

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КОНДРАТЮК ВАДИМ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 639.3.043:636.085.13:639.211.3

**ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТА ПРОТЕЇНОВОГО ЖИВЛЕННЯ РАЙДУЖНОЇ
ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)**

Спеціальність 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів»

Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Біла Церква–2022

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Форелівництво – важлива галузь прісноводного рибництва України, обсяги виробництва якої постійно зростають. Відомо, що витрати на спеціалізовані високопродуктивні корми досягають 70 % від загальної собівартості риби. Це актуалізує дослідження, які спрямовані на оптимізацію живлення риб.

Важливою умовою успішного ведення згаданої галузі рибництва визнано забезпечення біологічно повноцінного живлення райдужної форелі. Як зазначають ряд дослідників (Ібатуллін І.І. та ін., 2012; Грициняк І. І. та ін., 2017; Півторак Я.І. та ін, 2018, 2019; Худий О.І. та ін. 2018, 2019), на продуктивність риб і якість продукції суттєво впливає вміст у раціоні енергії, сирого протеїну, амінокислот та їх співвідношення. Деякі автори вважають, що на ріст і розвиток молоді райдужної форелі суттєвий вплив виявляють рівень сирого протеїну та амінокислот у їх раціоні.

До цього часу досліджень, орієнтованих на нормовану годівлю такого виду риб, проведено ще недостатньо і вони значно різняться між собою. Зокрема, за даними низки зарубіжних компаній та рекомендацій NRC і FAO науковці рекомендують для різних стадій вирощування форелі комбікорми, які містять від 40 до 65 % сирого протеїну та від 15 до 28 МДж/кг обмінної енергії. Аналогічна ситуація спостерігається і за амінокислотами.

У форелевих господарствах України за використання комбікормів власного виробництва постає питання щодо з'ясування потреби райдужної форелі в енергії, протеїні та амінокислотах з метою досягнення максимальної реалізації її біологічного потенціалу продуктивності.

Таким чином, незважаючи на помітні досягнення у вирішенні важливих проблем нормованої годівлі райдужної форелі, на сьогодні існує необхідність поглиблення та удосконалення теоретичних і практичних положень щодо визначення оптимальних норм годівлі, а також принципів і критеріїв її повноцінності, розробки способів управління розвитком морфо-функціональних та наростанням продуктивних ознак організму шляхом кількісної регуляції основних параметрів живлення риб. У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на розробку нових науково обґрунтованих підходів до технологічних основ підвищення ефективності використання поживних речовин комбікормів у форелівництві з метою забезпечення високої рибопродуктивності нині актуальні та мають важливе народногосподарське значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного НУБіП України за ініціативною науково-дослідною темою: «Обґрунтування енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення райдужної форелі» (номер державної реєстрації 0119U103468) та за грантовою програмою Erasmus + «Improving skills in laboratory practice for agro-food specialists in Eastern Europe» (проект КА2 n° 586383-EPP-1-2017-1-SI-EPPKA2-SBHE-JP (2017-2978/001-001).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – теоретично обґрунтувати й експериментально встановити оптимальні рівні енергії, протеїну, лізину та

метіоніну у комбікормах для форелі та вивчити їх вплив на продуктивність риби та якість продукції.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання:

- вивчити вплив різного вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах на ріст форелі, її збереженість та витрати корму;
- оцінити морфологічний склад тіла райдужної форелі під впливом різного енергетичного та протеїнового живлення;
- дослідити біохімічні показники крові форелі і встановити їх зв'язок із вмістом у комбікормах обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну;
- з'ясувати вплив різного енергетичного і протеїнового живлення на хімічний, амінокислотний та ліпідний склад м'яса товарної риби;
- розробити математичні моделі росту різних вікових груп райдужної форелі залежно від різного вмісту енергії, протеїну та амінокислот у комбікормах;
- встановити кореляційні залежності нормованих елементів живлення та показників продуктивності райдужної форелі на всіх етапах її вирощування;
- обґрунтувати оптимальні рівні обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах за вирощування форелі;
- виконати розрахунок економічної ефективності застосування розроблених норм у форелівництві.

Об'єкт дослідження – енергетичне і протеїнове живлення райдужної форелі та його вплив на показники рибопродуктивності.

Предмет дослідження – показники росту райдужної форелі, збереженість, витрати корму, хімічний склад м'язів, гематологічні та біохімічні показники крові.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішували з використанням таких методів: зоотехнічних (постановка дослідів, аналіз живлення, визначення рибопродуктивності); гематологічних (біохімічні та морфологічні); статистичних (біометрична обробка дослідних даних, кореляційний аналіз); аналітичних (огляд літератури, аналіз й узагальнення результатів) та виробничої апробації.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше теоретично обґрунтовано й експериментально встановлено основні закономірності та оптимальні параметри енергетичного і протеїнового живлення райдужної форелі у різні періоди її вирощування в умовах холодноводних господарств Закарпаття України. Набула подальшого розвитку теорія адекватного живлення з огляду на встановлення синергічної дії оптимальних рівнів енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну. Розширено розуміння концепції «ідеального протеїну» в годівлі райдужної форелі, а саме встановлено оптимальне співвідношення лізин : метіонін у різні періоди вирощування риби.

Виявлено лінійний характер відповіді організму форелі на різні рівні надходження енергії і протеїну та нелінійний – на рівні лізину і метіоніну, що дає підставу перегляду принципів нормування годівлі райдужної форелі та свідчить про складність інтерпретації результатів досліджень.

Встановлено, що із збільшенням обмінної енергії у продукційному комбікормі від 18 до 20 МДж/кг на 11,5 % збільшується маса риби та на 5,8-14,3 % підвищується її інтенсивності росту.

Доведено, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі для личинок і мальків

форелі від 54 до 58 % викликає збільшення їхньої маси тіла на 14,4 % та інтенсивності росту на 8,4-19,2 %, а вміст протеїну у кормах для цьоголіток райдужної форелі на рівні 56 % (маса до 10 г) та 54 % (маса понад 10 г) призводить до збільшення їхньої маси тіла на 8,2-12,3 %.

Відзначено стимулюючий вплив лізину й метіоніну у кількості 3,2 і 1,1 % відповідно на збільшення маси тіла личинок і мальків райдужної форелі на 10,7 % та збільшення інтенсивності росту на 6,4-11,1 % відповідно.

Обґрунтовано ефективний вміст лізину і метіоніну у продукційному комбікормі для товарної райдужної форелі на рівні 2,8 та 0,95 % відповідно, за незмінної його поживності за енергією, протеїном і жиром.

Потреба мальків, цьоголіток і товарної райдужної форелі щодо лізину й метіоніну залежно від її віку та на одиницю виробленої маси тіла вирізняється криволінійною залежністю.

Встановлено, що зміна рівня протеїну у комбікормах райдужної форелі на всіх етапах вирощування виявляє більший ступінь впливу на її продуктивність, ніж зміна рівнів енергетичного та амінокислотного живлення.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено особливості впливу рівнів енергії, протеїну та лізину і метіоніну у раціонах райдужної форелі на продуктивність останньої на всіх етапах вирощування.

Удосконалено параметри нормування вмісту енергії, протеїну і зазначених амінокислот у комбікормах для форелі залежно від їхнього рівня та періоду вирощування риби. Це дозволяє оптимізувати ріст райдужної форелі за етапами її вирощування, підвищити продуктивність та знизити витрати корму на виробництво одиниці продукції від 6 до 15 %, собівартість її виробництва від 8 до 32 % та підвищити рівень рентабельності виробництва від 4 до 15 %.

Розроблені рівняння регресії щодо взаємозв'язку між різними рівнями енергії, протеїну та амінокислот у раціонах форелі різного віку дозволяють прогнозувати і контролювати енергетичне, протеїнове та амінокислотне живлення форелі залежно від періоду її вирощування.

Розроблені норми і програми живлення райдужної форелі впроваджено в умовах товариства з додатковою відповідальністю «Закарпатський рибокомбінат» Мукачівського району Закарпатської області. Одержані результати досліджень можуть бути використані у підготовці фахівців ОС «Бакалавр» і «Магістр» за спеціальностями «Водні біоресурси та аквакультура» і «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва» у закладах вищої освіти.

Особистий внесок здобувача. Дисертант особисто обґрунтував нові наукові положення, які покладено в основу дисертаційної роботи, сформулював мету та визначив основні етапи досліджень. Усі матеріали досліджень опрацьовано здобувачем самостійно, систематизовано та оформлено у вигляді дисертаційної роботи; він є автором викладених у дисертації ідей, гіпотез, наукових висновків та положень. З усіх публікацій, здійснених здобувачем у співавторстві, за згодою співвиконавців, використано лише його особисті дослідження. Аналіз та узагальнення, впровадження результатів досліджень у виробництво виконані здобувачем особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи

доповідалися і схвалені на: засіданнях кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного; щорічних звітних науково-практичних конференціях факультету тваринництва та водних біоресурсів і вчених радах НУБіП України (м. Київ, 2014-2021 рр.); наукових конференціях: міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми годівлі сільськогосподарських тварин і технології кормів» (м. Київ, 2015 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті» (м. Київ, 2020 р.); 74-й всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 2020 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва екологічно чистої продукції тваринництва» (м. Біла Церква, 2020 р.); міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Сучасні підходи до вивчення та нормування амінокислотного живлення тварин» (м. Київ, 2020 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Наука про годівлю в інтелектуальному просторі сучасності» (м. Харків, 2020 р.); 75-й всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 2021 р.); міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи» (м. Київ, 2021 р.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи висвітлено у 26 наукових публікаціях як в українських, так і в закордонних виданнях, з яких 22 статті у періодичних виданнях, у тому числі 3 публікації, що входять до наукометричних баз Scopus і WoS.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 444 сторінках тексту комп'ютерного набору і складається із вступу, огляду літератури, матеріалу та методики досліджень, результатів досліджень та їх узагальнення, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 163 таблиці і 52 рисунки. Список використаних літературних джерел налічує 309 найменувань, з яких 107 – іноземною мовою.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури за темою і вибір напрямів досліджень. На основі джерел літератури досліджено основні питання енергетичного й протеїнового живлення райдужної форелі та їх нормування в раціонах з урахуванням віку, типу годівлі і температурних коливань води. Визначено кормові фактори, які впливають на рибопродуктивність райдужної форелі впродовж усього періоду онтогенезу. Встановлено перелік невирішених проблем щодо оптимізації живлення райдужної форелі на всіх етапах її вирощування. Визначено перспективні шляхи наукових досліджень для їх усунення.

Матеріал та методики досліджень. Експериментальні дослідження з райдужною фореллю *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) виконано упродовж 2014-2020 рр. в умовах форелевого господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області (рис. 1).



Рис. 1. Загальна схема досліджень

Одержані зразки вивчали в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК, Інституті біохімії імені О. В. Палладіна НАН України, навчально-науковій лабораторії м'ясних, рибних та морепродуктів НУБіП України.

Експериментальні дослідження здійснено у дванадцяти науково-господарських дослідках. Дослідження виконували у три етапи. **Перший етап досліджень** – спрямований на вивчення впливу різних рівнів енергетичного живлення райдужної форелі на її продуктивні ознаки і встановлення зв'язків між ними та обґрунтування оптимальних параметрів енергетичного живлення форелі. З цією метою проведено чотири науково-господарські досліді на личинках, мальках, цьоголітках та дволітках товарної форелі (табл. 1).

Таблиця 1

Схема науково-господарських дослідів першого етапу досліджень
(визначення рівнів енергії в комбікормах)

Група	Кількість екземплярів у групі на початок досліді	Середня маса на початок досліді, г	Періоди досліді	
			зрівняльний	основний
			Рівень обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30 діб)				
1-контрольна	40000	0,151±0,0072	16,0	16,0
2-дослідна	40000	0,148±0,0045		14,0
3-дослідна	40000	0,153±0,0084		15,0
4-дослідна	40000	0,150±0,0102		17,0
5-дослідна	40000	0,152±0,0093		18,0
Цьоголітки (до маси 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)				
1-контрольна	20000	1,16±0,107	17,0	17,0
2-дослідна	20000	1,14 ± 0,098		15,0
3-дослідна	20000	1,17 ± 0,093		16,0
4-дослідна	20000	1,13 ± 0,101		18,0
5-дослідна	20000	1,14± 0,099		19,0
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)				
1-контрольна	20000	10,23±0,408	18,0	18,0
2-дослідна	20000	10,02±0,397		16,0
3-дослідна	20000	10,41±0,403		17,0
4-дослідна	20000	10,37±0,496		19,0
5-дослідна	20000	10,14±0,358		20,0
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)				
1-контрольна	5000	50,2±1,72	18,0	18,0
2- дослідна	5000	50,7±2,41		16,0
3- дослідна	5000	50,5±3,14		17,0
4- дослідна	5000	50,9±1,53		19,0
5- дослідна	5000	50,3±2,83		20,0

Досліди з райдужною фореллю у перший рік вирощування здійснено з личинками, мальками та цьоголітками до маси 25 г.

