its potential to increase temperature tolerance in cultured stocks. *Aquaculture Reports*. 2018. Vol. 9. P. 82-88. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.11.001>
3. Magnoni L. J., Eding E., Leguen I. et al. Hypoxia, but not an electrolyte-imbalanced diet, reduces feed intake, growth and oxygen consumption in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. Article 4965. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23352-z>
4. Lagarde H., Phocas F., Pouil S., Goardon L., Bideau M., Guyvarc'h F., Labbé L., Dechamp N., Prchal M., Dupont-Nivet M., Lallias D. Are resistances to acute hyperthermia or hypoxia stress similar and consistent between early and late ages in rainbow trout using isogenic lines? *Aquaculture*. 2023. Vol. 562. Article 738800. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738800>
5. Zhang Y., Zhou J., Wu M. et al. Impact of Different Aquaculture Densities on the Growth Performance and Intestinal Health of Triploid Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fry in High-altitude Environments. *Microbial Ecology*. 2026. Vol. 89. Article 24. URL: <https://doi.org/10.1007/s00248-025-02653-7>
6. Weirup L., Schulz C., Seibel H., Aerts J. Scale cortisol is positively correlated to fin injuries in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in commercial flow through systems. *Aquaculture*. 2021. Vol. 543. Article 736924. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736924>
7. Reiser S., Sähn N., Pohlmann D. M., Willenberg M., Focken U. Rearing juvenile brown *Salmo trutta* (L.), and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*

- (Walbaum), in earthen ponds with and without an induced current. *Journal of Applied Aquaculture*. 2021. Vol. 33, Issue 1. P. 32-52. URL: <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1678545>
8. Subramani P. A., Gennaraki M. A., Emami N., Gabel M., Schubert H., Hölzel M.-B., Reiser S., Scharsack J. P. Environmental enrichment as an immunostimulant for rainbow trout aquaculture. *Scientific Reports*. 2026. Vol. 16. Article 12367. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-026-44702-2>
 9. Wind T., Schumann M., Hofer S., Schulz C., Brinker A. Life cycle assessment of rainbow trout farming in the temperate climate zone based on the typical farm concept. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 380. Article 134851. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134851>
 10. World Integrated Trade Solution. Germany Live trout exports and imports by country, 2024. URL: <https://wits.worldbank.org/>
 11. World Integrated Trade Solution. Germany Fresh or chilled trout exports and imports by country, 2024. URL: <https://wits.worldbank.org/>
 12. World Integrated Trade Solution. Germany Frozen trout exports and imports by country, 2024. URL: <https://wits.worldbank.org/>
 13. Statistisches Bundesamt. Aquaculture production in Germany, 2024. URL: <https://www.destatis.de/>
 14. Ababouch L., Nguyen K. A. T., Castro de Souza M., Fernandez-Polanco J. Value chains and market access for aquaculture products. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2023. Vol. 54, Issue 2. P. 527-553. URL: <https://doi.org/10.1111/jwas.12964>
 15. Rosenau S., Wolgast T., Altmann B., Risius A. Consumer preference for altered color of rainbow trout fillet induced by *Spirulina* (*Arthrospira platensis*). *Aquaculture*. 2023. Vol. 572. Article 739522. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739522>
 16. Hoerterer C., Petereit J., Krause G. Informed choice: The role of knowledge in the willingness to consume aquaculture products of different groups in

- Germany. Aquaculture. 2022. Vol. 556. Article 738319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738319>
17. Ankamah-Yeboah I., Jacobsen J. B., Olsen S. B., Nielsen M., Nielsen R. The impact of animal welfare and environmental information on the choice of organic fish: An empirical investigation of German trout consumers. Marine Resource Economics. 2019. Vol. 34, Issue 3. P. 247-266. URL: <https://doi.org/10.1086/705235>
18. Bittmann T., Bronnmann J., Gordon D. V. Product differentiation and dynamics of cost pass-through in the German fish market: An error-correction-distance measure approach. Journal of Commodity Markets. 2020. Vol. 19. Article 100105. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2019.100105>
19. Бургаз М. І., Соборова О. М. Feed policy in Ukrainian aquaculture: trends, challenges, and impact on competitiveness. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2025. Т. 27, № 102. С. 349-354. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10249>
20. Pasch J., Palm H. W. Economic Analysis and Improvement Opportunities of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Aquaculture in Northern Germany. Sustainability. 2021. Vol. 13, Issue 24. Article 13569. URL: <https://doi.org/10.3390/su132413569>
21. Єрмакова О. А., Бьорндал Т. Current state and prospects of investment attraction into the aquaculture sector in Ukraine. Economic Innovations. 2023. Vol. 25, Issue 4(89). P. 44-57. URL: [https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.4\(89\).44-57](https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.4(89).44-57)
22. Пойда-Носик Н., Каліна І. Оцінка фінансової безпеки галузі аквакультури як чинника її конкурентоспроможності в умовах продовольчих криз. Acta Academiae Beregsasiensis. Economics. 2025. № 11. С. 396-408. URL: <https://doi.org/10.58423/2786-6742/2025-11-396-408>