Другий етап досліджень передбачав розробку параметрів оптимального протеїнового живлення райдужної форелі. Виконано чотири науково-господарських досліди, що спрямовані на встановлення змін у показниках продуктивних та функціональних якостей організму форелі за рахунок різного протеїнового живлення (табл. 2).

Таблиця 2

**Схема науково-господарських дослідів другого етапу досліджень
(визначення рівнів протеїну в комбікормах)**

Група	Кількість екземплярів у групі на початок дослідів	Середня маса на початок дослідів, г	Періоди дослідів	
			зрівняльний	основний
			Уміст сирого протеїну в 1 кг комбікорму, %	
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30діб)				
1-контрольна	40000	0,162±0,0123	54	54
2-дослідна	40000	0,167±0,0114		50
3-дослідна	40000	0,160±0,0147		52
4-дослідна	40000	0,165±0,0136		56
5-дослідна	40000	0,163±0,0102		58
Цьоголітки (до маси 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)				
1-контрольна	20000	1,14±0,114	52	52
2-дослідна	20000	1,14±0,102		48
3-дослідна	20000	1,12±0,095		50
4-дослідна	20000	1,15±0,107		54
5-дослідна	20000	1,11±0,088		56
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)				
1-контрольна	20000	10,58±0,389	50	50
2-дослідна	20000	10,70±0,429		46
3-дослідна	20000	10,74±0,395		48
4-дослідна	20000	10,61±0,370		52
5-дослідна	20000	10,42±0,324		54
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)				
1-контрольна	5000	55,3±2,48	48	48
2- дослідна	5000	56,1±2,13		44
3- дослідна	5000	54,8±2,37		46
4- дослідна	5000	55,1±3,13		50
5- дослідна	5000	54,5±2,99		52

На третьому етапі дослідження головним завданням стало визначення впливу на продуктивні та функціональні показники форелі амінокислотного живлення за двома основними лімітуючими амінокислотами – лізин та метіонін. Для цього, як і у попередньому етапі, проведено чотири науково-господарські досліди, в яких до раціону додатково вводили синтетичні амінокислоти – лізин та метіонін (табл. 3).

Таблиця 3

Схема науково-господарських дослідів третього етапу досліджень
(визначення рівнів лізину і метіоніну в комбікормах)

Група	Кількість екземплярів у групі на початок дослідів	Середня маса на початок дослідів, г	Періоди дослідів			
			зрівняльний		основний	
			Уміст в 1 кг комбікорму, %			
			лізин	метіонін	лізин	метіонін
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30 діб)						
1-контрольна	40000	0,156±0,0145	3,1	1,05	3,1	1,05
2-дослідна	40000	0,154±0,0103			2,9	0,95
3-дослідна	40000	0,158±0,0149			3,0	1,00
4-дослідна	40000	0,156±0,0135			3,2	1,10
5-дослідна	40000	0,153±0,0116			3,3	1,15
Цьоголітки (до маси 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)						
1-контрольна	20000	1,03±0,092	3,0	1,00	3,0	1,00
2-дослідна	20000	1,06±0,078			2,8	0,90
3-дослідна	20000	1,01±0,068			2,9	0,95
4-дослідна	20000	1,05±0,089			3,1	1,05
5-дослідна	20000	1,02±0,102			3,2	1,10
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)						
1-контрольна	20000	10,21±0,375	2,9	0,95	2,9	0,95
2-дослідна	20000	10,26±0,334			2,7	0,85
3-дослідна	20000	10,52±0,269			2,8	0,90
4-дослідна	20000	10,28±0,398			3,0	1,00
5-дослідна	20000	10,49±0,416			3,1	1,05
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)						
1-контрольна	5000	53,9±3,17	2,7	0,9	2,7	0,90
2- дослідна	5000	53,4±2,86			2,5	0,80
3- дослідна	5000	54,2±3,74			2,6	0,85
4- дослідна	5000	52,7±3,29			2,8	0,95
5- дослідна	5000	54,0±3,06			2,9	1,00

Для підрощування личинок і вирощування мальків до маси 1 г використовували лотки площею 4 м² за щільності посадки 10 та 5 тис. екз./м² відповідно, рівень води в ємностях для личинок становив 0,2 м, для мальків – 0,5 м. Оптимальна температура води при підрощуванні перебувала в межах 10-14°C, повний водообмін відбувався за 10-15 хв. Лотки очищали від залишків кормів і

екскрементів риби через 30 хв після кожної годівлі, застосовуючи сифони, трубки та спеціальні щітки.

Вирощування цьоголіток із мальків масою 1 г проводили в ставах за щільності посадки 200 екз./м² і рівня води в таких 1 м. Температура води впродовж вегетаційного періоду перебувала у межах 13–16°C.

Вирощування товарних дволіток з однорічок відбувалося у ставах площею 100 м² за щільності посадки 50 екз./м² і рівня води в них 1 м. Повний водообмін тут відбувався за 30–60 хв.

Годівлю райдужної форелі в личинковий і мальковий період досліджень організовували впродовж світлого часу доби не менше 12 разів. Цьоголіток і дволіток впродовж вегетаційного періоду годували 4-6 разів на добу. У годівлі під час личинкового й малькового періодів використовували крупку, а у стартовий та ростовий періоди – гранульований комбікорм з діаметром гранул відповідно до маси риби. Годівлю риби у кожному досліді здійснювали згідно з розробленими таблицями відповідно до її маси. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси риби і температури середовища.

У зрівняльний період дослідів усі риби піддослідних груп споживали комбікорм, призначений для контрольної групи. В основний період досліджень рівень обмінної енергії, протеїну та амінокислот в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti).

На всіх етапах досліджень піддослідних личинок, мальків і цьоголіток зважували раз на 5 днів. Індивідуальну масу личинок визначали з використанням електронних терезів, де їх зважували з точністю до 1 мг. Маса дорослих риби визначали на електронних терезах у відтарованій ємності з водою, з точністю до 0,1 г. Утримання форелі відбувалося в промислових умовах за загальновизнаними у форелівництві методиками (Канидєв А. Н. 1985, СОУ – 05.01.-37-385:2006, 2006).

Синтетичні препарати амінокислот вводили у комбікорм методом вагового дозування та багатоступеневого змішування. Збереженість встановлювали за даними обліку загибелі піддослідних риби.

Основою дослідження темпу росту райдужної форелі стали результати контрольних ловів. Зважуванню піддавали не менше 100 екз. риби. Для характеристики інтенсивності росту використовували показники абсолютного, відносного і середньодобового приростів маси риби.

Витрати корму розраховували як за окремими періодами, так і в цілому за весь період дослідів як відношення кількості корму, згодованого рибі до одиниці приросту її маси тіла.

Загальний хімічний склад води вивчали на початку і кінці експериментів, відповідно до загальноприйнятих у рибистві методик (Алекин О.А., 1970). Температуру води вимірювали тричі на день (вранці, опівдні та ввечері).

Для підрахунку личинок і мальків застосовували метод еталону. Контрольні лови для визначення темпу росту і фізіологічного стану досліджуваних вікових груп форелі здійснювали раз у п'ять днів (для молоді й цьоголіток) та раз у декаду (за

вирощування товарної риби). Стосовно даних з виживання різновікових груп – враховували щоденний відхід риби впродовж вегетаційного сезону.

Морфологічні показники визначали у крові риби, яку відбирали із серця, застосовуючи антикоагулянт гепарин. У крові досліджували концентрацію гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, використовуючи загальноприйняті в клінічній практиці методи. Крім гематологічних показників, у риби розраховували лейкоцитарну формулу та контролювали ШОЕ. Для одержання морфологічних показників крові риби використовували аналізатор Micros-60 (Франція).

Зразки крові відбирали з серця за допомогою ін'єкційної голки, яку вводили із черевної сторони по сагітальній лінії між грудними плавцями. Гематологічні показники визначали за стандартними методами, прийнятими у рибництві.

Товарні якості райдужної форелі визначали за основними показниками розмірно-масового складу сировини – масою голови, плавників, м'язової тканини, кісток, шкіри та внутрішніх органів. Для дослідження використовували рибу у кількості 5 екземплярів середньою масою по групі. Отримані після розробки зразки риби характеризували за загальним хімічним складом, вмістом мінеральних речовин, амінокислотним складом білків і жирнокислотним складом ліпідів.

Масову частку вологи визначали методом висушування зразка продукту до постійної маси за температури 100-105 ° С за ДСТУ 8029:2015; масову частку золи – ваговим методом, після мінералізації наважки продукту в муфельній печі за температури 500-600 ° С за ДСТУ 8718:2017; масову частку ліпідів – методом Сокслета згідно ДСТУ 8717:2017; масову частку білка – згідно з ДСТУ 8030:2015; масову частку амінокислот – методом іонообмінної хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот Biotronik LC 2000 (Німеччина); частку триптофану – колориметричним методом після лужного гідролізу досліджуваних зразків.

Вміст жирних кислот визначали хроматографічним методом. Ідентифікацію піків на хроматограмі виконували методом розрахунку «вуглецевих чисел», а також шляхом використання хімічно чистих, стандартних розчинів, метилових ефірів жирних кислот. Вміст окремих жирних кислот за результатами газохроматографічного аналізу – хроматограмами, обчислювали за формулою, яка включає поправочні коефіцієнти для кожної із них. Поправочні коефіцієнти знаходили як відношення площ піків (зокрема висот піків) гептадеканової (внутрішній стандарт) і досліджуваної кислот при концентрації 1:1 та ізотермічному режимі роботи газорідного хроматографа.

На основі отриманих показників, для повнішої й різнобічнішої характеристики сировини визначено наступні показники: білково-водний коефіцієнт, жиру-водний коефіцієнт, коефіцієнт біологічної ефективності ліпідів, амінокислотний скор незамінних амінокислот, потенційна біологічна цінність, коефіцієнт різниці амінокислотного скору, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка та коефіцієнт порівняльної надлишковості.

Масову частку клітковини розраховували методом видалення з продукту кислотнолужнорозчинних речовин і визначення маси залишку, умовно прийнятого за клітковину, відповідно до ГОСТу 13496.2-91.

Біометричну обробку даних виконували за Н. А. Плохинским (1969) та за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA з використанням вбудованих статистичних функцій.

Варто зауважити, що за обробки експериментального матеріалу не завжди фіксували статистично значущі відмінності між досліджуваними показниками райдужної форелі. У зв'язку з цим було проведено кореляційний аналіз, який дозволив встановити ступінь зв'язку між різними ознаками. Як критерій такого зв'язку використано коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (r_s), який характеризує ступінь довільної нелінійної залежності між величинами та може використовуватися для оцінки залежності між ними незважаючи на їх розподіл, що має значення для малої вибірки, та менш чутливий до «викидів» експериментальних даних.

Для розрахунку коефіцієнта рангової кореляції Спірмена застосовували формулу:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

де $\sum d^2$ – сума квадратів різниць рангів,
 n – кількість парних спостережень.

Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Спірмена та рівня його значущості відбувався в онлайн режимі за адресою: <https://math.semestr.ru/corel/spirmen.php>.

Для аналізу залежностей між досліджуваними факторами і показниками використовувався також графічний редактор MS Excel із побудовою ліній тренду, визначенням рівнянь регресії та коефіцієнта достовірності апроксимації (R^2).

За обробки дослідних даних визначали середню арифметичну (M) та її помилку ($\pm m$), середньоквадратичне відхилення (σ), вірогідність різниці (td) та рівень значущості (p).

Для показників рівня значущості критерію вірогідності (p) у таблицях прийнято такі позначення: $*p < 0,05$, $**p < 0,01$, $***p < 0,001$ порівняно з 1-ю контрольною групою.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначення ефективності використання різних рівнів енергії в комбікормах за вирощування райдужної форелі

Вирощування личинок і мальків. Численними дослідженнями у рибництві доведено, що різний енергетичний рівень годівлі форелі під час вирощування позначається на її продуктивних якостях. Досягнення бажаної маси риби у конкретному віковому періоді за мінімальних витрат корму визнано одним з найважливіших показників стосовно цього.

В основний період досліду, за рахунок різного енергетичного живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси (табл. 4).

Маса піддослідних личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, мг

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	151 ± 7,2	148 ± 4,5	153 ± 8,4	150 ± 10,2	152 ± 9,3
5	272±16,4	263±10,2	274±13,7	268±19,1	276±15,6
10	401±23,8	370±18,7	386±26,2	411±25,5	418±23,9
15	549±32,7	504±28,4	525±30,6	572±31,9	589±27,3
20	712±27,2	635±39,5	673±35,4	738±37,0	766±36,2
25	847±36,9	753±35,3	799±33,9	889±42,8	926±39,0
30	984±38,8	866±44,9*	918±41,8	1034±36,0	1087±35,1*
35	1118±42,6	985±37,7*	1044±48,5	1176±39,8	1242±44,5*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Під час закінчення досліді на 35 добу найбільшої маси досягли екземпляри 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 58 і 124 мг, або на 5,2 і 11,1% ($p < 0,05$). Разом із тим мальки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 133 і 74 мг, або на 11,9 ($p < 0,05$) і 6,6 %. Різниця між показниками маси екземплярів 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 18 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 257 мг, або 26,1 % на користь останніх. Отже, впродовж основного періоду досліді найвищою масою вирізнялися личинки і мальки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 МДж.

Ріст живих організмів найповніше описується математичною моделлю з нелінійною характеристикою (поліноміальна лінія тренду), яка, порівняно з лінійною залежністю, має вище значення достовірності апроксимації (R^2). Так, за значенням аргументу x (період досліді), залежно від рівня енергії у комбікормі, можна спрогнозувати масу личинок і мальків форелі (функція – y):

1-а група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0046x^3 + 0,2196x^2 + 26,202x + 127,62 \quad (R^2 = 0,9997);$$

2-а група (14,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0013x^3 + 0,0284x^2 + 25,134x + 126,44 \quad (R^2 = 0,9996);$$

3-я група (15,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0031x^3 + 0,1306x^2 + 25,287x + 132,22 \quad (R^2 = 0,9994);$$

4-а група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0062x^3 + 0,3119x^2 + 26,672x + 123,91 \quad (R^2 = 0,9999);$$

5-а група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0067x^3 + 0,3802x^2 + 26,676x + 127,08 \quad (R^2 = 0,9999).$$

За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу отриманих даних встановлено, що різний рівень енергетичного живлення личинок і мальків форелі

високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 77,8 %, що у 3,5 раза більше за інші чинники.

Ефективність визначення масонакопичення у личинок і мальків була доповнена й встановленням залежності між рівнем обмінної енергії у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 2.)

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s = 0,7$, $p < 0,001$).

Відповідно до змін маси риб та споживання ними корму встановлено, що найнижчими були витрати корму у личинок і мальків форелі 5-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліді) на 5,1; 10,5; 9,3 і 2,0 %.

Ефективність використання комбікорму доповнена визначенням залежності між рівнем енергії у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси (рис. 3).

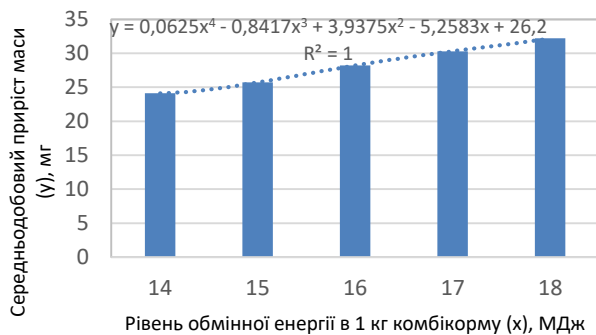


Рис. 2. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі

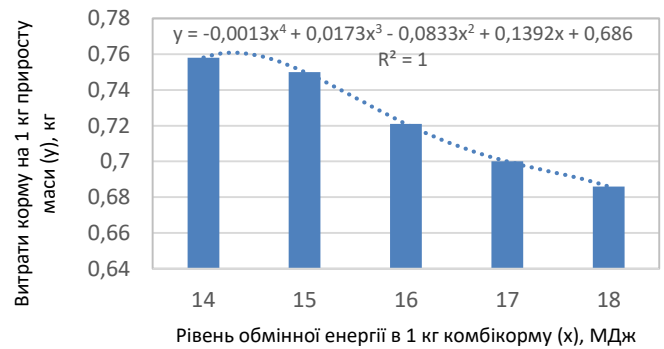


Рис. 3 Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та витратами корму у личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси личинок і мальків форелі вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,11$).

Варто зауважити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду досліді була достатньо високою і знаходилася у межах від 83,1 до 84,9 %.

Вирощування цьоголіток. Наведені дані (табл. 5). свідчать, що цьоголітки райдужної форелі, яких годували комбікормами з різною енергетичною поживністю, відзначалися різною масою в усі періоди досліді.

Під час закінчення досліді на 45 добу найвищої маси досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,5 та 10,4 % ($p < 0,05$). Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,19 і 0,52 г, або на 10,7 ($p < 0,05$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період становила 23,5 % на користь останніх.

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	1,16±0,107	1,14 ± 0,098	1,17 ± 0,093	1,13 ± 0,101	1,14± 0,099
5	2,04±0,175	2,01±0,186	2,06±0,169	2,03±0,199	2,00±0,184
10	3,05±0,196	3,03±0,222	3,03±0,218	3,16±0,231	3,22±0,226
15	4,14±0,210	4,00±0,257	4,07±0,206	4,29±0,243	4,41±0,203
20	5,27±0,272	4,99±0,281	5,16±0,247	5,61±0,260	5,76±0,221
25	6,41±0,243	5,96±0,305	6,24±0,284	6,82±0,292	7,01±0,259
30	7,63±0,284	7,03±0,326	7,31±0,308	8,09±0,313	8,45±0,297*
35	8,82±0,329	8,09±0,354	8,45±0,372	9,35±0,364	9,78±0,338*
40	9,98±0,427	9,05±0,370	9,51±0,353	10,55±0,391	11,09±0,362*
45	11,16±0,349	9,97±0,455*	10,62±0,394	11,77±0,423	12,32±0,349*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За зміною періоду досліджу (x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати живу масу цьоголіток (функція – y):

1-а група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2087x + 0,9473 (R^2 = 0,9999);$$

2-а група (15,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0001x^2 + 0,2061x + 0,9409 (R^2 = 0,9998);$$

3-я група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0002x^2 + 0,2046x + 0,9817 (R^2 = 0,9999);$$

4-а група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0003x^2 + 0,2317x + 0,8531 (R^2 = 0,9998);$$

5-а група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2388x + 0,8219 (R^2 = 0,9997).$$

Як показали дані однофакторного дисперсійного аналізу, різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 79,7 %, що майже у 4 рази вище за вплив решти чинників.

Графічний та математичний аналіз експериментальних даних свідчить, що зв'язок між рівнем обмінної енергії у комбікормі для цьоголіток форелі з масою до 10 г та їхніми середньодобовими приростами описується поліноміальними кривими з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації.

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s < 0,7$).

У третьому науково-господарському досліді доведено, що різний енергетичний рівень годівлі цьоголіток райдужної форелі позначається на їх продуктивності (табл. 6).

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	10,23±0,408	10,02±0,397	10,41±0,403	10,37±0,496	10,14±0,358
5	11,07±0,476	10,95±0,423	11,28±0,325	11,23±0,393	11,02±0,415
10	12,01±0,449	11,92±0,465	12,19±0,384	12,22±0,437	12,08±0,494
15	13,32±0,497	13,15±0,518	13,30±0,414	13,64±0,464	13,81±0,527
20	14,57±0,526	14,16±0,539	14,46±0,435	15,12±0,517	15,45±0,586
25	16,03±0,518	15,34±0,508	15,77±0,508	16,73±0,592	17,23±0,538
30	17,30±0,535	16,41±0,499	16,95±0,546	18,07±0,583	18,66±0,621
35	18,42±0,594	17,29±0,577	17,94±0,583	19,28±0,611	19,98±0,638
40	19,47±0,563	18,12±0,536	18,89±0,608	20,44±0,628	21,24±0,695*
45	20,34±0,669	18,74±0,584	19,66±0,672	21,52±0,690	22,40±0,722*
50	21,13±0,701	19,29±0,626*	20,35±0,747	22,39±0,723	23,45±0,824*
55	21,82±0,786	19,76±0,683*	20,94±0,791	23,16±0,748	24,31±0,837*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

На кінець досліджу (55 доба) вищої маси досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи на 6,1 та 11,4 % відповідно ($p < 0,05$). Водночас риби 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед контрольними ровесниками за згаданим показником відповідно на 2,06 і 0,88 г, або на 9,4 ($p < 0,05$) і 4,0 %. Різниця між показниками маси особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, на кінець досліджу становила 23,0 % на користь останніх.

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати їх живу масу (функція y):

1-а група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2798x + 9,6234 (R^2 = 0,9970);$$

2-а група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0015x^2 + 0,2679x + 9,5793 (R^2 = 0,9984);$$

3-я група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2599x + 9,9072 (R^2 = 0,9973);$$

4-а група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,3026x + 9,6753 (R^2 = 0,9969);$$

5-а група (20,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0011x^2 + 0,3374x + 9,3329 (R^2 = 0,9969).$$

Встановлено, що різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високим рівнем достовірності ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 82,9 %, що майже у 5 разів більше, ніж вплив інших чинників.

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси цьоголіток форелі у другому досліді вказує на слабкий, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s=0,42$, $p<0,05$).

Аналіз витрат кормів у свідчить, що використання для годівлі цьоголіток форелі комбікормів із вмістом обмінної енергії 19 МДж (5-а група) сприяє зниженню витрат комбікормів на 1 кг приросту маси за основний період дослід порівняно з рибами, які споживали корми із нижчим рівнем енергії. Так, витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголіток 5-ї групи становили 0,794 кг, що на 0,31; 0,86; 0,57 і 0,19 кг менше, ніж у 1-, 2-, 3- і 4-й групах відповідно.

Ефективність використання комбікорму доповнена визначенням залежності між рівнем енергії у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси (рис. 4). Аналіз кореляцій між цими показниками вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,09$).

Встановлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 5) зі зворотнім слабким зв'язком ($r_s = -0,22$).

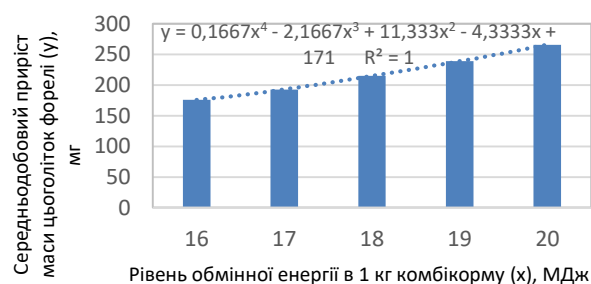


Рис. 4. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та середньодобовими приростами маси цьоголіток форелі

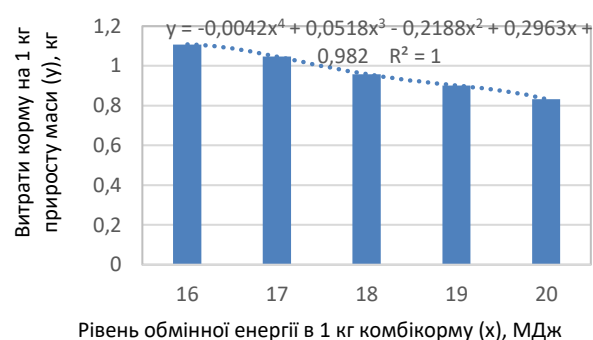


Рис. 5. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та витратами корму у цьоголіток форелі

Відносно збереженості піддослідних риб, то впродовж усього досліджуваного періоду вона була високою і коливалася в межах від 74,3 до 76,7 %.

Стосовно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що збільшення вмісту обмінної енергії у комбікормі сприяє зменшенню витрат останнього на одиницю приросту маси. Так, у середньому за основний період дослід витрати корму у цьоголіток форелі 5-ї групи (20 МДж) дорівнювали 0,832 кг, що на 0,126; 0,275; 0,214 і 0,069 кг менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- і 4-ї груп, які отримували комбікорм із нижчими рівнями обмінної енергії.

Згідно з проведеними дослідженнями, використання для годівлі цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риб, яка коливалася у межах від 81,3 % у 2-й до 82,7 % у 4-й групах.

Вирощування товарної форелі. Як показали результати досліджень, різний енергетичний рівень годівлі форелі до досягнення товарної маси позначається на її продуктивності (табл. 7).