- 23.Купінець Л. Є., Шершун О. М. State and prospects of organic aquaculture sector development in Ukraine. *Economic Innovations*. 2023. Vol. 25, Issue 1(86). P. 70-83. URL: [https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.1\(86\).70-83](https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.1(86).70-83)
- 24.Матіїв І., Коновалов Р. Practical solutions regulating the development of the fisheries industry on the basis of resource conservation in the aspect of challenges to the national and economic security of Ukraine. *Economics and Business Management*. 2023. Vol. 14, № 1. P. 76-89. URL: [https://doi.org/10.31548/economics14\(1\).2023.005](https://doi.org/10.31548/economics14(1).2023.005)
25. Bjørndal T., Dey M. M., Tusvik A. Economic analysis of the contributions of aquaculture to future food security. *Aquaculture*. 2024. Vol. 578. Article 740071. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740071>
- 26.Булейко А.А. Техногенний вплив на сучасний стан видового складу іхтіофауни р. Самара в Новомосковському районі Дніпропетровської області. *Екологія та ноосферологія*, Дніпро: ДНУ, 2023, 34 (1), р. 49-53. doi: 10.15421/032308 <https://en.dp.ua/index.php/en/article/view/1407>
- 27.Kirschke S., Häger A., Kirschke D., Völker J. Agricultural Nitrogen Pollution of Freshwater in Germany. *The Governance of Sustaining a Complex Problem*. *Water*. 2019. Vol. 11, Issue 12. Article 2450. URL: <https://doi.org/10.3390/w11122450>
- 28.Ta P., Tetzlaff B., Trepel M., Wendland F. Implementing a Statewide Deficit Analysis for Inland Surface Waters According to the Water Framework Directive: An Exemplary Application on Phosphorus Pollution in Schleswig-Holstein (Northern Germany). *Water*. 2020. Vol. 12, Issue 5. Article 1365. URL: <https://doi.org/10.3390/w12051365>
- 29.Markert N., Guhl B., Feld C. K. Water quality deterioration remains a major stressor for macroinvertebrate, diatom and fish communities in German rivers. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 907. Article 167994. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167994>
- 30.El Hourani M., Härtling J., Broll G. Hydromorphological Assessment as a Tool for River Basin Management: Problems with the German Field Survey Method

- at the Transition of Two Ecoregions. *Hydrology*. 2022. Vol. 9, Issue 7. Article 120. URL: <https://doi.org/10.3390/hydrology9070120>
31. Dalsgaard J., von Ahnen M., Naas C., Pedersen P. B. Nutrient removal in a constructed wetland treating aquaculture effluent at short hydraulic retention time. *Aquaculture Environment Interactions*. 2018. Vol. 10. P. 329-343. URL: <https://doi.org/10.3354/aei00272>
32. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>
33. Про затвердження Положення про систему управління охороною праці у рибному господарстві України : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 27.06.2012 № 376. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1313-12>
34. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : наказ Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0231-05>
35. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями : наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 19.12.2013 № 966. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0327-14>
36. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : наказ Міністерства соціальної політики України від 29.11.2018 № 1804. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1494-18>

- 37.Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : НПАОП 40.1-1.21-98. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=47256
- 38.Булейко А.А. Вплив живлення риб на якість рибопродукції в умовах забруднення водного середовища хімічними речовинами. Екологія та ноосферологія, Дніпро: ДНУ, 2025, 36 (1), р. 45-52. doi: 10.15421/032506 <https://en.dp.ua/index.php/en/index>
- 39.Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/5403-17>
- 40.Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0252-15>
- 41.Булейко А.А. Дослідження впливу живлення риб на прикладі коропа (*Cyprinus carpio* L.) в умовах забруднення хімічними речовинами водного середовища. Екологія та ноосферологія, Дніпро: ДНУ, 2024, 35 (1), р. 72-77. doi: 10.15421/032412 <https://en.dp.ua/index.php/en/article/view/1472>
- 42.Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві : постанова Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 № 337. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/337-2019-%D0%BF>
- 43.Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях : постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/444-2013-%D0%BF>