Таблиця 7

Динаміка наростання маси піддослідної форелі за різного рівня енергетичного живлення, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	50,2±1,72	50,7±2,41	50,5±3,14	50,9±1,53	50,3±2,83
10	55,7±2,12	56,1±2,98	55,9±3,57	56,2±1,94	55,6±3,11
20	63,1±2,85	61,4±3,24	62,3±3,69	63,0±2,54	63,4±3,60
30	70,1±3,11	67,7±3,55	69,2±2,32	70,5±3,85	71,4±4,13
40	76,3±3,47	74,2±2,99	75,4±3,75	76,8±4,19	77,8±4,22
50	82,4±3,24	79,3±3,57	80,5±4,02	83,1±4,38	84,5±3,89
60	89,0±3,96	84,7±4,25	87,1±4,76	90,2±5,20	92,4±4,77
70	96,9±4,29	90,6±4,58	94,8±4,33	98,7±5,09	101,1±5,10
80	106,6±5,20	99,8±5,76	103,8±4,97	108,9±5,45	112,7±5,94
90	117,8±5,84	110,2±5,13	114,7±5,31	121,2±5,73	126,4±6,28
100	130,8±5,37	122,1±5,42	126,9±5,60	134,7±6,02	140,7±6,56
110	143,9±6,02	134,9±5,97	140,3±5,89	148,9±6,26	156,2±6,15
120	157,2±6,25	147,8±6,41	154,2±6,16	164,2±6,47	172,5±6,78
130	173,5±6,39	161,2±6,57	169,6±6,01	181,1±6,89	189,8±7,25
140	190,3±6,77	176,5±6,94	185,3±6,23	198,6±6,12	208,3±7,01
150	209,1±6,90	193,1±6,45	203,2±6,84	218,0±6,58	230,4±7,26*
160	227,6±7,21	208,4±6,89	219,7±7,17	237,3±7,04	251,2±7,85*
170	242,9±7,45	222,6±7,22*	234,8±7,56	253,9±6,65	268,7±7,99*
180	257,1±7,62	234,8±6,95*	247,5±8,20	268,8±7,09	284,3±8,24*
190	269,6±6,76	243,9±7,01**	258,6±8,38	282,2±6,78	298,4±8,87**
200	281,1±7,92	252,7±7,44**	268,4±9,02	294,5±7,14	311,6±8,56**
210	290,3±8,14	261,1±7,26**	277,5±8,72	305,3±7,33	323,7±9,38**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з 1-ю групою.

На кінець досліду (сьомий місяць) найвищої маси досягли дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 (4-а група) і 20 МДж (5 -а група), що переважали аналогів, які споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група), відповідно на 15,0 і 33,4 г ($p < 0,05$), або на 5,2 і 11,5%. Водночас форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 (2-а група) і 17 МДж (3-я група), поступалася за згаданим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група) відповідно на 29,2 ($p < 0,01$) і 12,8 г, або на 10,1 і 4,4 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, під час закінчення досліду була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 62,6 г на користь останніх.

Ріст форелі додатково описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У певний період росту товарної риби (x) залежно від рівня обмінної енергії у продукційному комбікормі можна спрогнозувати її живу масу (y):

1-а група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0032x^2 + 0,547x + 47,974 (R=0,9951);$$

2-а група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0027x^2 + 0,5203x + 47,654 (R=0,9935);$$

3-я група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0029x^2 + 0,5513x + 47,456 (R=0,9942);$$

4-а група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0035x^2 + 0,5674x + 47,656 (R=0,9953);$$

5-а група (20,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0037x^2 + 0,6172x + 46,51 (R=0,9952).$$

Різний рівень енергетичного живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу товарної риби – частка впливу згаданого фактора становить 84,6 %.

Встановлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 6). Одночасно, як показав кореляційний аналіз, між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,25$, $p < 0,05$).

Аналіз витрат кормів засвідчує, що використання у годівлі дволіток форелі комбікорму з вмістом обмінної енергії 20 Мдж сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси. Зокрема, витрати корму на одиницю приросту маси за основний період дослідів виявилися нижчими у товарних дволіток 5-ї групи відповідно (за схемою дослідів) на 0,057; 0,125; 0,088 і 0,03 кг.

Встановлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для райдужної форелі та його витратами на 1 кг приросту маси описується поліноміальною лінією тренду з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 7). При цьому кореляційний аналіз підтверджує існування між цими явищами зворотнього слабкого зв'язку ($r_s = -0,17$).

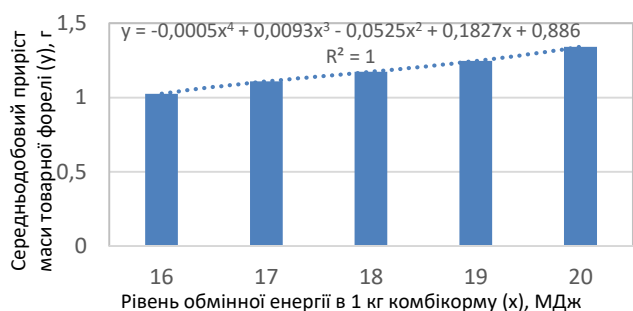


Рис. 6. Залежність між рівнем обмінної енергії у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси форелі

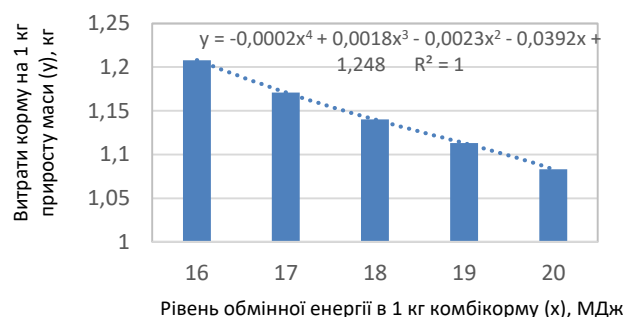


Рис. 7. Залежність між рівнем обмінної енергії у продукційному комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси

Встановлено, що із збільшенням маси тіла дволіток форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає. У ліпідах м'яса риби 5-ї групи, яким згодовували комбікорми з підвищеним вмістом обмінної енергії до 20 МДж/кг, вміст лінолевої кислоти виявився суттєво більшим – на 67,6 % ($p < 0,01$), ніж у аналогів контрольної групи. Результати розрахунку амінокислотного скору вказують на досить високу біологічну цінність білків м'яса райдужної форелі.

Встановлено, що найвищий приріст іхтіомаси встановлено у дволіток форелі 5-ї групи, що споживали комбікорм із цінністю 20 МДж енергії (табл. 8).

Таблиця 8

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліджу, кг	277,39	279,94	278,66	280,16	276,89
Збереженість, %	93,1	93,9	94,4	94,5	94,9
Іхтіомаса в кінці досліджу, кг	1351,35	1225,86	1309,8	1526,5	1535,96
Приріст іхтіомаси за основний період досліджу, кг	1073,96	945,92	1031,14	1246,34	1259,07
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,14	1,208	1,171	1,113	1,083
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	1224,31	1142,67	1207,46	1387,18	1363,57
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	56,9	52,9	53,7	60,24	59,61
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	61108,3	50039,2	55372,2	75079,5	75053,2
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	64,87	63,90	62,88	67,05	64,56
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	92,67	91,29	89,83	95,78	92,23
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	115	115	115	115	115
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	125223,8	111909,1	117662,5	146210,6	141654,2
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	155405,3	140973,9	150627,0	175547,5	176635,4
Прибуток, грн	30181,5	29064,8	32964,5	29336,9	34981,2
Рівень рентабельності виробництва, %	24,10	25,97	28,02	20,06	24,69

Примітка: у цінах 2016 року.

Найнижчою собівартість приросту маси тіла відзначена у форелі 3-ї групи, якій згодовували корм з енергетичною цінністю 17 МДж обмінної енергії. Найвищий рівень рентабельності виробництва одержували при вирощуванні форелі за споживання продукційного корму з рівнем енергії 17 МДж (3-я група) – 28,02 %, найнижчий – з рівнем енергії 19 МДж (4-а група) – 20,06 %.

Визначення ефективності використання різних рівнів протеїну в комбікормах за вирощування райдужної форелі

Вирощування личинок і мальків. Встановлено, що в основний період дослідів, за рахунок різного протеїнового живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси (табл. 9).

Таблиця 9

Маса піддослідних личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, мг

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	162±12,3	167±11,4	160±14,7	165±13,6	163±10,2
5	273±13,5	279±15,6	269±20,8	275±19,3	272±17,4
10	412±25,7	385±22,3	392±24,0	416±26,5	426±28,9
15	565±30,2	510±28,4	534±30,9	588±34,6	612±33,0
20	724±36,8	629±30,1*	678±33,8	762±39,2	795±35,4
25	858±40,7	737±35,6*	806±36,2	912±37,4	956±36,3
30	993±38,9	839±42,7**	931±41,0	1054±44,6	1127±43,9*
35	1124±42,1	954±48,6**	1055±46,9	1193±48,8	1286±46,3**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з контрольною групою

Під час завершення дослідів на 35 добу вищої маси досягли мальки 4- та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 69 та 162 мг, або на 6,1 та 14,4 % ($p < 0,01$). Разом із тим мальки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 170 і 69 мг, або на 15,1 ($p < 0,01$) і 6,1 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 58 % відповідно, у цей період збільшилася й становила 332 мг, або 34,8 % на користь останніх.

Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Ріст форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За віком личинок і мальків (період дослідів – x), залежно від рівня протеїну у комбікормі, можна спрогнозувати їх масу (функція – y):

1-а група (54 % СП):

$$y = 0,0003x^4 - 0,0258x^3 + 0,716x^2 + 22,652x + 140,29 \quad (R^2 = 0,9999);$$

2-а група (50 % СП):

$$y = 0,0001x^4 - 0,0058x^3 + 0,0204x^2 + 25,064x + 144,98 \quad (R^2 = 0,9996);$$

3-я група (52 % СП):

$$y = 0,0001x^4 - 0,0119x^3 + 0,3666x^2 + 23,308x + 138,49 \quad (R^2 = 0,9999);$$

4-а група (56 % СП):

$$y = 0,0004x^4 - 0,039x^3 + 1,1872x^2 + 19,147x + 147,13 \quad (R^2 = 0,9999);$$

5-а група (58 % СП):

$$y = 0,0005x^4 - 0,047x^3 + 1,4048x^2 + 18,879x + 143,95 \quad (R^2 = 0,9999).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень сирого протеїну у комбікормах для годівлі личинок і мальків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 81,4 %, що у 4,4 раза більше, ніж вплив інших чинників.

Ефективність визначення масонакопичення у личинок і мальків доповнена й встановленням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 8).

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну в кормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі підтверджує існування помірного, прямого статистично достовірного зв'язку ($r_s = 0,69$, $p < 0,001$).

Аналізуючи отримані у процесі виконання роботи дані, можна констатувати, що із збільшенням кількості протеїну від 48 до 56 % у кормі для личинок і мальків форелі його витрати на одиницю приросту живої маси зменшуються. Відповідно до змін маси риб та споживання ними корму встановлено, що в основний період дослідження найнижчими були витрати корму у личинок і мальків форелі 5-ї групи (0,675 кг), які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідження) на 7,7; 18,8; 9,9 і 4,9 %.

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну в кормі та його витратами на одиницю приросту вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,09$) (рис. 9).

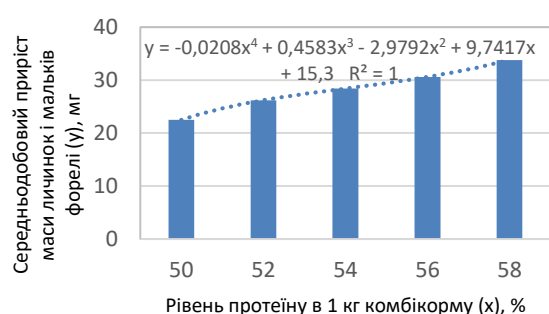


Рис. 8. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі

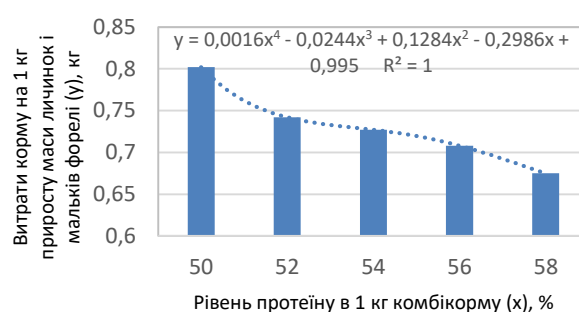


Рис. 9. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси личинок і мальків форелі

Варто зауважити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду дослідження була достатньо високою і знаходилася в межах від 84,1 до 86,0 %.

Вирощування цьоголіток. У проведених дослідженнях доведено, що різний протеїновий рівень годівлі цьоголіток райдужної форелі по-різному позначається на їх продуктивності (табл. 10).

На час закінчення дослідження (45 доба) вищої маси досягла форель 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів контрольної групи відповідно на 0,73 і 1,41 г, або на 6,4 і 12,3 % ($p < 0,01$). Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,32 і 0,53 г, або на 11,5 ($p < 0,05$) і 4,6 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 48 і 56 % відповідно, у цей період становила 27,0 % на користь останніх.

Отже, збільшення вмісту протеїну у кормі цьоголіток від 52 до 56 % достовірно збільшує їх масу, тоді як зменшення показника сирого протеїну у комбікормі до рівня 48 % у цей період зумовлює зниження показників росту форелі.

Таблиця 10

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	1,14±0,114	1,14±0,102	1,12±0,095	1,15±0,107	1,11±0,088
5	2,06±0,185	2,03±0,140	2,04±0,164	2,03±0,155	2,00±0,195
10	3,13±0,232	3,17±0,201	3,08±0,198	3,12±0,249	3,13±0,247
15	4,19±0,265	4,12±0,208	4,09±0,215	4,27±0,201	4,38±0,292
20	5,32±0,243	5,01±0,243	5,18±0,267	5,56±0,282	5,76±0,287
25	6,47±0,287	5,99±0,284	6,33±0,286	6,93±0,257	7,30±0,303*
30	7,82±0,306	7,12±0,212	7,62±0,305	8,38±0,289	8,84±0,299*
35	9,06±0,290	8,14±0,245*	8,74±0,368	9,66±0,356	10,22±0,328**
40	10,27±0,323	9,15±0,288*	9,80±0,367	10,94±0,383	11,58±0,385**
45	11,44±0,374	10,12±0,313*	10,91±0,401	12,17±0,425	12,85±0,412**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з 1-ю групою.

За допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою описано ріст цьоголіток форелі. За зміною періоду досліджу (x) залежно від рівня протеїну у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголіток (функція – y):

1-а група (52 % СП):

$$y = 0,0005x^2 + 0,211x + 0,9439 (R^2 = 0,9997);$$

2-а група (48 % СП):

$$y = -0,0001x^2 + 0,207x + 0,9923 (R^2 = 0,9995);$$

3-я група (50 % СП):

$$y = 0,0002x^2 + 0,2126x + 0,9138 (R^2 = 0,9996);$$

4-а група (54 % СП):

$$y = 0,0006x^2 + 0,2292x + 0,8384 (R^2 = 0,9993);$$

5-а група (56 % СП):

$$y = 0,0006x^2 + 0,2454x + 0,7317 (R^2 = 0,9989).$$

Дисперсійний аналіз свідчить, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 84,8 %, що у 5,6 раза більше за вплив інших чинників.

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну в кормі та середньодобовими приростами маси цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s = 0,62$, $p < 0,001$).

У сьомому науково-господарському досліді доведено, що різний протеїновий рівень годівлі цьоголіток райдужної форелі з початковою масою понад 10 г позначається на їх продуктивності (табл. 11). Під кінець досліджу на 55 добу вищої маси досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи

відповідно на 7,1 та 12,3 % ($p<0,05$). Водночас аналоги 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,85 та 0,81 г, або на 8,1 та 3,6 %. Різниця між показниками маси риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 54 % відповідно, після завершення дослідів становила 22,2 % на користь останніх.

Таблиця 11

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, г

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	10,58±0,389	10,70±0,429	10,74±0,395	10,61±0,370	10,42±0,324
5	11,43±0,367	11,57±0,475	11,61±0,454	11,49±0,337	11,29±0,376
10	12,52±0,432	12,52±0,517	12,62±0,538	12,60±0,411	12,57±0,420
15	13,69±0,480	13,49±0,528	13,71±0,589	13,95±0,488	14,03±0,512
20	14,96±0,537	14,61±0,620	14,92±0,667	15,43±0,518	15,68±0,548
25	16,32±0,586	15,72±0,574	16,17±0,638	16,94±0,692	17,39±0,593
30	17,74±0,613	16,88±0,683	17,44±0,594	18,67±0,652	19,28±0,649
35	19,05±0,721	17,97±0,608	18,63±0,672	20,19±0,711	20,94±0,608*
40	20,32±0,684	19,01±0,715	19,79±0,635	21,50±0,694	22,37±0,704*
45	21,25±0,753	19,74±0,770	20,61±0,688	22,61±0,776	23,62±0,782*
50	22,07±0,798	20,37±0,862	21,34±0,725	23,54±0,819	24,6±0,840*
55	22,74±0,824	20,89±0,846	21,93±0,782	24,35±0,855	25,53±0,897*

* $p<0,05$ порівняно з 1-ю групою.

У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня протеїну у комбікормі можна спрогнозувати їх масу (функція y):

1-а група (50 % СП):

$$y = -0,0007x^2 + 0,2766x + 9,9958 (R^2 = 0,9965);$$

2-а група (46 % СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,2448x + 10,263 (R^2 = 0,9970);$$

3-я група (48 % СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,263x + 10,226 (R^2 = 0,9968);$$

4-а група (52 % СП):

$$y = -0,0007x^2 + 0,3079x + 9,8786 (R^2 = 0,9956);$$

5-а група (54 % СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,3399x + 9,5643 (R^2 = 0,9954).$$

Доведено, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високою часткою достовірності ($p<0,001$) впливає на масу піддослідних риби. Частка впливу згаданого фактора становить 85,3 %, що майже у 6 разів більше, ніж вплив інших чинників.

Ефективність визначення масонакопичення у цьоголіток доповнена й встановленням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 10). Аналіз кореляцій між цими двома

показниками вказує на слабкий, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s=0,49$, $p<0,001$).

Як показав аналіз зміни маси риб та споживання ними корму на різних етапах дослідження форель, що споживала комбікорм із вищим вмістом перетравного протеїну витратила менше корму на 1 кг приросту маси. Зокрема, у особин 5-ї групи, які споживали корм із рівнем протеїну 56 % спостерігали витрати корму за основний період дослідження на рівні 0,775 кг, що нижче показника аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно на 0,043; 0,104; 0,063 та 0,02 кг.

Графічний і математичний аналіз експериментальних даних свідчить, що зв'язок між рівнем протеїну у комбікормі для цього літої форелі з масою до 10 г та витратою корму на 1 кг приросту маси описується лінією тренду з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації. Аналіз кореляцій між цими двома показниками вказує на слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,13$).

Стосовно вирощування цього літої масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі сприяє зменшенню витрат корму на одиницю приросту маси.

Зокрема, у середньому, за основний період дослідження витрати корму у цього літої форелі 5-ї групи (54 %) становили 0,806 кг, що на 0,137; 0,285; 0,210 і 0,060 кг менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- та 4-ї груп, які отримували комбікорм із нижчими рівнями протеїну.

Ефективність використання комбікормів цього літої форелі масою понад 10 г доповнена й визначенням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси (рис. 11). Кореляційний аналіз свідчить, що між цими двома показниками існує достовірний слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,38$, $p<0,01$).

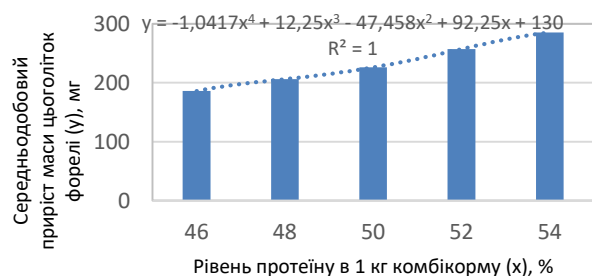


Рис. 10. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси цього літої форелі

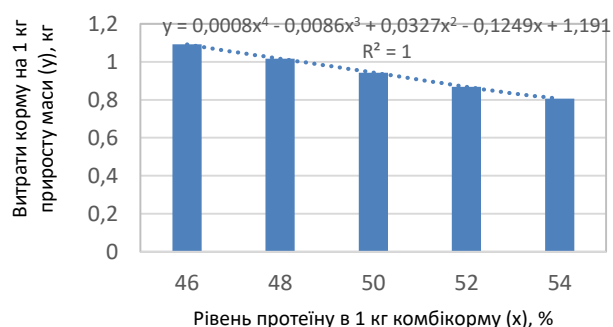


Рис. 11. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на одиницю приросту у цього літої форелі

Згідно з проведеними дослідженнями, використання для годівлі цього літої форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями протеїну суттєво не позначилося на збереженості риб, яка була високою і коливалася у межах від 82,1 до 83,7 %.

Вирощування товарної форелі. Аналіз даних, які характеризують ріст піддослідної форелі у зрівняльний період дослідження підтвердив аналогічність відібраних екземплярів риб за відсутності значної різниці між ними за масою. У

подальшому, з початком основного періоду дослідів, за рахунок змін рівня протеїнового живлення форелі спостерігалися помітні зміни у показниках її маси (табл. 12).

Таблиця 12

Маса піддослідної форелі за різного рівня протеїнового живлення, г

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	55,3±2,48	56,1±2,13	54,8±2,37	55,1±3,13	54,5±2,99
10	61,6±2,73	62,3±2,46	61,2±2,52	61,4±3,52	60,7±3,20
20	69,0±2,99	69,6±2,87	68,6±3,13	68,9±3,96	68,1±3,45
30	76,4±3,24	76,0±3,10	75,6±2,88	76,5±3,52	75,8±3,77
40	83,4±3,98	81,9±3,56	82,1±3,87	84,4±4,33	84,1±4,01
50	90,7±4,30	87,5±4,20	88,6±4,49	92,3±4,27	92,5±4,18
60	98,2±4,78	94,1±4,92	95,7±4,68	101,2±4,62	101,7±5,22
70	106,9±5,16	101,8±4,76	103,9±4,89	111,8±4,83	113,4±5,03
80	116,3±5,89	110,4±5,36	113,0±4,89	124,3±5,56	127,8±5,46
90	128,5±5,24	121,1±4,78	124,5±5,46	137,4±5,08	142,7±5,62
100	140,9±5,96	131,4±5,11	135,8±5,70	151,9±5,74	158,4±6,03*
110	155,3±5,58	143,7±4,99	148,9±5,02	166,9±6,17	174,4±6,32*
120	170,1±6,05	155,9±5,32	162,3±5,47	182,6±6,38	191,5±7,22*
130	186,4±6,37	170,6±5,79	177,6±5,86	200,1±5,99	210,9±6,87**
140	203,5±5,74	186,4±6,26*	194,1±6,22	218,7±6,28	231,1±6,08***
150	221,8±6,02	203,0±5,94*	211,2±7,01	238,4±6,17	251,6±6,29***
160	238,0±6,15	218,1±6,78*	226,7±6,56	255,8±5,86*	270,0±7,84***
170	253,4±6,92	232,3±6,38*	241,4±7,14	271,5±6,11*	286,5±7,11***
180	268,1±7,45	244,6±6,65*	255,0±6,82	286,9±6,68	302,7±7,23***
190	279,9±7,24	254,7±6,84*	266,2±7,08	299,2±7,08	315,8±7,56***
200	288,6±8,01	262,0±7,14*	274,3±7,35	308,4±7,25	325,7±7,91***
210	296,4±8,25	268,6±7,43*	281,5±8,23	316,9±7,89	334,8±8,07***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

На час закінчення дослідів вищої маси досягли товарні дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група), які переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 20,5 і 38,4 г ($p < 0,001$), або на 6,9 і 13,0 %. У цей же час форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за згаданим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 27,8 ($p < 0,05$) і 14,9 г, або на 9,4 і 5,0 %. Різниця між показниками маси дволіток 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, під час закінчення дослідів була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 24,6 % на користь останніх.

Ріст форелі додатково описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У певний період росту товарної риби (x) залежно від рівня протеїну у продукційному комбікормі можна спрогнозувати її масу (y):

1-а група (48 % СП):

$$y = 0,0027x^2 + 0,6797x + 51,569 (R^2 = 0,9942);$$

2-а група (44 % СП):

$$y = 0,0024x^2 + 0,5811x + 53,851 (R^2 = 0,9936);$$

3-я група (46 % СП):

$$y = 0,0025x^2 + 0,635x + 52,009 (R^2 = 0,9943);$$

4-а група (50 % СП):

$$y = 0,0026x^2 + 0,8156x + 48,768 (R^2 = 0,9942);$$

5-а група (52 % СП):

$$y = 0,0027x^2 + 0,8905x + 46,174 (R^2 = 0,9936).$$

Різний рівень протеїнового живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на наростання маси товарної риби – частка впливу згаданого фактора становить 89,8 %.

Встановлено, що залежність між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 12). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,31$, $p < 0,01$).

Дані витрат кормів під час вирощування товарної форелі свідчать, що використання у годівлі дволіток комбікормів із вищим вмістом протеїну сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси. Зокрема, витрати корму на одиницю приросту маси за основний період дослідів були нижчими у товарних дволіток 5-ї групи відповідно (за схемою дослідів) на 5,1; 10,9; 7,5 і 2,8 %.

Встановлено, що залежність між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та його витратами на 1 кг приросту маси описується поліноміальною лінією тренду з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 13). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,2$, $p < 0,1$). Збереженість піддослідних риб впродовж усього дослідів була достатньо високою і становила від 94,3 до 96,2 %.

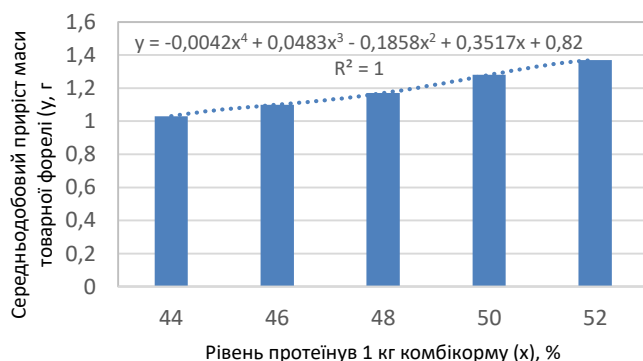


Рис. 12. Залежність між рівнем протеїну у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси форелі

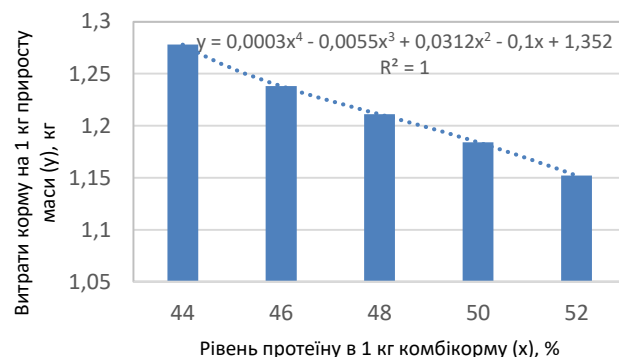


Рис. 13. Залежність між рівнем протеїну у продукційному комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси форелі

Проведені дослідження показали, що використання упродовж періоду вирощування товарної райдужної форелі комбікормів із підвищеним вмістом сирого протеїну поліпшує їх товарні якості, тоді як згодовування комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 44 % призводить до зниження їхньої продуктивності.

Виявлено, що підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної форелі в усіх дослідних групах, порівняно з контролем, спричинило незначне зниження вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот.

Найвищий приріст іхтіомаси встановлено у дволіток форелі 5-ї групи (табл. 13). Найнижчу собівартість приросту маси тіла спостерігали у риби 1-ї групи, якій згодовували корм із вмістом 48 % протеїну. За цим показником вони перевершували ровесників 2-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 13,6; 3,5; 11,0 і 6,6 %. У разі реалізації риби усіх груп за однаковою ціною – 140 грн/кг, найвищий рівень рентабельності виробництва одержували при вирощуванні форелі за споживання продукційного корму з рівнем протеїну 48 % (1-а група) – 28,0 %, найнижчий – з рівнем 44 % (2-а група) – 12,6 %.

Таблиця 13

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня протеїнового живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	307,38	310,57	305,08	306,39	302,89
Збереженість, %	95,1	95,4	96,2	94,3	95,2
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	1409,38	1281,22	1354,02	1494,18	1593,65
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	1102	970,65	1048,94	1187,79	1290,76
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,211	1,278	1,238	1,184	1,152
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	1334,52	1240,49	1298,59	1406,34	1486,96
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	63,24	68,1	64,03	71,8	70,85
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	69690,5	66101,3	67163,6	85283,3	91450,4
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	76,58	87,03	79,27	85,01	81,62
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	109,41	124,33	113,24	121,44	116,60
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	154193,5	159295,6	153331,4	181460,1	185817,8
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	197313,2	179370,8	189562,8	209185,2	223111,0
Прибуток, грн	43119,7	20075,2	36231,4	27725,1	37293,2
Рівень рентабельності виробництва, %	27,96	12,60	23,63	15,28	20,07

Примітка: у цінах 2017 року.

Визначення ефективності використання різних рівнів лізину і метіоніну у живленні райдужної форелі

Вирощування личинок і мальків. Доведено, що в основний період дослідів, за рахунок різного амінокислотного живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси (табл. 14).

Таблиця 14

Маса піддослідних личинок і мальків форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах, мг

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	156±14,5	154±10,3	158±14,9	156±13,5	153±11,6
5	271±23,4	267±15,9	273±21,8	271±17,6	270±13,8
10	407±28,2	377±21,6	404±27,6	413±27,3	412±22,5
15	533±35,6	497±27,8	549±32,0	600±32,2	590±29,1
20	698±32,0	622±31,4	721±36,1	782±29,8	773±34,3
25	842±39,7	735±36,1	862±34,9	939±35,4*	921±32,7
30	962±41,5	841±38,3	984±39,6	1065±42,3*	1043±39,0
35	1076±43,8	944±41,2	1107±42,7	1191±46,9*	1164±44,8

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

На час закінчення дослідів (35 доба) найвищої маси тіла досягла молодь 4-ї групи, яка переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 10,7 ($p < 0,01$); 26,2 ($p < 0,001$); 7,6 і 2,3 %.

Ріст форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За віком личинок і мальків (період дослідів – x) залежно від рівня лізину (Л) та метіоніну (М) у комбікормі можна спрогнозувати їх масу (функція – y):

1-а група (3,1 % Л, 1,05 % М):

$$y = -0,0004x^4 + 0,0198x^3 - 0,2593x^2 + 28,446x + 129,6 \quad (R^2 = 0,9996);$$

2-а група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0002x^4 + 0,0159x^3 - 0,4006x^2 + 27,976x + 128,75 \quad (R^2 = 0,9998);$$

3-я група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = 0,0001x^4 - 0,016x^3 + 0,5801x^2 + 22,606x + 138,4 \quad (R^2 = 0,9995);$$

4-а група (3,2 % Л, 1,10 % М):

$$y = 0,0005x^4 - 0,0536x^3 + 1,6063x^2 + 16,903x + 141,47 \quad (R^2 = 0,9997);$$

5-а група (3,3 % Л, 1,15 % М):

$$y = 0,0005x^4 - 0,0489x^3 + 1,4447x^2 + 18,257x + 137,34 \quad (R^2 = 0,9996).$$

Доведено, що різний рівень лізину і метіоніну у комбікормах, призначених для годівлі личинок і мальків форелі, достовірно ($p < 0,01$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 56,5 %, що на 13 % більше, ніж вплив інших чинників.

Аналіз кореляцій між рівнем лізину та метіоніну в кормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі (рис. 14) вказує на помірний, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s = 0,51$, $p < 0,01$).

Встановлено, що найнижчими були витрати корму у личинок і мальків форелі 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 4,1; 10,6; 2,6 і 1,1 %.

Ефективність використання комбікорму з різними рівнями досліджуваних амінокислот описана поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 15). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,02$).

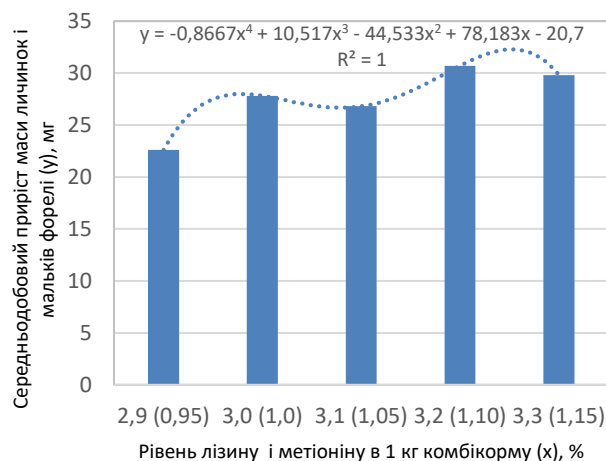


Рис. 14. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси личинок і мальків форелі

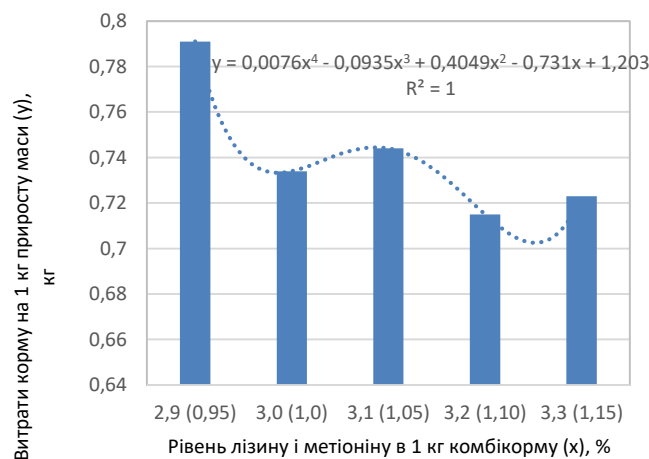


Рис. 15. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та витратами корму на 1 кг приросту маси у личинок і мальків форелі

Варто зауважити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду досліду була достатньо високою і знаходилася в межах від 83,9 до 85,1 %

Вирощування цьоголіток. У проведених дослідженнях доведено, що різний амінокислотний рівень годівлі цьоголіток райдужної форелі по-різному позначається на їх продуктивності (табл. 15).

Таблиця 15

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	1,03±0,092	1,06±0,078	1,01±0,068	1,05±0,089	1,02±0,102
5	2,05±0,137	2,07±0,129	2,05±0,171	2,03±0,153	2,03±0,146
10	3,17±0,191	3,11±0,160	3,11±0,138	3,17±0,215	3,14±0,201
15	4,31±0,212	4,07±0,194	4,18±0,175	4,39±0,207	4,28±0,269
20	5,67±0,261	5,02±0,225	5,37±0,236	5,76±0,260	5,58±0,302
25	6,98±0,293	5,96±0,259**	6,59±0,303	7,15±0,285	6,87±0,320
30	8,25±0,314	7,06±0,281**	7,84±0,295	8,64±0,328	8,23±0,341
35	9,37±0,365	8,12±0,347*	8,89±0,340	10,00±0,394	9,51±0,373
40	10,55±0,413	9,10±0,372**	9,95±0,363	11,33±0,436	10,75±0,417
45	11,71±0,464	10,06±0,418**	11,04±0,402	12,59±0,473	11,97±0,451

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з 1-ю групою.

На час закінчення дослідів (45 доба) вищої маси досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної відповідно на 0,88 та 0,26 г, або на 9,2 та 2,2 %. Водночас цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,65 і 0,67 г, або на 14,1 ($p<0,01$) та 5,7 %.

Встановлено, що за зміною періоду дослідів (x) залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголіток (y):

1-а група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = -0,0001x^2 + 0,2497x + 0,7423 \quad (R^2 = 0,9996);$$

2-а група (2,8 % Л, 0,9 % М):

$$y = -0,0001x^2 + 0,207x + 0,9582 \quad (R^2 = 0,9995);$$

3-я група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0002x^2 + 0,2357x + 0,7851 \quad (R^2 = 0,9996);$$

4-а група (3,1 % Л, 1,05 % М):

$$y = 0,0005x^2 + 0,2447x + 0,7431 \quad (R^2 = 0,9995);$$

5-а група (3,2 % Л, 1,10 % М):

$$y = 0,0003x^2 + 0,2363x + 0,7717 \quad (R^2 = 0,9997).$$

Дисперсійний аналіз свідчить, що різний рівень амінокислотного живлення цьоголіток форелі достовірно ($p<0,01$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 61,4 %, що на 22,8 % більше порівняно з впливом інших чинників.

Аналіз кореляцій між рівнем лізину і метіоніну в кормі та середньодобовими приростами маси форелі вказує на помірний, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s=0,63$, $p<0,001$).

Таким чином аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток райдужної форелі до маси 10 г показав, що із збільшення рівня лізину і метіоніну в комбікормі існує тенденція до збільшення показників вагового росту риби, тоді як зменшення рівня лізину до 2,8 % та метіоніну до 0,9 % викликає достовірне зменшення цих показників.

У одинадцятому науково-господарському досліді доведено, що різний амінокислотний рівень годівлі цьоголіток райдужної форелі з початковою масою 10 г до часу переведення їх на зимівлю позначається на їхній продуктивності (табл. 16). На час закінчення дослідів (55 доба) вищої маси досягли цьоголітки 4-та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 2,11 і 1,27 г, або на 9,4 та 5,6 %. Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 2,12 ($p<0,05$) і 1,05 г, або на 9,4 та 4,7 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 4-ї груп після завершення дослідів становила 4,23 г ($p<0,001$), або 20,8 % на користь останніх.

У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна спрогнозувати їхню масу (функція y):

1-а група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,2839x + 9,7878 \quad (R^2 = 0,9967);$$

2-а група (2,7 % Л, 0,85 % М):

$$y = -0,0012x^2 + 0,2588x + 9,8672 \quad (R^2 = 0,9981);$$

3-я група (2,8 % Л, 0,9 % М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,2607x + 10,099 \quad (R^2 = 0,9973);$$

4-а група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,3275x + 9,5253 \quad (R^2 = 0,9964);$$

5-а група (3,1% Л, 1,05 % М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,3021x + 9,8529 \quad (R^2 = 0,9965).$$

Таблиця 16

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах, г

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	10,21±0,375	10,26±0,334	10,52±0,269	10,28±0,398	10,49±0,416
5	11,25±0,464	11,26±0,384	11,54±0,337	11,16±0,429	11,36±0,453
10	12,36±0,428	12,22±0,417	12,51±0,395	12,32±0,461	12,41±0,422
15	13,51±0,503	13,32±0,436	13,51±0,431	13,82±0,515	13,79±0,471
20	14,76±0,587	14,38±0,511	14,69±0,473	15,46±0,562	15,28±0,518
25	16,17±0,679	15,53±0,592	15,97±0,509	17,11±0,531	16,84±0,649
30	17,62±0,636	16,65±0,527	17,19±0,554	18,77±0,582	18,37±0,691
35	18,93±0,684	17,63±0,584	18,28±0,593	20,23±0,610	19,75±0,636
40	20,09±0,769	18,55±0,626	19,34±0,623	21,58±0,678	20,97±0,704
45	21,02±0,713	19,24±0,680*	20,15±0,729	22,71±0,752	22,05±0,684
50	21,80±0,774	19,83±0,749*	20,84±0,837	23,72±0,813	22,95±0,726
55	22,48±0,819	20,36±0,792*	21,43±0,816	24,59±0,842	23,75±0,783

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень амінокислотного живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високою часткою достовірності ($p < 0,01$) впливає на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 65,7 %, що майже у 2 рази більше, ніж вплив інших чинників.

Ефективність визначення масонакопичення у цьоголіток доповнена й встановленням залежності між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 16). Аналіз кореляцій між цими показниками вказує на слабкий, прямий статистично достовірний зв'язок ($r_s = 0,43$, $p < 0,01$).

За вирощування цьоголіток райдужної форелі до маси 10 г згодовування таким комбікормів із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту маси. Так, витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголіток 4-ї групи становили 0,787 кг, що на 0,38; 0,98; 0,58 і 0,17 кг менше, ніж у 1-, 2-, 3- та 5-й групах відповідно.

Стосовно збереженості піддослідних риб, то вона коливалася в межах від 76,0 до 77,3 %.

Відносно вирощування цьоголіток масою понад 10 г варто зауважити, що збільшення вмісту лізину і метіоніну у комбікормі від 2,7 і 0,85 % відповідно до 3,0 і 1,0 % сприяє зменшенню витрат корму на одиницю приросту маси. Так, у середньому, за основний період дослідження витрати корму у цьоголіток форелі 4-ї групи

дорівнювали 0,838 кг, що на 11,4; 30,5; 24,3 і 6,8 % менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- та 5-ї груп.

Встановлено, що залежність між рівнями лізину і метіоніну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ зі зворотнім слабким зв'язком ($r_s = -0,27$, $p < 0,1$) (рис. 17). Використання для годівлі цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями амінокислот суттєво не позначилося на збереженості риб, яка коливалася у межах від 82,0 % у 3-й до 83,1 % у 4-й групах.

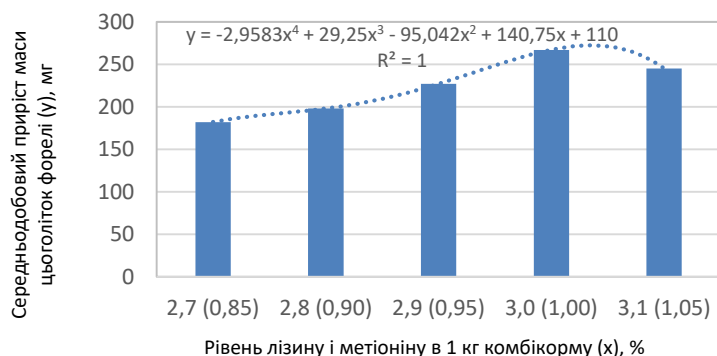


Рис. 16. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси цьоголіток форелі

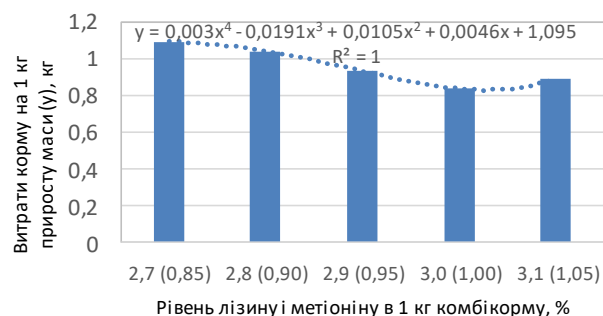


Рис. 17. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та витратами корму у цьоголіток форелі

Вирощування товарної форелі. Різний амінокислотний рівень годівлі форелі до досягнення товарної маси позначається на її продуктивності по-різному (табл. 17).

Під час закінчення дослідів найвищої маси досягли товарні дволітки 4-ї 5-ї груп, які переважали аналогів, контрольної відповідно на 19,7 і 15,2 г, або на 6,7 та 5,2 %. Разом із тим форель 2-ї і 3-ї груп за згаданим показником поступалася перед контрольними ровесниками відповідно на 28,6 ($p < 0,05$) і 12,1 г, або на 9,7 та 4,1 %. Різниця між показниками маси форелі 2-ї і 4-ї груп на час закінчення дослідів була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 48,3 г, або 18,2 % на користь останніх.

Встановлено, що у певний період росту риби (x), залежно від рівня лізину і метіоніну у продукційному комбікормі, можна спрогнозувати її масу (y):

1-а група (2,7 % Л, 0,90 % М):

$$y = 0,003x^2 + 0,5948x + 50,981 \quad (R^2 = 0,9946);$$

2-а група (2,5 % Л, 0,80 % М):

$$y = 0,0026x^2 + 0,5409x + 51,304 \quad (R^2 = 0,9935);$$

3-я група (2,6 % Л, 0,85 % М):

$$y = 0,0029x^2 + 0,5498x + 52,303 \quad (R^2 = 0,9942);$$

4-а група (2,8 % Л, 0,95 % М):

$$y = 0,0031x^2 + 0,6832x + 48,05 \quad (R^2 = 0,9941);$$

5-а група (2,9 % Л, 1,0 % М):

$$y = 0,003x^2 + 0,6889x + 48,978 \quad (R^2 = 0,9940).$$

Встановлено, що різний рівень амінокислотного живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 72,1 %, що у 2,6 раза більше, ніж вплив інших пар- та генотипових чинників.

Таблиця 17

Маса піддослідної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, г

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	53,9±3,17	53,4±2,86	54,2±3,74	52,7±3,29	54,0±3,06
10	60,8±3,60	60,2±3,01	61,2±3,36	59,6±3,07	60,8±3,52
20	67,1±3,52	66,5±3,23	67,8±3,99	65,8±3,19	66,9±4,01
30	73,2±3,88	71,8±3,16	73,4±4,15	72,6±4,18	73,5±3,47
40	79,9±4,04	78,1±3,75	79,9±4,59	79,9±4,33	80,6±3,85
50	86,6±4,30	83,4±4,11	85,8±4,07	87,5±4,75	87,7±4,24
60	93,7±4,73	89,3±4,91	92,4±4,44	96,1±5,09	95,7±4,81
70	102,0±5,51	96,2±4,58	100,2±4,71	104,8±5,42	105,3±4,38
80	111,6±5,24	105,1±4,31	109,4±5,33	116,3±5,70	116,5±4,96
90	123,3±5,66	115,7±4,77	119,9±5,72	128,6±6,03	129,3±5,30
100	135,9±5,08	126,8±5,04	131,4±6,07	142,7±7,26	143,3±5,62
110	149,8±5,70	139,3±6,13	144,6±5,45	158,3±6,87	158,4±6,19
120	163,8±6,46	151,7±5,25	158,3±5,89	173,4±7,89	173,4±6,01
130	180,0±5,71	165,8±6,02	173,6±6,54	191,4±7,20	190,6±6,93
140	197,1±6,13	181,3±5,84	189,7±6,13	210,2±7,56	208,7±7,15
150	215,6±6,40	198,0±6,23*	207,2±6,70	230,0±8,04	228,2±7,86
160	232,9±6,88	213,1±7,12*	224,2±7,02	248,7±8,65	246,5±8,27
170	248,1±7,26	227,3±8,03	239,1±6,84	265,6±8,08	262,7±8,44
180	262,5±8,33	239,5±7,46*	253,4±8,15	280,5±8,77	277,1±9,10
190	274,7±10,04	249,3±7,64*	264,7±7,83	293,4±9,14	289,6±9,64
200	284,9±9,26	257,4±8,12*	273,5±9,14	304,1±10,04	300,1±10,25
210	293,5±9,73	264,9±8,90*	281,4±9,22	313,2±10,33	308,7±9,87

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Встановлено, що залежність між рівнями лізину і метіоніну у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 18). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,21$, $p < 0,1$).

Витрати корму на одиницю приросту маси за основний період досліді були нижчими у риб 4-ї групи, які одержували корм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 2,8 і 0,95 % відповідно. Особи цієї групи споживали корму на 1 кг приросту маси на 3,4; 8,8; 5,8 і 1,8 % менше ніж аналоги 1-, 2-, 3- та 5-ї груп відповідно.

Ефективність використання продукційних комбікормів фореллю доповнена й визначенням залежності між рівнями лізину і метіоніну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси (рис. 19).

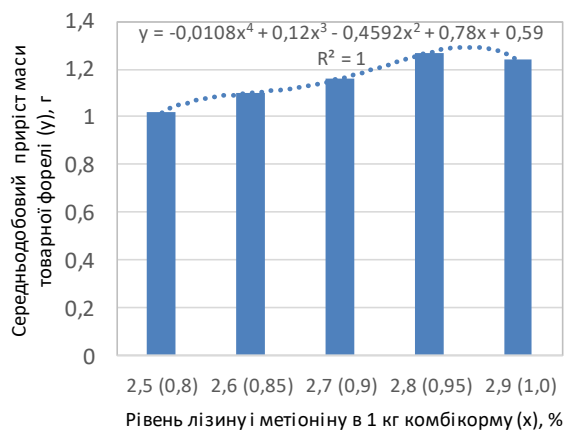


Рис. 18. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси форелі

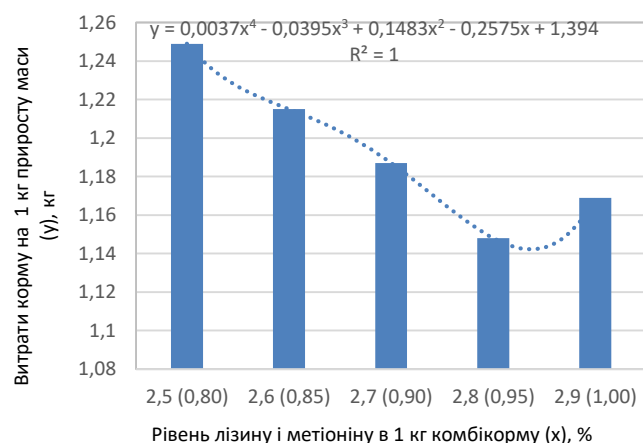


Рис. 19. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у продукційному комбікормі та його витратами на одиницю приросту у форелі

Найвищий рівень рентабельності виробництва встановлено за вирощування товарної форелі на продукційних комбікормах із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 % і 0,95 % (4-а група) – 35,8 %, найнижчий – з рівнем лізину і метіоніну 2,5 і 0,8 % відповідно (2-а група) – 25,4 % (табл. 18).

Таблиця 18

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у продукційному комбікормі

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліджу, кг	302,78	300,9	305,39	297,11	303,39
Збереженість, %	94,3	94,9	95	94,7	93,9
Іхтіомаса в кінці досліджу, кг	1383,85	1256,95	1336,65	1483	1449,35
Приріст іхтіомаси за основний період досліджу, кг	1081,07	956,05	1031,26	1185,89	1145,96
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,187	1,249	1,215	1,148	1,169
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	67,23	67,02	67,12	67,34	67,44
Вартість корму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	79,80	83,71	81,55	77,31	78,84
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	114,00	119,58	116,50	110,44	112,62
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	157762,9	150309,6	155721,3	163779,0	163232,7
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	207577,5	188542,5	200497,5	222450,0	217402,5
Прибуток, грн	49814,6	38232,9	44776,2	58671,0	54169,8
Рівень рентабельності виробництва, %	31,58	25,44	28,75	35,82	33,19

Примітка: у цінах 2018 року.

Враховуючи продуктивність та економічні показники виробництва продукції форелівництва (собівартість і рівень рентабельності) можна констатувати, що найдоцільніше вирощувати райдужну форель за наступними кормовими рекомендаціями (табл. 19).

Таблиця 19

Рекомендації із живлення райдужної форелі

Показник	Вікова група			
	личинки і мальки (до маси 1 г)	цьоголітки (до маси 10 г)	цьоголітки (маса понад 10 г)	товарна форель
Одержання максимальних приростів				
Обмінна енергія, МДж	18	19	20	20
Сирий протеїн, %	58	56	54	52
Лізин, %	3,2	3,1	3,0	2,8
Метіонін, %	1,1	1,05	1,0	0,95
Одержання максимального прибутку				
Обмінна енергія, МДж	16	17	18	17
Сирий протеїн, %	54	52	50	48
Лізин, %	3,2	3,1	3,0	2,8
Метіонін, %	1,1	1,05	1,0	0,95

Таким чином, підвищення повноцінності годівлі райдужної форелі забезпечується шляхом використання розроблених рекомендацій та використання на всіх періодах вирощування риб комбікормів із оптимальними рівнями енергії, протеїну, лізину та метіоніну.

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі теоретично обґрунтована і практично вирішена проблема енергетичного та протеїнового живлення райдужної форелі на всіх етапах її вирощування. На основі проведених досліджень розроблено параметри нормування живлення райдужної форелі з урахуванням вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах.

2. Підвищення вмісту енергії у комбікормі для личинок і мальків форелі від 16 до 18 МДж сприяє збільшенню маси тіла на 11,1 % й інтенсивності росту – на 5,6-14,2 % та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,1 %, тоді як зниження вмісту енергії до 14 МДж/кг спричиняє вірогідне зменшення маси тіла на 11,9 %, зниження інтенсивності росту на 6,0-14,7 % та збільшення витрат комбікорму на одиницю приросту іхтіомаси на 4,8 %.

3. Застосування у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом енергії на рівні 19 МДж (за маси риби до 10 г) та 20 МДж (за маси риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 10,4-11,4 %, інтенсивності росту – на 5,9-23,6 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 3,9-13,1 %.

Зниження рівня енергетичного живлення цьоголіток викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

4. Збільшення рівня обмінної енергії у продукційному комбікормі від 18 до 20 МДж/кг забезпечує збільшення маси тіла товарної риби на 11,5 %, підвищення її інтенсивності росту – на 5,8-14,3 % та зменшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,3 %, водночас зниження енергії у комбікормі до 16 МДж/кг призводить до зменшення маси тіла форелі на 10,1 %, зниження інтенсивності її росту – на 6,3-12,6 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 6,0 %.

5. Із збільшенням енергетичної поживності раціонів та маси тіла товарної форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає на 5,1-13,0 %. Доведено, що зростання кількості обмінної енергії у комбікормах риби до 20 МДж/кг зумовлює збільшення маси кишківника на 13,3 %. Із підвищенням у раціонах райдужної форелі рівнів обмінної енергії у м'ясі дволіток знижується вміст води й зростає вміст сухої, а також органічної речовини, зокрема протеїну (до 4,3 %) та жиру (до 4,6 %).

6. З'ясовано, що збільшення вмісту сирого протеїну у комбікормі для личинок і мальків форелі від 54 до 58 % сприяє збільшенню маси тіла на 14,4 %, інтенсивності росту – на 8,4-19,2 % та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 7,7 %, тоді як зменшення вмісту протеїну до 50 % спричиняє вірогідне зменшення маси тіла на 15,1 %, зниження інтенсивності росту на 12,3-20,7 % та збільшення витрат комбікорму на одиницю приросту іхтіомаси на 10,3 %.

7. Використання у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом сирого протеїну на рівні 56 % (маса риби до 10 г) та 54 % (маса риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 8,2-12,3 %, інтенсивності росту – на 7,1-25,9 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 5,5-17,0 %. Зниження протеїнового живлення цьоголіток до рівня 48 і 46 % сирого протеїну відповідно викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

8. Встановлено, що збільшення сирого протеїну у комбікормі від 48 до 52 % сприяє збільшенню маси тіла товарної риби на 13,0 %, підвищенню її інтенсивності росту – на 7,4-16,7 %, та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,1 %, тоді як зниження рівня протеїну у комбікормі до 44 % призводить до достовірного зменшення маси тіла форелі на 9,4 %, зниження інтенсивності її росту – на 6,5-12,1 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси – на 6,4 %.

9. Вирощування форелі на комбікормах із вмістом сирого протеїну на рівні 52 % зумовлює збільшення в крові еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів та фагоцитарної активності на 2,5-7,3 %, а використання у годівлі риби раціонів із зниженим вмістом сирого протеїну (44 %) – зменшення кількості морфологічних компонентів крові на 5,1-9,9 %.

10. Підвищення у раціонах товарної райдужної форелі рівня протеїну до 52 % сприяє збільшенню маси печінки, нирок, шлунка та кишківника відповідно на 24,2; 34,6; 26,9 та 17,5 % порівняно з аналогічними показниками риби, яка отримувала комбікорм із рівнем протеїну 48 %.

11. Використання комбікормів із підвищеним рівнем сирого протеїну до 52 % протягом періоду вирощування забезпечило тенденцію до зростання вмісту у м'язовій тканині сухої речовини на 2,1 %, золи – на 0,11%. Разом із тим спостерігалось збільшення вмісту у м'язах сирого протеїну – на 3,7 % і зниження сирого жиру – на 0,45 %. Встановлено, що співвідношення незамінних до замінних амінокислот для білків форелі, що споживала корм із вмістом протеїну 52 % більшою мірою відповідає нормам раціонального харчування людини, порівняно з білками риби, які отримували корм із нижчими рівнями протеїну. Підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної райдужної форелі від 48 до 52 % сприяло підвищенню вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот на 7,9 %.

12. Встановлено, що доведення вмісту лізину й метіоніну у комбікормі для личинок і мальків райдужної форелі до рівнів 3,2 і 1,1 % відповідно зумовлює збільшення маси тіла на 10,7 %, інтенсивності росту – на 6,4-11,1 % та зменшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 4,1 %, тоді як подальше підвищення вмісту у кормі цих амінокислот зменшує показники продуктивності риби.

13. Застосування у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом лізину 3,1 % і метіоніну 1,05 % (маса риби до 10 г) та лізину 3,0 % і метіоніну 1,0 % (маса риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 7,5-9,2 %, інтенсивності росту – на 4,1-17,3 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 10,3-12,5 %. Зниження амінокислотного живлення цьоголіток викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

14. Встановлено, що підвищення вмісту у продукційному комбікормі лізину від 2,7 до 2,8 % та метіоніну від 0,9 до 0,95 % сприяє збільшенню маси тіла товарної риби на 6,7 %, підвищенню її інтенсивності росту – на 4,7-9,0 % та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла на 3,4 %, водночас зниження лізину й метіоніну до рівнів 2,5 і 0,8 % відповідно призводить до зменшення маси тіла форелі на 9,7 %, зниження інтенсивності її росту – на 5,5-12,0 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,2 %.

15. Підвищення у раціонах товарної райдужної форелі рівня лізину до 2,9 % і метіоніну до 0,95 % упродовж періодів вирощування сприяє збільшенню маси печінки, шлунка та кишківника відповідно на 16,4; 14,4 та 20,9 %.

16. Використання у провідних форелевих господарствах України економічної програми годівлі райдужної форелі на всіх етапах її вирощування дає можливість знизити собівартість виробництва продукції форелівництва від 8 до 32 % та підвищити рівень рентабельності виробництва від 4 до 15 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності райдужної форелі, якості продукції, зниження витрат кормів та підвищення ефективності виробництва продукції форелівництва слід використовувати комбікорми, які містять:

- за виробництва продукції за економічними критеріями оптимізації: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 16 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування цьоголіток

масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 50 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 48 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %;

- за виробництва продукції за критеріями максимальної продуктивності: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 58 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування цьоголіток масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 19 МДж, сирого протеїну – 56 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України та закордонних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus і WoS

1. Ібатулін І. І., Ільчук І. І., Кондратюк В. М., Кривенок М. Я. Актуальні проблеми нормованої годівлі корошових та лососевих риб. Науковий вісник НУБіП України. 2012. Вип. 179. С. 143–149. *(Здобувачем проаналізовано особливості нормованої годівлі лососевих риб).*

2. Кондратюк В. М. Ефективність використання комбікормів з різним рівнем енергії у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Animal science and food technology. 2020. Т. 11, № 2. С. 48–55.

3. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі за різних рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С. 174–180.

4. Кондратюк В. М. Використання комбікормів із різним рівнем протеїну у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С. 182–188.

5. Кондратюк В. Вплив енергетичного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 5 (87) URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14157>.

6. Kondratiuk V. M. Rearing rainbow trout juvenile fish of this year at different levels of protein in feed stuffs. Animal science and food technology. 2020. Т. 11, № 3. Р. 34–42.

7. Кондратюк В. М. Вплив протеїнового живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 159–165.

8. Kondratiuk V. M. Productivity of rainbow trout depending on protein levels in productive feed. Animal science and food technology. 2020. Т. 11, № 4. Р. 45–53.

9. Kondratiuk V. M. Rearing larvae and juveniles of rainbow trout with different amino acid nutrition. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 6 (88). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14288>.

10. Кондратюк В. М. Вплив амінокислотного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Науково-технічний бюлетень інституту тваринництва НААН. 2020. № 124. С. 104–114.
11. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі залежно від рівнів лізину та метіоніну у продукційних комбіормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 103–111.
12. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі (*Oncorhynchus Mykiss*) за різного вмісту лізину та метіоніну у кормах. Агроекологічний журнал. 2021. № 1. С. 173–181.
13. Kondratiuk V. Productivity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Aquaculture Depending on Consumed Energy. Hydrobiological Journal. 2021. Vol. 57, № 6. P. 63–72.
14. Kondratiuk V., Otchenashko V. Investigation of dependences of the morphological composition of body and amino acid composition of trout meat proteins (*Oncorhynchus Mykiss*) on levels of the energy value of feeds. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. Vol. 15. P. 497–505. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*
15. Кондратюк В. М. Гематологічні та біохімічні показники крові форелі залежно від рівнів енергії у комбіормах. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 222–229.
16. Kondratiuk V. M. Biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids depending on energy levels in feeds. Таврійський науковий вісник. 2021. № 118. С. 235–240.
17. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical blood indices of rainbow trout depending on the level of protein in feeds. Animal science and food technology. 2021. T. 12, № 1. P. 5–13.
18. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh depending on protein levels in feeds. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 2 (90). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14927/13273> *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*
19. Kondratiuk V., Slobodyanyuk N., Ivaniuta A. Effect of feeding conditions on the quality traits of rainbow trout. Acta fytotechnica et zootechnica. 2021 (3). № 24 P. 256–264. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*
20. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 188–195. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*
21. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical indicators of rainbow trout blood depending on lysin and methionine levels in combined feed. Наукові доповіді

НУБІП України. 2021. № 3 (91). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15134/13448>.

22. Kondratiuk V. M. Bioefficacy of rainbow trout flesh lipids depending on the level of amino acids in compound feeds. *Animal science and food technology*. 2021. T. 12, № 2. С. 34–42.

Матеріали конференцій:

23. Кондратюк В. М. Вплив енергетичного живлення на ріст личинок і мальків форелі. Наукові і технологічні виклики тваринництва у ХХІ столітті : Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 12–14 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 53–55.

24. Кондратюк В. М. Вирощування цьоголіток райдужної форелі за різного енергетичного живлення. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми. 74-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 26–27 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 98–99.

25. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі у промислових умовах. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми. 75-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 березня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 147–148.

26. Кондратюк В. М. Ефективність використання продукційних комбікормів з різними рівнями енергії у форелівництві. Аквакультура ХХІ століття – проблеми та перспективи. Міжнародна науково-практична онлайн конференція, м. Київ, 27 травня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 25–26.